

**PROSES PEMUCATAN *CRUDE PALM OIL* (CPO) DENGAN
REACTIVATED BLEACHING EARTH (RBE)**

(Skripsi)

Oleh

CINDY DEVIYANTI TIRTAADMAJA



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRACT

CRUDE PALM OIL (CPO) BLEACHING PROCESS WITH REACTIVATED BLEACHING EARTH (RBE)

By

CINDY DEVIYANTI TIRTAADMAJA

Before being accepted and consumed by the community, Crude Palm Oil (CPO) must go through a purification process. One treatment in the CPO purification process is the bleaching to remove pigment and other impurities which are not preferred in oil. The process of bleaching CPO generally uses Bleaching Earth (BE), which after use will become Spent Bleaching Earth (SBE). SBE is a BE that has been deactivated, because all its pores have been completely filled with impurities. The reactivation process is done by restoring the ability of BE absorption and is expected to reduce BE dependence on the cooking oil industry. This study aimed to determine the concentration of Reactivated Bleaching Earth (RBE), temperature, and optimum bleaching time to produce the best quality Degummed Bleached Palm Oil (DBPO). This study was arranged in a Factorial Complete Group Randomized Design in three replications. The treatment consisted of three factors, the first factor was the concentration of RBE (1%, 3%,

Cindy Deviyanti Tirtaadmaja

and 5%)(^{w/v}), the second factor was the bleaching temperature (110°C, 120°C, and 130°C), and the third factor was the bleaching time (30 minutes and 45 minutes). The data obtained were analyzed for the similarity of variance with the Bartlett test and the addition of the data tested by the Tuckey test, then the data were analyzed by analysis of variance to determine the effect between treatments. If there was a real effect, the data is further analyzed using Orthogonal Polynomial (OP). The results showed that the best treatment for bleaching process was the treatment of RBE concentration of 3% (^{w/v}), at a bleaching temperature of 120°C, with a bleaching time of 45 minutes (K₂S₂W₂) which resulted in a DBPO yield of 91,33%, with characteristics including color bleaching efficiency of 2,15%, water content of 0,11%, free fatty acid content of 4,60%, and iodine number of 52,03 g I₂/100g.

Keywords: *Crude Palm Oil, Reactivated Bleaching Earth, Degummed Bleached Palm Oil*

ABSTRAK

PROSES PEMUCATAN *CRUDE PALM OIL* (CPO) dengan *REACTIVATED BLEACHING EARTH* (RBE)

Oleh

CINDY DEVIYANTI TIRTAADMAJA

Sebelum memperoleh minyak yang dapat dikonsumsi dan diterima oleh masyarakat, CPO harus melalui proses pemurnian. Salah satu perlakuan dalam proses pemurnian CPO yaitu proses pemucatan yang merupakan suatu tahap untuk menghilangkan zat-zat warna yang tidak disukai dalam minyak. Proses pemucatan CPO umumnya menggunakan *Bleaching Earth* (BE), yang setelah digunakan akan menjadi *Spent Bleaching Earth* (SBE). Tanah pemucat bekas atau (SBE) merupakan BE yang telah terdeaktivasi, karena seluruh pori-porinya telah terisi penuh oleh bahan pengotor. Proses reaktivasi dilakukan dengan memulihkan kemampuan penyerapannya dan diharapkan akan mengurangi ketergantungan BE pada industri minyak goreng. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi *Reactivated Bleaching Earth* (RBE), suhu, dan waktu pemucatan optimum untuk menghasilkan *Degummed Bleached Palm Oil* (DBPO) yang bermutu paling baik. Penelitian ini disusun dalam Rancangan Acak

Kelompok Lengkap (RAKL) secara faktorial dengan tiga ulangan. Perlakuan terdiri dari tiga faktor, yaitu faktor pertama adalah konsentrasi RBE (1%, 3%, dan 5%)^(b/v), faktor kedua adalah suhu pemucatan (110°C, 120°C, dan 130°C), dan faktor ketiga adalah waktu pemucatan (30 menit dan 45 menit). Data yang diperoleh dianalisis kesamaan ragamnya dengan uji Bartlett dan kemenambahan data diuji dengan uji Tuckey, selanjutnya data dianalisis sidik ragam untuk mengetahui penduga ragam galat dan uji signifikansi untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan. Apabila terdapat pengaruh yang nyata, data dianalisis lebih lanjut menggunakan Polinomial Ortogonal (OP). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan terbaik adalah pada perlakuan konsentrasi RBE 3%, pada suhu pemucatan 120°C, dengan waktu pemucatan 45 menit (K₂S₂W₂) yang menghasilkan jumlah rendemen 91,33% dengan karakteristik meliputi efisiensi pemucatan warna 2,15%, kadar air 0,11% , kadar asam lemak bebas 4,60% , dan bilangan iodium 52,03 g I₂/100g.

Kata kunci: *Crude Palm Oil, Reactivated Bleaching Earth, Degummed Bleached Palm Oil*

**PROSES PEMUCATAN *CRUDE PALM OIL* (CPO) DENGAN
REACTIVATED BLEACHING EARTH (RBE)**

Oleh

CINDY DEVIYANTI TIRTAADMAJA

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

Pada

**Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

Judul Skripsi : **PROSES PEMUCATAN *CRUDE PALM OIL*
(CPO) DENGAN *REACTIVATED BLEACHING*
EARTH (RBE)**

Nama Mahasiswa : **Cindy Deviyanti Tirtaadmaja**

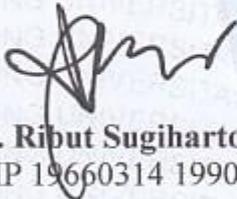
Nomor Pokok Mahasiswa : 1414051018

Program Studi : Teknologi Hasil Pertanian

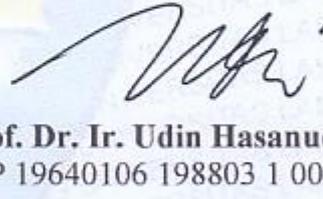
Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Ir. Ribut Sugiharto, M.Sc.
NIP 19660314 199003 1 009



Prof. Dr. Ir. Udin Hasanudin, M.T.
NIP 19640106 198803 1 002

2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian

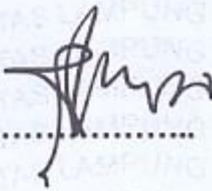


Ir. Suslawati, M.Si.
NIP 19610806 198702 2 001

MENGESAHKAN

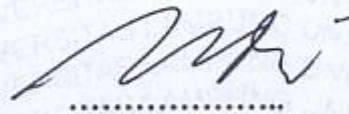
1. Tim Penguji

Ketua : Ir. Ribut Sugiharto, M.Sc.



.....

Sekretaris : Prof. Dr. Ir. Udin Hasanudin, M.T.

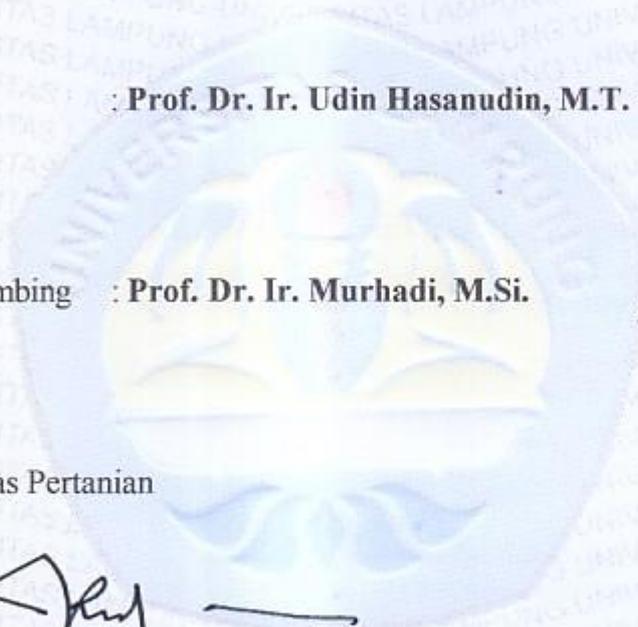


.....

**Penguji
Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si.**



.....



Dekan Fakultas Pertanian

Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 25 Maret 2019

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah Cindy Deviyanti Tirtaadmaja NPM 1414051018

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil kerja saya sendiri yang berdasarkan pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, April 2019
Pembuat pernyataan



Cindy Deviyanti Tirtaadmaja
NPM. 1414051018

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Tangerang pada tanggal 05 Mei 1996 sebagai anak ke dua dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Alm. Djohan Tirtaadmaja dan Ibu Ninati Tirtaadmaja. Penulis mengawali pendidikan sekolah dasar di SD Xaverius 3 Bandar Lampung yang selesai pada tahun 2008. Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan pendidikan di SMP Xaverius 4 Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2011, kemudian penulis melanjutkan pendidikan ke SMA Fransiskus Bandar Lampung dan lulus tahun 2014. Penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada tahun 2014 melalui jalur Ujian Masuk Lokal (UML).

