

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Limbah SBE (*Spent Bleaching Earth*)

SBE (*Spent Bleaching Earth*) merupakan campuran antara tanah liat dan minyak yang sifatnya mudah terbakar. *Spent Bleaching Earth* adalah limbah padat yang dihasilkan dari industri pemurnian minyak goreng, tahap perlakuan pemurnian minyak kasar terdiri dari proses penghilangan *gum* dan pemucatan yang menghasilkan SBE dalam jumlah banyak. Pemucatan atau *bleaching* merupakan suatu tahap proses pemurnian minyak untuk menghilangkan zat-zat warna yang tidak disukai dalam minyak. Pemucatan ini dilakukan dengan mencampur minyak dengan sejumlah kecil *adsorben*, seperti tanah serap (*fuller earth*), lempung aktif (*activated clay*), arang aktif, atau dapat juga dengan menggunakan bahan kimia *bentonit*.

Menurut Pasaribu (2004), beberapa cara yang dapat dilakukan untuk proses *bleaching* diantaranya yaitu :

1. Adsorpsi

Untuk memucatkan minyak dapat menggunakan *adsorben* yang terdiri dari *bleaching earth* dan karbon aktif. Permukaan adsorben akan menyerap zat warna, suspensi koloid dan hasil degradasi minyak seperti *peroksida*.

2. Pemanasan

Pemucatan dilakukan dalam ruangan vakum pada suhu tinggi. Sebelum pemanasan, minyak mentah dibebaskan dari ion logam besi, sabun dan hasil oksidasi seperti *peroksida*. Namun cara ini kurang efektif terhadap minyak yang mengandung pigmen klorofil.

3. Reduksi

Bahan kimia yang dapat mereduksi warna terdiri dari *garam bisulfit* atau *natrium hidrosulfit*. Pemucatan minyak dengan cara ini tidak efektif karena jika terkena udara maka warna akan timbul kembali.

4. Oksidasi

Oksidasi terhadap zat warna mengakibatkan asam lemak tidak jenuh memiliki kecenderungan untuk membentuk *peroksida* karena proses ini. Bahan

yang dapat digunakan sebagai pemucat adalah senyawa *persokdida dikromat*, *ozon*, *klorin oksida* dan udara.

Adapun jenis-jenis bahan yang umum digunakan oleh perusahaan industri minyak kelapa sawit dalam proses *bleaching* menurut Nasution (2003), yaitu:

a. *Activated Clay* (Simnit)

Bahan yang digunakan merupakan tanah lempung (*Clay*) yaitu *kaolin*. *Kaolin* adalah mineral lempung berwarna putih, dengan rumus kimia $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ (*Hidrous Aluminium Silikat*) yang merupakan hasil ubahan atau pelapukan dari *felspar* atau *mika*.

b. Arang Aktif (Karbon Aktif)

Karbon merupakan *adsorben* yang dapat menyerap zat-zat dalam larutan. Aktivasi karbon bertujuan untuk memperbesar luas permukaan arang dengan membuka pori-pori yang tertutup, sehingga memperbesar kapasitas adsorpsi terhadap zat warna.

c. *Bentonit* (Tanah Pemucat)

Bentonit merupakan nama dangang untuk lempung yang mengandung mineral *monmorilonite*. Lempung tersebut merupakan batuan silika yang berasal dari kerangka organisme akuatik mikroskopik, yang mana sisa kerangkanya akan membentuk lumpur. Rumus kimia *bentonit* yaitu $(MgCa)OAl_2O_3 \cdot 5SiO_2 \cdot 8H_2O$.

Spent bleaching earth termasuk ke dalam limbah hasil pemucatan industri oleokimia atau CPO sehingga termasuk ke dalam golongan limbah hasil pengolahan lemak hewan/nabati dan derivatnya. Limbah tersebut berdasarkan PP No 85 Tahun 1999 merupakan termasuk limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) dari sumber spesifik. Menurut PP 74/2001, bahan berbahaya dan beracun yang selanjutnya disingkat dengan B3 adalah bahan yang karena sifat dan atau konsentrasinya dan atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan dan atau merusak lingkungan hidup, dan atau dapat membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lainnya (pasal 1 angka 1) (Damanhuri, 2010).