Pada bulan Januari-Februari 2017, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Nambah Rejo, Kecamatan Kota Gajah, Kabupaten Lampung Tengah dengan tema “Pemberdayaan Kampung Berbasis Informasi dan Teknologi”. Pada bulan Juli-Agustus 2017, penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT. Indofood Sukses Makmur Tbk. Divisi Bogasari *Flour Mills*, Cibitung dan menyelesaikan laporan PU yang berjudul “Mempelajari Proses Produksi Tepung Terigu dengan *Raw Material Hard Wheat* di PT Indofood Sukses Makmur Tbk. Divisi Bogasari *Flour Mills* Cibitung”. Selama menjadi

mahasiswa, penulis menjadi Duta Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada tahun 2016-2017.

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan berkatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Pada penulisan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, dan dorongan baik itu langsung maupun tidak langsung dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Ibu Ir. Susilawati, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah memberikan bantuan, saran, kritik, dan masukan yang membangun untuk penulisan skripsi ini.
3. Bapak Ir. Ribut Sugiharto, M.Sc. selaku dosen pembimbing pertama dan dosen pembimbing akademik yang telah banyak memberikan bantuan dan pengarahan, bimbingan, kritik, saran, nasihat, dan motivasi selama pelaksanaan perkuliahan.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Udin Hasanudin, M.T. selaku pembimbing kedua yang telah banyak memberikan banyak bantuan, bimbingan, motivasi, pengarahan, saran, nasihat dan kritikan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Kedua orang tuaku tercinta Papi dan Mami, Pokky dan Dokun tersayang, serta keluarga besarku yang telah banyak memberikan kasih sayang,

dukungan moral, spiritual, material, motivasi, dan doa yang selalu menyertai penulis selama ini.

6. Segenap Bapak dan Ibu dosen serta staf administrasi dan laboratorium yang telah memberikan banyak ilmu pengetahuan, wawasan, dan bantuan kepada penulis selama menjadi mahasiswi di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
7. Sahabat-sahabat perkuliahan Chinanta, Dina, Fonny, Hotma, Cendy, Dieffa, Bella, Windy, Shinta, Aisyah, dan Mas Untung yang telah memberi dukungan, saran, dan semangat kepada penulis.
8. Keluarga THP angkatan 2014 serta teman-teman seperjuangan saat penelitian, terima kasih atas segala bantuan, semangat, dukungan, dan kebersamaannya selama ini.
9. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis sangat menyadari skripsi ini jauh dari kata sempurna, oleh sebab itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Penulis berharap semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas kebaikan bagi pihak-pihak tersebut dan semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan bagi pembaca.

Bandar Lampung, April 2019
Penulis

Cindy Deviyanti Tirtaadmaja

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xviii
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	4
1.3. Kerangka Pemikiran	4
1.4. Hipotesis	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. <i>Crude Palm Oil</i> (CPO).....	8
2.2. Proses Pemurnian <i>Crude Palm Oil</i> (CPO)	11
2.2.1. <i>Degumming</i>	12
2.2.2. Pemucatan (<i>Bleaching</i>)	12
2.2.1. Deodorisasi.....	13
2.3. Karotenoid	14
2.4. Tanah Pemucat (<i>Bleaching Earth</i>).....	16
2.5. Tanah Pemucat Bekas (<i>Spent Bleaching Earth</i>)	18
2.6. Tanah Pemucat Teraktivasi (<i>Reactivated Bleaching Earth</i>).....	19
III. BAHAN DAN METODE	
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	22
3.2. Bahan dan Alat.....	22
3.3. Metode Penelitian	23
3.4. Pelaksanaan Penelitian	24
3.4.1. Pelaksanaan Penelitian Pendahuluan	24
3.4.2. Proses Pemucatan <i>Degummed Palm Oil</i> (DPO)	29
3.5. Pengamatan	30
3.5.1. Rendemen	30
3.5.2. Efisiensi Pemucatan Warna	30
3.5.3. Kadar Air	31
3.5.4. Kadar Asam Lemak Bebas	32
3.5.5. Bilangan Iodium.....	33

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Penelitian Pendahuluan	34
4.2. Rendemen DBPO (<i>Degummed Bleached Palm Oil</i>).....	37
4.3. Effisiensi Pemucatan Warna DBPO DBPO (<i>Degummed Bleached Palm Oil</i>)	39
4.4. Kadar Air DBPO (<i>Degummed Bleached Palm Oil</i>).....	42
4.5. Kadar Asam Lemak Bebas DBPO (<i>Degummed Bleached Palm Oil</i>)	43
4.6. Bilangan Iodium DBPO (<i>Degummed Bleached Palm Oil</i>).....	47
4.7. Penentuan Perlakuan Terbaik.....	48

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan	52
5.2. Saran	52

DAFTAR PUSTAKA	53
-----------------------------	----

LAMPIRAN	58
-----------------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Syarat mutu Minyak Kelapa Sawit Mentah (CPO) menurut SNI 01-2901-1992.....	9
2. Komposisi Asam Lemak dan Titik Leleh pada CPO.....	10
3. Komposisi Kimia Tanah Pemucat.....	17
4. Tata Letak Perbandingan Konsentrasi RBE, Suhu, dan Waktu yang digunakan pada Proses Pemucatan CPO	24
5. Perbandingan Karakteristik Tanah Pemucat dengan SNI	35
6. Perangkingan DBPO yang dipucatkan dengan RBE	50
7. Rendemen (%) DBPO (<i>Degummed Bleached Palm Oil</i>).....	61
8. Uji kehomogenan (kesamaan) ragam (<i>Bartlett's Test</i>) rendemen (%) DBPO (<i>Degummed Bleached Palm Oil</i>).....	62
9. Uji additivitas (<i>Tukey's Test</i>) rendemen (%) DBPO (<i>Degummed Bleached Palm Oil</i>).....	63
10. Analisis ragam rendemen (%) DBPO (<i>Degummed Bleached Palm Oil</i>).....	64
11. Uji polynomial orthogonal rendemen (%) DBPO (<i>Degummed Bleached Palm Oil</i>).....	65
12. Effisiensi pemucatan warna (%) DBPO (<i>Degummed Bleached Palm Oil</i>).....	66
13. Transformasi data effisiensi pemucatan warna (%) DBPO (<i>Degummed Bleached Palm Oil</i>).....	67
14. Uji kehomogenan (kesamaan) ragam (<i>Bartlett's Test</i>) effisiensi pemucatan warna (%) DBPO (<i>Degummed Bleached Palm Oil</i>).....	68

15. Uji additivitas (<i>Tukey's Test</i>) efisiensi pemucatan warna (%) DBPO (<i>Degummed Bleached Palm Oil</i>).....	69
16. Analisis ragam efisiensi pemucatan warna (%) DBPO (<i>Degummed Bleached Palm Oil</i>).....	70
17. Uji polynomial orthogonal efisiensi pemucatan warna DBPO (<i>Degummed Bleached Palm Oil</i>).....	71
18. Kadar Air (%) DBPO (<i>Degummed Bleached Palm Oil</i>).....	72
19. Uji kehomogenan (kesamaan) ragam (<i>Bartlett's Test</i>) kadar air (%) DBPO (<i>Degummed Bleached Palm Oil</i>).....	73
20. Uji additivitas (<i>Tukey's Test</i>) kadar air (%) DBPO (<i>Degummed Bleached Palm Oil</i>).....	74
21. Analisis ragam kadar air (%) DBPO (<i>Degummed Bleached Palm Oil</i>).....	75
22. Uji polynomial orthogonal kadar air (%) DBPO (<i>Degummed Bleached Palm Oil</i>).....	76
23. Kadar asam lemak bebas (%) DBPO (<i>Degummed Bleached Palm Oil</i>).....	77
24. Uji kehomogenan (kesamaan) ragam (<i>Bartlett's Test</i>) kadar asam lemak bebas (%) DBPO (<i>Degummed Bleached Palm Oil</i>).....	78
25. Uji additivitas (<i>Tukey's Test</i>) kadar asam lemak bebas (%) DBPO (<i>Degummed Bleached Palm Oil</i>).....	79
26. Analisis ragam kadar asam lemak bebas (%) DBPO (<i>Degummed Bleached Palm Oil</i>).....	80
27. Uji polynomial orthogonal kadar asam lemak bebas (%) DBPO (<i>Degummed Bleached Palm Oil</i>).....	81
28. Bilangan iodium (g I ₂ /100 g) DBPO (<i>Degummed Bleached Palm Oil</i>).....	82
29. Uji kehomogenan (kesamaan) ragam (<i>Bartlett's Test</i>) bilangan Iodium (g I ₂ /100 g) DBPO (<i>Degummed Bleached Palm Oil</i>).....	83
30. Uji additivitas (<i>Tukey's Test</i>) bilangan iodium (g I ₂ /100 g) DBPO (<i>Degummed Bleached Palm Oil</i>).....	84

31. Analisis ragam bilangan iodium (g I ₂ /100 g) DBPO (<i>Degummed Bleached Palm Oil</i>).....	85
---	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Crude Palm Oil</i> (CPO)	8
2. Struktur kimia β - Karoten.....	16
3. Tanah Pemucat (<i>Bleaching Earth</i>)	16
4. Struktur Montmorillonit	18
5. Tanah Pemucat Bekas (SBE)	19
6. Diagram alir proses reaktivasi <i>Spent Bleaching Earth</i> (SBE)	25
7. Diagram alir proses <i>degumming</i> minyak sawit kasar (CPO)	28
8. Diagram alir proses pemucatan <i>Degummed Palm Oil</i> (DPO).....	29
9. Pengaruh Konsentrasi RBE, Suhu, dan Waktu Pemucatan terhadap Rendemen DBPO	38
10. Pengaruh Konsentrasi RBE, Suhu, dan Waktu Pemucatan terhadap Efisiensi Pemucatan Warna DBPO	40
11. Pengaruh Konsentrasi RBE terhadap Kadar Air DBPO	43
12. Pengaruh Konsentrasi RBE terhadap Kadar Asam Lemak Bebas DBPO	44
13. Pengaruh Suhu Pemucatan terhadap Kadar Asam Lemak Bebas DBPO	46
14. Pengaruh Waktu Pemucatan terhadap Kadar Asam Lemak Bebas DBPO	46
15. SBE sisa produksi biosolar	86
16. Penimbangan SBE.....	86

17. Penambahan larutan HNO ₃ (5%).....	86
18. Pemanasan Tahap Pertama (180°C).....	86
19. Pemanasan Tahap Pertama (180°C).....	86
20. SBE siap masuk tanur	86
21. Pemanasan Tahap Pertama (400°C).....	86
22. RBE (<i>Reactivated Bleaching Earth</i>)	86
23. CPO	87
24. Penambahan Asam fosfat ke dalam CPO.....	87
25. CPO yang telah disentrifugasi.....	87
26. <i>Gum</i> (fosfatida)	87
27. DPO (<i>Degummed Palm Oil</i>)	87
28. Pemanasan DPO (<i>Degummed Palm Oil</i>)	87
29. Penambahan RBE ke dalam DPO	87
30. Penyaringan DBPO dan RBE.....	87
31. DBPO (<i>Degummed Bleached Palm Oil</i>) dengan menggunakan RBE.....	88
32. DBPO dengan menggunakan BE (<i>Bleaching Earth</i>).....	88
33. Penyiapan alat labu didih	88
34. Proses Ekstraksi Minyak SBE dan RBE	88
35. Komponen non polar yang terdapat di labu didih.....	88
36. Penambahan etanol hangat ke dalam DBPO.....	89
37. Penambahan indikator pp.....	89
38. Setelah proses titrasi dengan NaOH 0,1N.....	89
39. Penambahan DBPO dengan sikloheksan, larutan wijs, dan larutan KI 10%	89

40. Setelah proses titrasi dengan larutan Natrium Tiosulfat 0,1 N 89

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Masalah

Indonesia adalah negara penghasil minyak kelapa sawit terbesar di dunia. Pada tahun 2018 produksi *Crude Palm Oil* (CPO) di Indonesia sebesar 43 juta ton. Ekspor CPO di Indonesia pada tahun 2018 mencapai 34,71 juta ton, sedangkan untuk konsumsi nasional sebesar 8,29 juta ton (GAPKI, 2019). Dalam industri minyak kelapa sawit, warna merupakan salah satu parameter dalam penentuan kualitas minyak dan digunakan sebagai dasar dalam penentuan apakah minyak tersebut diterima atau tidak dalam dunia perdagangan. Semakin gelap warna CPO maka akan semakin mahal biaya yang dibutuhkan dalam proses pemurnian, selain itu warna yang gelap juga menandakan kualitas minyak yang rendah (Low *et al.*, 1998). Dalam usaha memperoleh minyak yang dapat dikonsumsi dan diterima oleh masyarakat, CPO harus melalui proses pemurnian. Salah satu perlakuan dalam proses pemurnian CPO yaitu proses pemucatan.

Pemucatan merupakan suatu tahap proses pemurnian minyak untuk menghilangkan zat-zat warna yang tidak disukai dalam minyak (Wahyudi, 2000). Menurut Young (1987), proses pemucatan CPO umumnya menggunakan tanah pemucat (*Bleaching Earth*) dengan proporsi berkisar 0,5-2,0% dari massa total CPO yang diolah.

Bleaching Earth (BE) merupakan salah satu bahan yang digunakan dalam dunia perdagangan untuk sejenis lempung dengan struktur montmorilonit yang digunakan untuk menyerap pigmen warna yang terdapat di dalam CPO sehingga dihasilkan minyak yang lebih jernih (Tsai *et al.*, 2002). Menurut Basiron (2005), selain untuk menyerap pigmen warna pada CPO, BE juga menyerap komponen pengotor lainnya yang berupa logam, air, produk-produk oksidasi, serta asam fosfat berlebih sisa dari proses sebelumnya. Pada tahun 2018 konsumsi CPO dalam negeri untuk membuat minyak goreng dan turunannya sebesar 8,29 juta ton, maka dalam proses pemurnian CPO diperlukan BE sebesar 2% yakni sebesar 166.000 ton. Peningkatan konsumsi BE akan mengakibatkan peningkatan jumlah tanah pemucat bekas yang digunakan.

Tanah pemucat bekas atau *Spent Bleaching Earth* (SBE) merupakan BE yang telah terdeaktivasi, karena seluruh pori-porinya telah terisi penuh oleh bahan pengotor. Hal ini ditunjukkan dengan berkurangnya atau bahkan hilangnya kemampuan mengadsorpsi bahan-bahan pengotor pada CPO (Chanrai dan Burge, 2004).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) No.101 tahun 2014, SBE dikategorikan sebagai limbah bahan berbahaya dan beracun (limbah B3). Alasan yang menjadi pertimbangan tersebut adalah karena bahan tersebut mengandung residu minyak dan asam. Pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan nomor P.56/Menlhk-Setjen/2015 tentang Tata Cara dan Persyaratan Teknis Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun dikemukakan bahwa limbah ini dapat digunakan sesuai dengan aturan yang dikenal dengan 3R (*Recycle, Reuse, dan Recovery*). Terdapat beberapa penelitian mengenai pemanfaatan kandungan minyak

SBE yaitu untuk memproduksi biosolar (Kusumaningtyas, 2011; Suryani *et al.*, 2015; Wijaya, 2017; Cholic, 2018). SBE yang telah diambil minyaknya selanjutnya dapat direaktivasi untuk digunakan kembali (*reuse*) sebagai adsorben dalam proses pemucatan CPO. Proses reaktivasi dilakukan dengan memulihkan kemampuan penyerapannya dan diharapkan akan mengurangi ketergantungan BE pada industri minyak goreng.

Menurut Kumar *et al.* (2004), beberapa faktor yang berpengaruh pada proses pemucatan dengan proses adsorpsi antara lain jenis adsorben, suhu, dan lamanya waktu pemucatan. Oleh karena itu dalam penelitian ini SBE sisa dari proses produksi biosolar akan diproses lebih lanjut untuk dimanfaatkan kembali sebagai adsorben dalam proses pemucatan CPO. Namun belum diketahui konsentrasi RBE, suhu, dan waktu optimum untuk proses pemucatan CPO. Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian ini untuk memanfaatkan *Reactivated Bleaching Earth* (RBE) sebagai adsorben dalam proses pemucatan CPO untuk menghasilkan *Degummed Bleached Palm Oil* (DBPO) yang bermutu paling baik.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah

1. Mengetahui konsentrasi *Reactivated Bleaching Earth* (RBE) optimum pada proses pemucatan untuk menghasilkan *Degummed Bleached Palm Oil* (DBPO) yang bermutu paling baik.
2. Mengetahui suhu optimum pada proses pemucatan untuk menghasilkan *Degummed Bleached Palm Oil* (DBPO) yang bermutu paling baik.
3. Mengetahui waktu optimum pada proses pemucatan untuk menghasilkan *Degummed Bleached Palm Oil* (DBPO) yang bermutu paling baik.
4. Mengetahui interaksi antara suhu, waktu, dan konsentrasi *Reactivated Bleaching Earth* (RBE) pada proses pemucatan CPO.

1.3. Kerangka Pemikiran

Crude Palm Oil (CPO) merupakan minyak kelapa sawit mentah yang diperoleh dari hasil ekstraksi atau pengempaan daging buah kelapa sawit (Wahyudi, 2000).

Menurut Ketaren (1986), kualitas minyak sawit ditentukan oleh tingkat kemurnian CPO. Salah satu tahapan dari proses pemurnian minyak sawit adalah proses pemucatan (*bleaching*). Proses pemucatan dilakukan dengan tujuan mereduksi pigmen-pigmen warna yang tidak diinginkan (pheophytin, klorofil, dan karotenoid) serta memisahkan pengotor-pengotor dari minyak dengan melakukan penambahan adsorben. Salah satu adsorben yang biasa digunakan untuk memucatkan minyak adalah *Bleaching Earth* (BE) (Low *et al.*, 1998). Peningkatan konsumsi BE pada

proses pemucatan CPO akan mengakibatkan peningkatan jumlah tanah pemucat bekas (*Spent Bleaching Earth*).

Menurut Lee *et al.* (2009), SBE masih memiliki kandungan minyak nabati yaitu sekitar 20-40%. Wijaya (2017) telah melakukan *recovery* minyak yang terkandung pada SBE dan diolah menjadi biosolar. SBE sisa produksi biosolar tersebut dapat dimanfaatkan kembali, salah satunya dalam proses pemucatan CPO melalui proses reaktivasi. Menurut Kumar *et al.* (2004), beberapa faktor yang berpengaruh pada proses pemucatan dengan proses adsorpsi antara lain jenis adsorben, suhu, dan lamanya waktu pemucatan.