Komposisi limbah terbesar pada industri minyak atau oleokimia adalah *spent bleaching earth*, yaitu bahan limbah padat yang dihasilkan dari pemurnian minyak nabati. Diperkirakan sekitar 600.000 metrik ton per tahun atau lebih

limbah B3 *spent bleaching earth* digunakan dalam proses pengilangan dengan tingkat produksi mencapai lebih dari 60 juta ton minyak di seluruh dunia (Kheang, 2007). Sehingga semakin tinggi produksi minyak goreng maka semakin tinggi pula limbah SBE yang dihasilkan pada industri minyak.

Tabel 2.1. Karakteristik residu CPO dari SBE

Karakteristik CPO	Solvent extraction		Supercritical fluid-extraction	
	WAC	NC	WAC	NC
FFA (%)	11,50	12,60	11,50	12,60
Peroxide value	3,10	3,40	2,80	2,20
Besi (ppm)	0,22	1,24	N.D	N.D
Tembaga (ppm)	0,32	0,38	N.D	N.D
Karotene (ppm)	3,00	6,00	7,00	8,00
Vitamin E (ppm)	0,00	0,00	0,00	38,80
Asam Miristat C14	1,10	1,00	1,20	1,30
Asam Palmitat C16	45,20	44,40	44,50	43,60
Asam Stearat C18	4,90	4,70	5,10	4,90
Asam Oleat C18	37,90	39,40	38,60	39,70
Asam Linoleat C18	10,90	10,50	10,60	10,50
Oil Recovery (%)	30,00	21,00	27,00	20,00

Sumber: Kheang *et al.* (2006).

Catatan:

N.D : *Not Detected*

WAC : *Bleaching earth* yang diaktivasi dengan pengasaman

NC : *Netral bleaching earth*

Menurut Krisyanti (2011), minyak hasil ekstraksi metode *soxhlet* dengan pelarut *aseton* memiliki nilai persentase asam lemak bebas tertinggi yaitu 39,77% atau setara dengan 23,35 mg NaOH per mg minyak. Bilangan asam terendah yaitu ekstrak minyak metode *macerasi* dengan pelarut n-heksan yaitu 14,27% atau 11,49 mg NaOH per mg minyak. Nilai tersebut sangat tinggi jika dibandingkan dengan bilangan asam minyak goreng murni sebagai pembanding pada penelitian ini yaitu 2,03% untuk kadar asam lemak bebas atau setara dengan 1,28 mg NaOH per mg minyak. Baku mutu minyak yang digunakan untuk bahan pangan tidak boleh lebih dari 2%, sehingga semua minyak hasil ekstraksi dari limbah B3 *spent bleaching earth* tidak layak digunakan untuk bahan pangan. Dengan demikian limbah SBE perlu dilakukan perbaikan sebelum dilepas ke lingkungan, salah satu cara perbaikan yang dapat dilakukan yaitu dengan teknik bioremediasi.

2.2. Bioremediasi

Bioremediasi adalah proses penguraian limbah organik/anorganik polutan dari sampah organik dengan menggunakan organisme (bakteri, fungi, tanaman atau enzimnya) dalam mengendalikan pencemaran pada kondisi terkontrol menjadi suatu bahan yang tidak berbahaya atau konsentrasinya di bawah batas yang ditentukan oleh lembaga berwenang dengan tujuan mengontrol atau mereduksi bahan pencemar dari lingkungan (Munir, 2006).

Bioremediasi merupakan proses degradasi secara biologis bahan organik menjadi senyawa lain misalnya CO₂, CH₄, H₂O, garam anorganik, biomassa, dan hasil samping yang sedikit lebih sederhana dari senyawa semula. Proses ini didasarkan pada siklus karbon, sehingga bentuk senyawa organik dan anorganik didaur ulang melalui reaksi oksidasi dan reduksi (Puspitasari, 2016). Proses bioremediasi bergantung pada kemampuan organisme yang digunakan (mikroba, tanaman, atau hewan) dan sistem yang dioperasikan pada jangka waktu tertentu. Proses bioremediasi akan berlangsung optimal pada pH dan suhu tertentu, serta tersedianya cukup nutrisi dan oksigen bagi organisme yang memanfaatkan. Perlakuan teknologi bioremediasi dapat dilakukan melalui beberapa proses antara lain: *bioaugmentasi*, *biofilter*, *biostimulasi*, *bioreaktor*, *bioventing*, pengomposan, *fitoremediasi*, dan *landfarming*.