Suryani *et al.* (2015) telah melakukan penelitian untuk mendapatkan metode terbaik pada proses reaktivasi SBE. Hasil penelitian tersebut menghasilkan SBE teraktivasi (RBE) yang memiliki nilai efisiensi pemucatan terbaik yaitu perlakuan jenis asam HNO_3 5% (v/v) dengan rasio 1:2 (SBE:asam) pada suhu 120°C selama 60 menit. Kemudian beliau melakukan proses pemucatan CPO dengan SBE yang telah teraktivasi (RBE). Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Bleached Palm Oil* (BPO) memiliki asam lemak bebas yang belum memenuhi SNI 01-2901-2006, bilangan iodium sesuai SNI 01-2901-2006, efisiensi pemucatan dan % Transmittan hasil reaktivasi hampir setara dengan *Bleaching Earth* (BE). Namun tidak ditunjukkan berapa penggunaan konsentrasi RBE untuk proses pemucatan tersebut.

Menurut Pahan (2008), proses pemucatan minyak sawit dengan BE secara komersial (di industri) dilakukan pada suhu $100\text{-}130^\circ\text{C}$ selama 30 menit, dengan penambahan

konsentrasi BE sekitar 0,5-2%. Selain itu, Fatmawati (2011) telah melakukan reaktivasi SBE pada penggunaan konsentrasi HNO_3 5% serta digunakan pada proses pemucatan CPO dengan kadar sebesar 1-5% dari berat minyak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan tanah pemucat sebanyak 5% dari berat minyak menghasilkan nilai efisiensi pemucatan warna terbaik.

Yusaldi (2011) telah melakukan penelitian tentang RBE dan penggunaan kembali dalam pemurnian CPO. Konsentrasi RBE yang ditambahkan sebanyak 2,5 % bobot minyak pada suhu $105^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ selama 30 menit. Selain itu, Haryono *et al.* (2012) melakukan penelitian tentang proses pemucatan CPO dengan arang aktif. Perlakuan terbaik diperoleh pada konsentrasi arang aktif sebesar 5% ($\% \text{ }^b/\text{ }_b$) pada suhu 120°C selama 30 menit dan menghasilkan tingkat kecerahan 40 mg/L Pt, bilangan asam 5,66 mg KOH/g minyak, bilangan penyabunan 170,33 mg KOH/g minyak, kadar fosfor 3,31 ppm, dan kadar air 0,06%-b.

Hasil–hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa konsentrasi RBE, suhu, serta waktu pada proses pemucatan akan mempengaruhi kualitas minyak yang dihasilkan, namun hingga saat ini belum diketahui berapa konsentrasi RBE, suhu, dan waktu pemucatan optimal yang menghasilkan DBPO bermutu baik. Pada penelitian ini akan menggunakan SBE sisa produksi biosolar yang akan diproses lebih lanjut untuk dilakukan reaktivasi dan selanjutnya dimanfaatkan dalam proses pemucatan CPO. Oleh karena itu, penelitian ini dimaksudkan untuk mendapatkan konsentrasi RBE, suhu, dan waktu yang optimal pada proses pemucatan CPO untuk memperoleh

rendemen, efisiensi pemucatan warna, kadar asam lemak bebas, kadar air, dan bilangan iodium terbaik.

1.4. Hipotesis

Adapun hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah :

1. Terdapat konsentrasi *Reactivated Bleaching Earth* (RBE) yang optimum pada proses pemucatan untuk menghasilkan *Degummed Bleached Palm Oil* (DBPO) yang bermutu paling baik.
2. Terdapat suhu optimal pada proses pemucatan untuk menghasilkan *Degummed Bleached Palm Oil* (DBPO) yang bermutu paling baik.
3. Terdapat waktu optimal pada proses pemucatan untuk menghasilkan *Degummed Bleached Palm Oil* (DBPO) yang bermutu paling baik.
4. Terdapat interaksi antara suhu, waktu, dan konsentrasi *Reactivated Bleaching Earth* (RBE) pada proses pemucatan CPO.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Crude Palm Oil* (CPO)

Crude Palm Oil (CPO) adalah minyak kelapa sawit mentah yang diperoleh dari hasil ekstraksi atau pengempaan daging buah kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) dan belum mengalami tahap pemurnian. CPO secara alami berwarna merah jingga karena mengandung sekitar 500-700 ppm β -karoten yang tinggi (Wahyudi, 2000). CPO bersifat semi padat pada suhu kamar, dengan titik cair antara 40-70°C. Berdasarkan perbedaan titik cairnya CPO dibagi menjadi 2 (dua) fraksi besar, yaitu fraksi olein (berbentuk cair) dan fraksi stearin (berbentuk padat) (Serlahwaty, 2007).



Gambar 1. *Crude Palm Oil* (CPO)

Untuk memperoleh minyak sawit yang bermutu baik, CPO harus mengalami proses pemurnian terlebih dahulu agar tidak terjadi penurunan mutu akibat adanya reaksi hidrolisis dan oksidasi. Ketengikan terjadi karena asam lemak pada suhu

ruang dirombak akibat hidrolisis atau oksidasi menjadi hidrokarbon, alkanal, atau keton. Untuk mencegah terjadinya proses ketengikan pada minyak, CPO yang dihasilkan disimpan didalam *storage tank* dan kadar air CPO harus rendah, apabila adanya sejumlah air didalam minyak dapat menyebabkan terjadinya reaksi hidrolisis yang dapat mengakibatkan ketengikan (Rianto, 1995). Berikut syarat mutu minyak kelapa sawit mentah (CPO) menurut SNI 01-2901-1992 disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Syarat mutu Minyak Kelapa Sawit Mentah (CPO) menurut SNI 01-2901-1992

Kriteria Uji	Syarat Mutu
Warna	Kuning jingga sampai kemerahan
Kadar air dan kotoran	Maks. 0,5%
Asam lemak bebas (sebagai asam palmitat)	Maks. 5%
Bilangan Iodium	50-55 g I ₂ /100 g minyak

Sumber : Badan Standardisasi Nasional (1992)

Komponen penyusun minyak kelapa sawit terdiri dari trigliserida dan non trigliserida. Asam-asam lemak penyusun trigliserida terdiri dari asam lemak jenuh (47-48%) dan asam lemak tak jenuh (52-53%) (Kuswardhani, 2007). Asam lemak yang terkandung di dalam CPO sebagian besar adalah asam lemak jenuh yaitu asam palmitat sebesar 39-45% sedangkan asam lemak tidak jenuh yaitu asam oleat sebesar 37-44%. Asam lemak jenuh hanya memiliki ikatan tunggal diantara atom-atom karbon penyusunnya, sedangkan asam lemak tak jenuh mempunyai paling sedikit satu ikatan rangkap diantara atom-atom karbon penyusunnya. Asam lemak jenuh bersifat lebih stabil (tidak mudah bereaksi) daripada asam lemak tak jenuh. Ikatan ganda pada asam lemak tak jenuh mudah

bereaksi dengan oksigen (mudah teroksidasi). Kandungan asam palmitat yang tinggi membuat minyak sawit tahan terhadap oksidasi dibanding jenis minyak nabati lain. CPO berfasa semi padat pada suhu kamar karena komposisi asam lemak yang bervariasi dengan titik leleh yang juga bervariasi. Berikut komposisi asam lemak dan titik leleh pada CPO dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Asam Lemak dan Titik Leleh pada CPO

Jenis Asam Lemak	Komposisi (%)	Titik Leleh (°C)
Asam Kaprat(C10:0)	1-3	31.5
Asam Laurat (C12:0)	0-1	44
Asam Miristat (C14:0)	0.9-1.5	58
Asam Palmitat (C16:0)	39.2-45.8	64
Asam Stearat (18:0)	3.7-5.1	70
Asam Oleat (18:1)	37.4-44.1	14
Asam Linoleat (C18:2)	8.7-12.5	-11
Asam Linolenat (C18:3)	0-0.6	-9

Sumber : Ketaren (2008)

Beberapa komponen non trigliserida yang terdapat dalam CPO dengan jumlah yang kecil, yaitu karotenoid, tokoferol, sterol, air, dan fosfolipid. Meskipun komponen-komponen tersebut kadarnya dalam jumlah rendah (dibawah 1%) tetapi komponen tersebut memiliki fungsi yang cukup penting, yaitu berpengaruh terhadap stabilitas dan akan berpengaruh terhadap kemampuan pemurnian, serta dapat meningkatkan nutrisi produk. Komponen non-trigliserida ini merupakan komponen yang menyebabkan rasa, aroma dan warna minyak kurang baik. Karotenoid mudah rusak oleh adanya perlakuan panas, maka dari itu, biasanya warna minyak setelah proses pemurnian akan berubah menjadi tampak lebih bening. Proses pemurnian juga dapat menyebabkan kehilangan komponen tokoferol, terlebih jika dalam kondisi pemurnian yang tidak sesuai

maka dapat menyebabkan kehilangan komponen yang cukup signifikan (Basiron, 2005).

2.2. Proses Pemurnian *Crude Palm Oil* (CPO)

Pemurnian (*refinery*) adalah proses memurnikan minyak kelapa sawit yang pada akhirnya akan dihasilkan produk yang berwarna lebih cerah, tidak berasa, dan stabilitas meningkat. Tujuan dari proses pemurnian adalah untuk menghilangkan komponen-komponen yang bersifat mengganggu di dalam produk minyak dan juga untuk meminimalisir kerusakan (Gibon *et al.*, 2007). Minyak sawit yang diekstrak dari daging buah *mesocarp* kelapa sawit masih berupa minyak sawit kasar (CPO), walaupun dalam jumlah kecil namun masih mengandung komponen dan pengotor yang tidak diinginkan. Komponen ini termasuk air, asam lemak bebas, phospholipida, logam, produk oksidasi, dan komponen penghasil bau sehingga diperlukan proses pemurnian sebelum digunakan sehingga menjadi tidak memiliki rasa dan sudah memiliki kestabilan (Basiron, 2005).

Prinsip proses pemurnian (*refinery*) minyak adalah menghilangkan komponen pengotor yang terdapat dalam CPO dengan melalui serangkaian tahapan proses, yaitu *degumming*, *bleaching*, dan *deodorizing* sehingga menghasilkan produk *Refined Bleached Deodorized Palm Oil* (RBDPO) yang sesuai spesifikasinya. Pemurnian CPO dapat dilakukan dengan dua metode yaitu pemurnian fisik dan pemurnian kimia. Perbedaan antara 2 metode ini terletak pada cara menghilangkan komponen asam lemak bebas yang berada dalam produk, akan tetapi kedua metode dapat menghasilkan RBDPO yang memiliki kualitas dan stabilitas yang diinginkan. Metode pemurnian fisik merupakan metode pemurnian

yang lebih populer karena lebih efektif dan efisien. Keuntungan dari metode ini adalah dapat menghasilkan *yield* yang lebih banyak, mengurangi penggunaan bahan kimia, mengurangi penggunaan air serta dapat mengurangi dampak kerusakan terhadap lingkungan. Pemurnian secara fisik yaitu melalui tahap *pre-treatment (degumming)*, pemucatan (*bleaching*), dan deodorisasi (Basiron, 2005) :

2.2.1. Degumming

Tahap ini merupakan tahap awal pada proses pemurnian dengan tujuan untuk memisahkan seluruh fosfolipid (*gum*) yang terdapat dalam minyak. Fosfolipid yang dibiarkan mengendap selama masa penyimpanan dapat menyebabkan *off-flavor* dan dapat menyebabkan terjadinya perubahan warna menjadi gelap pada minyak ketika digunakan untuk proses menggoreng. Selain itu, fosfolipid menjadi salah satu penyebab terjadinya perubahan warna pada minyak (Lin and Koseoglu, 2005). *Degumming* dilakukan dengan melakukan penambahan asam fosfat kepada minyak, lalu akan diberi perlakuan panas dengan suhu 90-100°C dalam waktu 15-30 menit (Basiron, 2005). Setelah itu, fosfatida akan dihilangkan dengan proses filtrasi setelah melalui tahap *bleaching* (Kapoor and Nair, 2005). Proses ini akan menghasilkan *Degummed Palm Oil (DPO)*.

2.2.2 Pemucatan (Bleaching)

Pemucatan (*bleaching*) merupakan proses mereduksi pigmen warna (pheophytin dan karotenoid), yaitu dengan melakukan penambahan *bleaching earth (BE)* (Taylor, 2005). Penambahan materi *bleaching earth (BE)* ini dilakukan tergantung dari kualitas *Crude Palm Oil (CPO)* awal. Tahap *bleaching* dilakukan

dengan menggunakan suhu 100-130°C dalam waktu 30 menit. Tujuan dari penambahan BE adalah untuk menyerap pengotor yang masih terdapat di dalam minyak, seperti karotenoid, logam, air, asam lemak bebas, dan sebagian pengotor lainnya (Ketaren, 2008). Penambahan BE juga memiliki beberapa tujuan lainnya, yaitu untuk mereduksi hasil produk oksidasi dan untuk menghilangkan asam fosfat berlebih yang masih terdapat di dalam minyak.

Selain penghilangan zat warna, proses pemucatan juga dapat mengurangi komponen-komponen lain yang tidak diinginkan seperti logam-logam transisi sekitar 0,001-0,1 ppm. Proses pemucatan juga akan menyerap sebagian suspensi koloid (gum dan resin) serta hasil degradasi minyak seperti peroksida (Ketaren, 1986). Selanjutnya BE akan dihilangkan pada tahap filtrasi yang dinamakan *Spent Bleaching Earth* (SBE). Hasil dari tahap *bleaching* ini akan menghasilkan minyak yang lebih cerah (*Degummed Bleached Palm Oil*) (Basiron, 2005).

2.2.3 Deodorisasi

Deodorisasi merupakan suatu tahap proses pemurnian minyak yang bertujuan untuk menghilangkan bau dan rasa (*flavor*) yang tidak enak dalam minyak. Pada dasarnya deodorisasi merupakan suatu proses destilasi dengan suhu tinggi dalam keadaan vakum. Pada suhu tinggi, komponen-komponen yang menimbulkan bau dari minyak mudah diuapkan, kemudian melalui aliran uap komponen-komponen tersebut dipisahkan dari minyak. Komponen-komponen yang dapat menimbulkan rasa dan bau dari minyak antara lain aldehida, keton, hidrokarbon yang jumlahnya sekitar 0,1% dari berat minyak (Djarmiko dan Widjaja, 1985).

Deodorisasi sebagai tahap terakhir dalam pemurnian minyak, merupakan proses distilasi dengan pelucutan uap air (stema). Uap panas yang digunakan kemudian diinjeksikan ke dalam minyak pada suhu tinggi dengan kondisi vakum . Hasil produk dari proses sebelumnya disebut *Degummed Bleached Palm Oil* (DBPO) ini dipanaskan dengan suhu 240-270°C dan dalam tekanan 2-5 mmHg dalam *heat exchanger*. Di dalam kondisi yang sesuai dan dengan adanya aliran steam, maka asam lemak bebas yang masih terdapat di dalam DBPO akan didistilasi bersama komponen volatil dan hasil produk oksidasi seperti aldehid dan keton. Penyebab aroma dan rasa yang tidak enak pada minyak dapat disebabkan karena terdapat aldehid dan keton. Selain itu, karotenoid akan ikut terdagradasasi sehingga pada akhirnya akan menghasilkan minyak yang memiliki warna lebih cerah dan tidak memiliki rasa atau biasa disebut sebagai *Refined Bleached Deodorized Palm Oil* (RBDPO) (Basiron, 2005).

2.3. Karotenoid

Komponen non trigliserida atau komponen minor yang besar dalam minyak kelapa sawit (CPO) adalah senyawa karotenoid. Senyawa ini menimbulkan warna merah jingga pada CPO, larut dalam asam lemak, minyak, lemak dan pelarut minyak serta pelarut lemak, tetapi tidak larut dalam air. Ada dua kelompok besar karotenoid berdasarkan unsur penyusunnya, yaitu xantofil (karotenoid yang membawa atom oksigen) dan karotena (karotenoid yang murni hidrokarbon, tidak memiliki atom oksigen). Senyawa karotena terdiri dari α , β , dan γ karoten dan termasuk kelompok pigmen yang berwarna kuning, jingga, merah jingga. Sebagai pigmen, karotenoid pada umumnya menyerap cahaya biru dan memantulkan

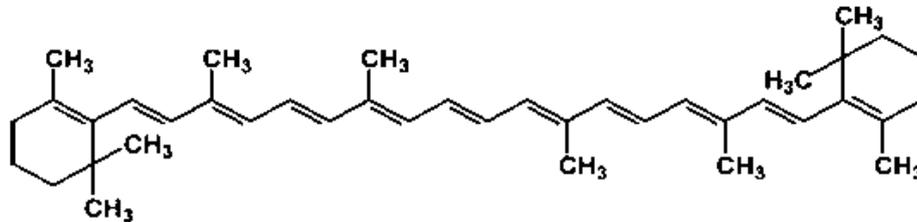
warna-warna berpanjang gelombang besar (merah sampai kuning kehijauan). Karoten merupakan persenyawaan hidrokarbon tidak jenuh dan jika minyak dehidrogenasi maka karoten pun akan ikut terhidrogenasi sehingga intensitas warna jingga dalam minyak akan berkurang.

Karoten bersifat tidak stabil pada suhu tinggi. Adanya struktur ikatan rangkap pada molekul β -karoten (11 ikatan rangkap pada 1 molekul β -karoten) menyebabkan bahan ini mudah teroksidasi ketika terkena udara. Beberapa macam kerusakan karotenoid yang mungkin terjadi, diantaranya kerusakan pada suhu tinggi. Muchtadi (1992) menyebutkan bahwa karotenoid akan mengalami kerusakan pada suhu tinggi melalui degradasi thermal sehingga terjadi dekomposisi karotenoid yang mengakibatkan turunnya intensitas warna karoten atau terjadi pemucatan warna.