Teknologi bioremediasi ada dua jenis, yaitu *ex-situ* dan *in situ*. *Ex-situ* adalah pengelolaan yang meliputi pemindahan secara fisik bahan-bahan yang terkontaminasi ke suatu lokasi untuk penanganan lebih lanjut . Penggunaan bioreaktor, pengolahan lahan (*landfarming*), pengkomposan dan beberapa bentuk perlakuan fase padat lainnya adalah contoh dari teknologi *ex-situ*, sedangkan teknologi *in situ* adalah perlakuan yang langsung diterapkan pada bahan-bahan kontaminan di lokasi tercemar (Vidali, 2011).

Faktor – faktor yang mempengaruhi proses bioremediasi adalah mikroba, nutrisi dan lingkungan. Mikroba memiliki kemampuan untuk mendegradasi, mentransformasi dan menyerap senyawa pencemar. Mikroba yang digunakan dapat berasal dari golongan fungi, bakteri, ataupun mikroalga. Proses bioremediasi bergantung pada aktivitas mikroorganisme pendegradasi. Degradasi material organik di lingkungan alami umumnya dilakukan oleh dua kelompok

mikroorganisme yakni bakteri dan jamur. Bakteri mewakili beragam jenis organisme prokariotik yang banyak tersebar di biosfer. Bakteri dapat ditemukan di semua lingkungan di mana terdapat organisme yang hidup. Namun hal ini tidak berarti bahwa semua strain bakteri ada di seluruh alam (Putri, 2013). Nutrisi merupakan jenis-jenis nutrisi yang dibutuhkan bagi mikroba, diantaranya unsur karbon (C), Nitrogen (N), Fosfor (P) dan lain lain. Lingkungan yang berpengaruh antara lain oksigen, suhu, kelembapan, dan pH. Menurut Pelczar and Chan (2010), pH optimum untuk pertumbuhan bakteri berkisar antara 6,5 sampai 7,5. Sedangkan temperatur optimum aktivasi enzim lipase yaitu pada suhu 35° C bila suhu sudah mencapai 60° C sebagian besar enzim sudah rusak (Tambun, 2002).

2.2.1. Bioremediasi Limbah SBE

Limbah *Spent Bleaching Earth* (SBE) merupakan adsorben bekas pakai yang berasal dari unit *bleaching* pada industri *refining* CPO yang masih mengandung 20-30% minyak sawit (Yusnimar *et al.*, 2012) sehingga sebelum diletakan di *landfill* perlu dilakukannya pengelolaan agar limbah tersebut tidak mencemari lingkungan. Pengelolaan limbah SBE dengan teknik bioremediasi dianggap efektif karena perbaikan secara bioremediasi menggunakan organisme (bakteri, fungi, tanaman atau enzimnya).

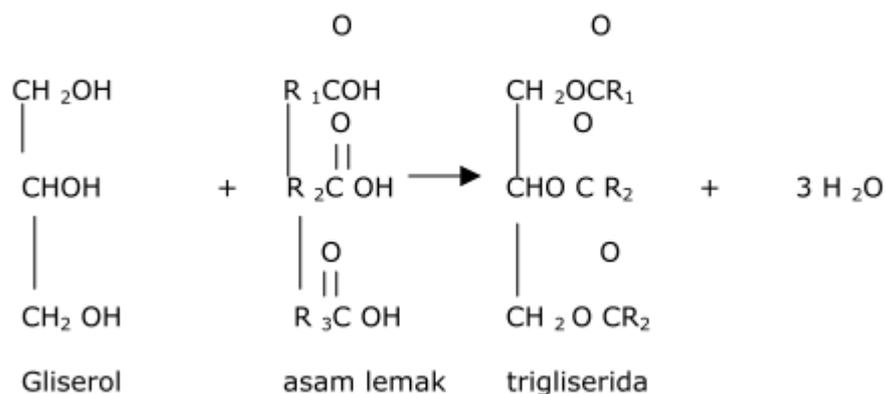
Limbah minyak kelapa sawit menghasilkan asam lemak yang tidak dapat bereaksi dengan air sehingga dengan menggunakan mikroorganisme maka komposisi minyak berupa materi koloid dan bahan organik dari limbah akan di degradasi oleh mikroorganisme menjadi CO₂ dan H₂O yang tidak berbahaya (Rohaeti, 2009). Menurut Hana (2010), bakteri yang mampu menghidrolisis lemak adalah bakteri yang bersifat lipolitik. Oleh karena itu agen bioremediasi yang tepat dalam mendgradasi minyak pada limbah SBE dengan menggunakan bakteri bersifat lipolitik.