Struktur dasar karotenoid terdiri dari ikatan hidrokarbon tidak jenuh yang dibentuk oleh 40 atom C atau 8 unit isoprena dan memiliki dua buah gugus cincin. Fraksi karotenoid yang paling berpengaruh dalam CPO adalah β -karoten, pigmen ini juga tidak stabil terhadap pemanasan. Karotenoida termasuk kedalam kelompok senyawa terpenoid, di mana mempunyai rumus umum adalah $(C_5H_8)_n$. Untuk karotenoida memiliki $n=8$ (tetra), sehingga rumus kimia karotenoida adalah $C_{40}H_{56}$ (Gross, 1991).

Karotenoid berperan penting dalam pencegahan penyakit regeneratif, dengan cara mempertahankan fungsi sistem imun dan antioksidan. Asupan β – Karoten dalam jumlah yang memadai mampu menghambat sel-sel kanker. Selain itu fungsi lain karotenoid adalah untuk mengatur fungsi-fungsi kekebalan tubuh (imunitas),

melindungi dari proses penuaan. Struktur kimia β - Karoten dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur kimia β - Karoten
Sumber : Istighfaro (2010)

2.4. Tanah Pemucat (*Bleaching Earth*)

Tanah pemucat (*Bleaching Earth*) merupakan sejenis tanah lempung dengan komposisi utamanya terdiri dari SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO, dan MgO. Menurut Wahyudi (2000), BE telah lama digunakan untuk proses adsorpsi komponen warna dalam minyak nabati. Konsentrasi BE yang biasa digunakan dalam proses pemucatan *Crude Palm Oil* (CPO) adalah sebesar 1-2% (b/b) minyak. Namun bila warna yang dikehendaki adalah putih atau kuning pucat, dibutuhkan BE sebesar 3-5% (b/b) minyak (Devine dan Williams, 1961).



Gambar 3. Tanah Pemucat (*Bleaching Earth*)

Arifin dan Sudrajat (1997) menyatakan bahan dasar yang digunakan untuk membuat BE adalah bentonit. Bentonit merupakan istilah dalam dunia

perdagangan yang tergolong dalam kelompok besar tanah lempung yang mengandung komponen utama mineral montmorillonit. Tanah pemucat mengandung mineral montmorillonit sekitar 85% dan fragmen sisanya terdiri dari campuran mineral kuarsa, gipsum, kolinit dan lain-lain (Supeno, 2007).

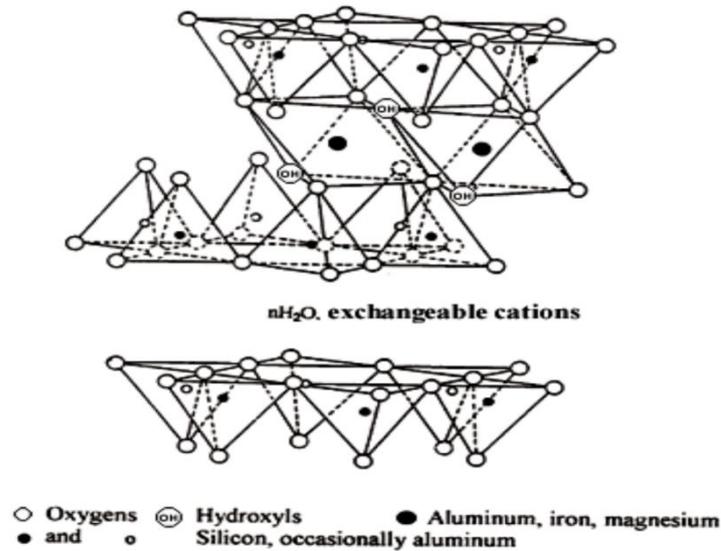
Komposisi kimia bahan tanah pemucat dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi Kimia Tanah Pemucat

Komponen	Kandungan (%)
SiO ₂	65.24
Al ₂ O ₃	15.12
Fe ₂ O ₃	5.27
MgO	2.04
CaO	1.67
Na ₂ O	2.71
K ₂ O	2.07
TiO ₂	0.68
MnO ₂	0.21
P ₂ O ₅	0.006
Lainnya	4.92

Sumber : Zhangsheng *et al.* (2006)

Menurut Tank (1993) montmorillonit yang terdapat dalam bentonit merupakan mineral yang dapat mengembang dan mengerut yang tergolong ke dalam kelompok smektit serta mempunyai komposisi kimia yang beragam. Potensi mengembang-mengerut dan adanya muatan negatif yang tinggi merupakan penyebab mineral tersebut dapat menerima dan menjerap ion-ion logam dan kation-kation organik. Montmorillonit mempunyai gugus Mg²⁺ dan ion Fe²⁺ dalam posisi oktahedral. Daya pemucat BE disebabkan keberadaan ion Al³⁺ pada permukaan partikel penjerap sehingga dapat mengadsorpsi zat warna dan tergantung perbandingan Al₂O₃ dan SiO₂ dalam BE (Ketaren 2008). Struktur montmorillonit disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Struktur Montmorillonit
 Sumber : Braja (1993)

2.5. Tanah Pemucat Bekas (*Spent Bleaching Earth*)

Tanah Pemucat Bekas (*Spent Bleaching Earth*) adalah limbah padat yang dihasilkan dalam tahapan proses pemurnian minyak dalam industri minyak nabati (Chanrai and Burge, 2004). SBE yang berasal dari proses pemurnian CPO merupakan campuran antara *bleaching earth* dengan senyawa organik yang berasal dari CPO. Senyawa organik yang berasal dari CPO sebagian besar merupakan senyawa trigliserida dan komponen organik dalam jumlah relatif kecil (digliserida, asam lemak bebas, protein, zat warna alami, dan *wax*). Selain itu dalam SBE juga masih terkandung komponen asam fosfat. Asam fosfat ini berasal dari proses *degumming* yang terbawa oleh CPO ke unit *bleaching* (Wahyudi, 2000). Menurut Lee *et al.* (2009), SBE masih memiliki kandungan minyak nabati yaitu sekitar 20-40%.



Gambar 5. Tanah Pemucat Bekas (SBE)

SBE yang telah digunakan dalam proses pemurnian CPO lama kelamaan akan terdeaktivasi karena permukaannya telah tertutupi oleh bahan-bahan pengotor yang terbawa pada proses pemurnian CPO antara lain fosfatida, gum, logam, asam lemak, serta zat warna pada CPO sehingga tidak dapat digunakan kembali. Apabila SBE berinteraksi dengan air, senyawa tersebut akan mudah terurai, sehingga menimbulkan bau busuk yang mengganggu lingkungan (Wahyudi 2000). Menurut PP No.101 tahun 2014 mengenai SBE dikategorikan sebagai limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (limbah B3).

2.6. Tanah Pucat Teraktivasi (*Reactivated Bleaching Earth*)

Tanah Pucat Teraktivasi (*Reactivated Bleaching Earth*) adalah hasil perlakuan pengaktifan kembali tanah pemucat bekas. Menurut Wahyudi (2000) proses aktivasi tanah pemucat bekas dapat dilakukan dengan proses pengasaman dan pemanasan. Pada prinsipnya SBE memiliki kemampuan adsorpsi yang rendah tetapi jika dilakukan reaktivasi maka daya adsorpsinya akan meningkat. Proses reaktivasi pada SBE dapat dilakukan secara fisika dan kimia. Proses daur ulang secara fisika dapat dilakukan dengan cara mengaktivasi SBE tersebut dengan metode pemanasan dan secara kimia dapat dilakukan dengan bantuan media

activator, seperti asam kuat (HCl, H₂SO₄, H₃PO₄) dan hidrogen peroksida (H₂O₂) (Wambu, 2009).

Pada proses pemanasan pada suhu 180°C diharapkan terjadi reaksi polimerisasi pada minyak yang menempel di tanah pemucat bekas. Reaksi polimerisasi ini diharapkan membentuk senyawa hidrokarbon yang mempunyai struktur kimia kompleks dengan berat molekul yang tinggi. Pemanasan lanjutan (300-700°C) diharapkan dapat merubah senyawa hidrokarbon tersebut menjadi *coke* (arang). Coke tersebut dengan bantuan asam dan suhu tinggi diharapkan menjadi bahan yang mempunyai permukaan aktif. Menurut Falaras *et al.* (1999), bagian tanah pemucat seperti bagian permukaan dan sifat asam dapat dioptimalkan dengan mengontrol kondisi aktivasi seperti jenis dan jumlah asam, suhu, dan waktu aktivasi.

Salah satu yang dapat menurunkan daya adsorpsi bentonit sebagai adsorben adalah keberadaan unsur C (Wahyudi, 2000). Kadar unsur C telah menjadi arang pada saat reaktivasi terjadi. Struktur arang tersebut akan menjadi bahan yang mempunyai permukaan aktif dalam mengadsorpsi zat warna pada pemucatan CPO dengan penambahan asam pada suhu tinggi. Semakin luasnya permukaan tanah pemucat akan meningkatkan daya adsorpsi tanah pemucat terhadap CPO. Proses aktivasi tanah pemucat dengan peningkatan konsentrasi asam akan meningkatkan pelepasan ion Al, Fe, Mg, dan pengotor lainnya dari kisi-kisi struktur sehingga secara fisiknya tanah pemucat menjadi lebih aktif dalam mengadsorpsi zat warna pada pemucatan CPO. Hal tersebut dapat terjadi pada proses aktivasi tanah pemucat pada suhu dan waktu yang tetap (Onal *et al.*, 2002).

Pada aktivasi menggunakan asam mula-mula terjadi pertukaran kation dari garam mineral (Ca^{+2} dan Mg^{+2}) pada lapisan interlayer tanah pemucat dengan ion H^+ dari asam, kemudian diikuti dengan pelarutan ion Al^{3+} dan ion logam lainnya seperti Fe^{3+} dari lapisan tanah pemucat. Akibat pelarutan ion Al^{3+} , maka tanah pemucat menjadi bermuatan negatif sehingga meningkatkan kemampuan penyerapannya dan meningkatkan luas permukaannya (Hymore, 1996). Namun penggunaan suhu di atas 500°C pada proses reaktivasi SBE akan menyebabkan kerusakan struktur fisiknya (Foletto *et al.*, 2002).

III. BAHAN DAN METODE

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Analisis Hasil Pertanian dan Laboratorium Pengelolaan Limbah Agroindustri Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada bulan Agustus sampai dengan November 2018.

3.2. Bahan dan Alat

Bahan baku utama yang digunakan dalam penelitian adalah *Spent Bleaching Earth* (SBE) sisa proses produksi biosolar, *Bleaching Earth* (BE), dan minyak sawit kasar (CPO). Bahan lainnya adalah larutan HNO_3 5%, aquades, larutan H_3PO_4 85%, etanol 96%, larutan KI 10%, indikator amilum 1%, larutan NaOH 0,1 N, larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N, indikator fenolftaelin (pp), sikloheksan, heksana, dan larutan wijjs.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah cawan porselen, kompor listrik, labu ukur, gelas ukur, gelas beaker, pipet ukur, *rubber bulb*, *aluminium foil*, spatula, timbangan analitik, oven, tanur, desikator, erlenmeyer, *hot plate stirrer*, thermometer, kertas saring, corong, sentrifus, tabung sentrifugasi, pH meter,

stopwatch, pipet tetes, buret, statif, klem, tabung reaksi, spektrofotometer UV-VIS, dan piknometer.

3.3. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dan disusun secara faktorial yaitu 3 faktor dengan 3 kali ulangan. Faktor pertama yaitu penambahan *Reactivated Bleaching Earth* (RBE) dengan 3 taraf konsentrasi 1% (K1), 3% (K2), 5% (K3); faktor kedua yaitu suhu pemucatan yang digunakan dengan 3 taraf yaitu 110°C (T1), 120°C (T2), 130°C (T3), serta faktor ketiga yaitu waktu pemucatan dengan 2 taraf yaitu 30 menit (W1) dan 45 menit (W2). Kombinasi untuk ketiga faktor yaitu. K₁S₁W₁, K₁S₁W₂, K₁S₂W₁, K₁S₂W₂, K₁S₃W₁, K₁S₃W₂, K₂S₁W₁, K₂S₁W₂, K₂S₂W₁, K₂S₂W₂, K₂S₃W₁, K₂S₃W₂, K₃S₁W₁, K₃S₁W₂, K₃S₂W₁, K₃S₂W₂, K₃S₃W₁, dan K₃S₃W₂. Data hasil pengamatan dianalisis kesamaan ragam dengan uji Barlett untuk mengetahui kehomogenan data antar ulangan. Kemenambahan data diuji dengan uji Tuckey. Data dianalisis dengan sidik ragam untuk mendapatkan penduga ragam galat dan uji signifikansi untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan. Selanjutnya data diuji lanjut menggunakan Polinomial Ortogonal (OP) pada taraf 1% dan 5%. Tata letak perbandingan konsentrasi RBE, suhu, dan waktu yang digunakan pada proses pemucatan CPO disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Tata Letak Perbandingan Konsentrasi RBE, Suhu, dan Waktu yang digunakan pada Proses Pemucatan CPO

K ₁	S ₁	W ₁	K ₁ S ₁ W ₁
		W ₂	K ₁ S ₁ W ₂
	S ₂	W ₁	K ₁ S ₂ W ₁
		W ₂	K ₁ S ₂ W ₂
	S ₃	W ₁	K ₁ S ₃ W ₁
		W ₂	K ₁ S ₃ W ₂
K ₂	S ₁	W ₁	K ₂ S ₁ W ₁
		W ₂	K ₂ S ₁ W ₂
	S ₂	W ₁	K ₂ S ₂ W ₁
		W ₂	K ₂ S ₂ W ₂
	S ₃	W ₁	K ₂ S ₃ W ₁
		W ₂	K ₂ S ₃ W ₂
K ₃	S ₁	W ₁	K ₃ S ₁ W ₁
		W ₂	K ₃ S ₁ W ₂
	S ₂	W ₁	K ₃ S ₂ W ₁
		W ₂	K ₃ S ₂ W ₂
	S ₃	W ₁	K ₃ S ₃ W ₁
		W ₂	K ₃ S ₃ W ₂

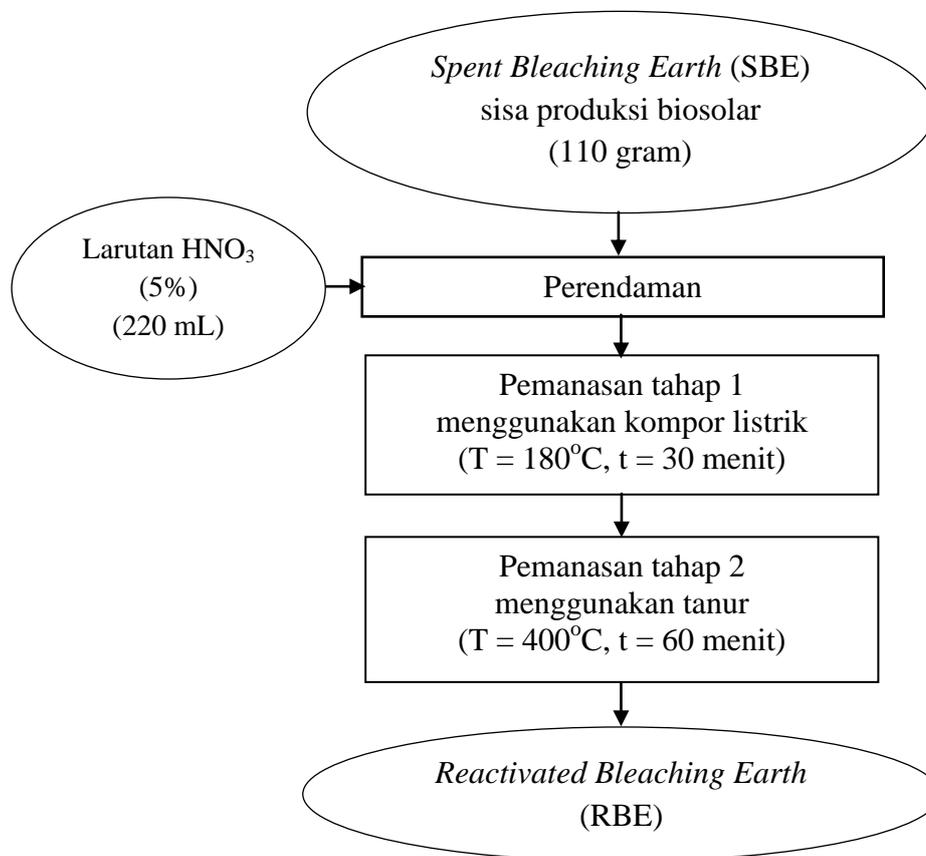
3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Pelaksanaan Penelitian Pendahuluan

1. Reaktivasi *Spent Bleaching Earth* (SBE)

Proses reaktivasi *Spent Bleaching Earth* (SBE) dilakukan mengikuti prosedur pada penelitian Suryani *et al.* (2015), yaitu dengan melakukan perendaman SBE sisa produksi biosolar dengan larutan asam nitrat (HNO₃) 5% dengan rasio 1:2 (^b/_v). Selanjutnya dilakukan pemanasan bertahap. Pemanasan tahap pertama dilakukan pada suhu 180°C selama 30 menit dengan menggunakan kompor listrik dengan minyak sebagai perantara dan pemanasan tahap selanjutnya dilakukan pada suhu 400°C selama 60 menit dengan

menggunakan tanur. Diagram alir proses reaktivasi SBE dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram alir proses reaktivasi *Spent Bleaching Earth* (SBE)
Sumber : Suryani *et al.* (2015) yang dimodifikasi

2. Karakterisasi SBE sisa produksi biosolar dan RBE

Karakterisasi terhadap SBE sisa produksi biosolar dan RBE meliputi pH, kadar air, dan komponen non polar.

a. Analisis pH

Analisis pH dilakukan dengan menggunakan prosedur pada SNI 13-6336-2000. Bahan sebanyak $5 \pm 0,01$ gram dimasukkan ke dalam gelas piala 100 ml kemudian ditambahkan sebanyak 50 ml akuades yang memiliki pH

$7 \pm 0,1$. Suspensi diaduk hingga homogen selama 10 menit dan didiamkan selama 10 menit. Selanjutnya suspensi diukur dengan pH meter.

b. Analisis Kadar Air

Proses penentuan kadar air SBE sisa produksi biosolar dan RBE dilakukan mengikuti prosedur yang terdapat pada SNI 13-6336-2000 dengan metode oven. Proses penentuan kadar air dihitung berdasarkan bobot yang hilang selama pemanasan dalam oven bersuhu $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ selama 3 jam.