2.3. Bakteri Lipolitik

Bakteri lipolitik merupakan bakteri yang mampu memanfaatkan sumber karbon dari lemak atau lipid, yang mana bakteri lipolitik mampu memproduksi

lipase, yaitu enzim yang mengkatalis hidrolisis lemak menjadi asam-asam lemak dan *gliserol* yang larut dalam air.

Menurut Hana (2010), bakteri lipolitik dapat menghasilkan beragam enzim *phospholipase* diantaranya adalah *karboksilesterase* yang menghidrolisis molekul kecil bergugus ester (sedikit atau sebagiannya larut dalam air), dan lipase sejati yang memotong *trigliserida* berantai panjang (tidak larut dalam air). Oleh karena itu sifat dari bakteri lipolitik yang dapat memecah senyawa minyak atau lipid dapat digunakan sebagai agen bioremediasi.



Sumber: Pasaribu (2004).

Gambar 2.3. Trigliserida pada minyak kelapa sawit

Bakteri penghasil enzim lipase merupakan biokatalisator yang mempunyai kemampuan mengkatalis reaksi hidrolis lipid menjadi asam lemak dan *gliserol*. Bakteri yang menghasilkan enzim lipase telah banyak diisolasi dari hewan, tanaman dan mikroorganismenya. Mikroorganismenya penghasil lipase ditemukan dalam bermacam-macam habitat seperti limbah industri, pabrik pengolahan minyak sayur, perusahaan susu, tanah yang terkontaminasi dengan minyak, makanan yang membusuk dan timbunan kompos (Sharma *et al.*, 2001). Berdasarkan penelitian Sudrajat *et al.* (2015), menyatakan bahwa bakteri *B.cereus* mempunyai sifat lipolitik yang dapat menurunkan kadar limbah minyak bumi. Dengan demikian diharapkan *B.cereus* juga mampu menurunkan minyak pada SBE.

2.4. Bakteri *Bacillus cereus*

Klasifikasi bakteri *Bacillus cereus* menurut Breed *et al.* (1957), adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Bakteri
Filum	: Firmicutes
Kelas	: Bacilli
Ordo	: Bacilliales
Famili	: Bacilliaceae
Genus	: <i>Bacillus</i>
Spesies	: <i>B. cereus</i>

Menurut Bunchanan dan Gibbons (1974), dalam *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, *Bacillus cereus* termasuk genera *Bacillus* bersel tunggal, berbentuk batang pendek (rod) biasanya dalam bentuk rantai panjang. Umumnya mempunyai ukuran lebar 1,0 -1,2 μm dan panjang 3-5 μm , gram positif, aerob, suhu pertumbuhan maksimum 37-48 °C dan minimum 5-20 °C dan pH pertumbuhan 5,5-8,5. *B.cereus* bersifat *kosmopolit* suhu pertumbuhan optimum 30°C, *B.cereus* merupakan safrofit ringan yang tidak berbahaya dan biasa ditemukan dalam tanah, air, udara dan tumbuh-tumbuhan serta membentuk endospora yang tahan panas (Naryaningsih, 2005).

Bala (2014), juga mendapatkan strain *Bacillus cereus* 103PB memiliki kemampuan biodegradasi dan dapat mengurangi polutan dari limbah industri minyak sawit. Bakteri ini memproduksi enzim ekstraseluler lipase sehingga dapat menurunkan kadar minyak dan lemak pada limbah. Berdasarkan penelitian Sudrajat *et al.* (2015), menyatakan bahwa hasil pengujian kemampuan *B. cereus* dalam menurunkan minyak bumi sebesar 54% TPH (*Total Petroleum Hydrocarbon*).