Metode penentuan kadar air dapat dilakukan dengan memanaskan cawan porselen kosong dalam oven pada suhu 103°C selama kurang lebih 15 menit dan didinginkan dalam desikator selama 15 menit, kemudian ditimbang dengan neraca analitik sebagai W_0 . SBE sisa produksi biosolar dan RBE ditimbang sebanyak 5 gram kemudian dimasukkan ke dalam cawan kosong tersebut dan ditimbang sebagai W_1 . Cawan beserta bahan tersebut kemudian dipanaskan di dalam oven pada suhu $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ selama 3 jam. Setelah itu, segera dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit lalu ditimbang sebagai W_2 . (perlakuan tersebut diulangi hingga diperoleh berat konstan yakni selisih penimbangan berturut-turut 0.0002 g). Kadar air dihitung berdasarkan rumus di bawah ini:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100\%$$

Keterangan

W_0 = bobot cawan kosong (g)

W_1 = bobot cawan dan SBE sisa produksi biosolar atau RBE sebelum dikeringkan (g)

W_2 = bobot cawan dan SBE sisa produksi biosolar atau RBE setelah dikeringkan (g)

c. Uji Berat Jenis Nyata

Berat jenis nyata *Spent Bleaching Earth* (SBE) sisa produksi biosolar dan *Reactivated Bleaching Earth* (RBE) diuji dengan mengikuti prosedur yang terdapat pada SNI 13-6336-2000. Metode penentuan berat jenis nyata dapat dilakukan dengan memanaskan bahan selama 2 jam pada suhu $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Ditimbang piknometer kosong (A) kemudian sampel dimasukkan ke dalam piknometer sebanyak ± 5 gram dengan ketelitian 4 desimal (B). Diisi piknometer dengan minyak tanah sedikit demi sedikit sambil dikocok, setelah tidak ada rongga udara dan piknometer terisi penuh lalu tutup pelan-pelan. Tumpahan minyak yang keluar dilap dengan kertas *tissue* sampai kering, lalu ditimbang (C). Dibuang isi seluruh piknometer lalu dibersihkan dan dilap sampai kering, kemudian diisi piknometer dengan minyak tanah sampai penuh, ditutup pelan-pelan. Tumpahan minyak yang keluar dilap sampai kering, disyaratkan pipa kapiler harus terisi penuh, lalu ditimbang (D). Berat jenis nyata dalam bahan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Berat jenis nyata} = \frac{B-A}{(D-A)-(C-B)} \times \text{Berat jenis minyak tanah}$$

Keterangan :

A = Berat piknometer kosong (g)

B = Berat bahan (g)

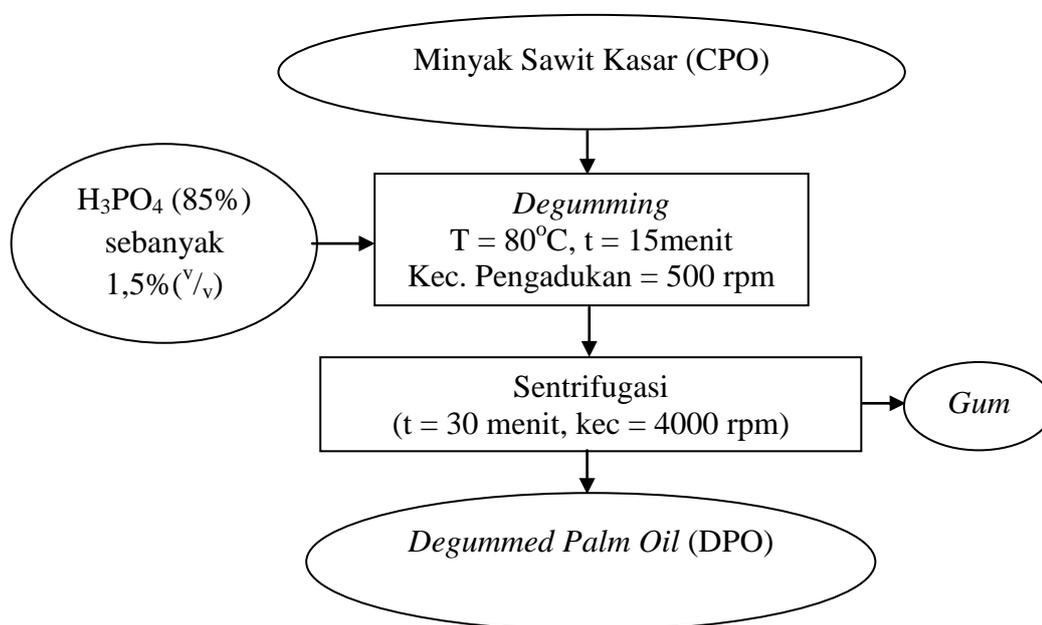
C = Berat piknometer dengan bahan (g)

D = Berat piknometer dengan minyak tanah

3. Proses *Degumming* Minyak Sawit Kasar (CPO)

Proses *degumming* minyak sawit kasar (CPO) dilakukan untuk memisahkan getah/fosfolipid (*gum*) tanpa mereduksi asam lemak yang ada di minyak.

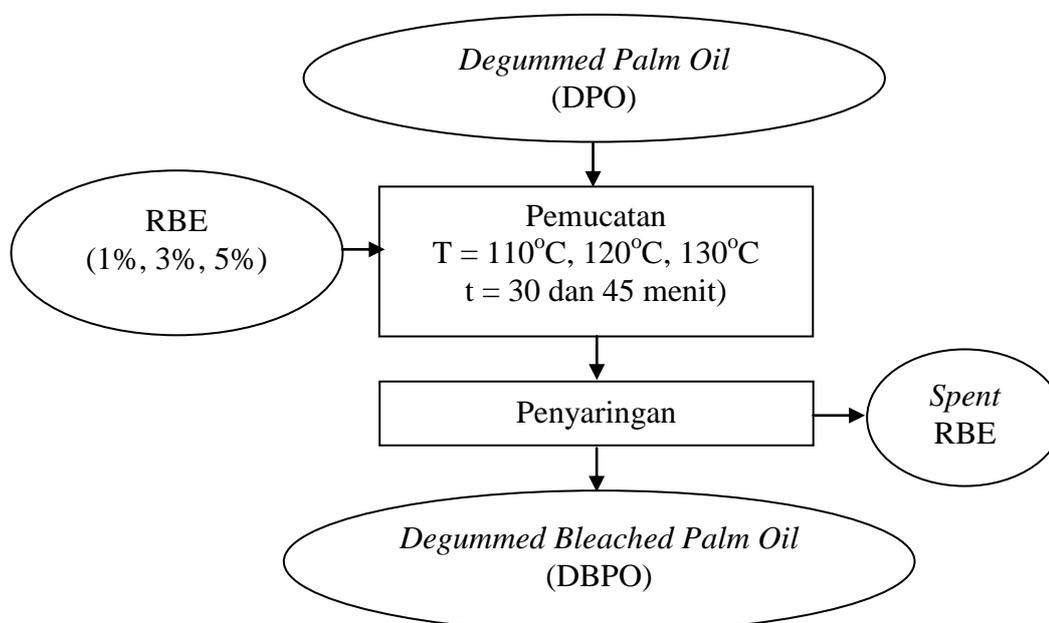
Proses *degumming* CPO dilakukan dengan mengikuti prosedur dari penelitian Ristianingsih, *et al.* (2011). Pada proses ini CPO ditambahkan H_3PO_4 (85%) sebanyak 1,5% (v/v) ke dalam gelas piala pada suhu $80^\circ C$ dengan kecepatan pengadukan 500 rpm selama 15 menit. Selanjutnya dilakukan sentrifugasi selama 15 menit dengan kecepatan sebesar 4000 rpm untuk memisahkan fosfolipid (*gum*) yang terdapat dalam minyak. Diagram alir proses *degumming* minyak sawit kasar (CPO) dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram alir proses *degumming* minyak sawit kasar (CPO)
Sumber : Ristianingsih, *et al.* (2011) yang dimodifikasi

3.4.2. Proses Pemucatan *Degummed Palm Oil* (DPO)

Proses pemucatan *Degummed Palm Oil* (DPO) dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi RBE, suhu, dan waktu. RBE yang sudah dihasilkan dari proses reaktivasi SBE kemudian digunakan sebagai adsorben pada proses pemucatan. Konsentrasi RBE divariasikan pada 1%, 3%, dan 5% ($^b/v$), suhu pemucatan dilakukan pada 110°C, 120°C, 130°C, dan waktu pemucatan dilakukan selama 30 menit dan 45 menit. Minyak sawit hasil pemucatan (DBPO) selanjutnya dipisahkan dari RBE dengan menggunakan kertas saring. Kemudian dilakukan analisis terhadap DBPO hasil pemucatan menggunakan RBE dan DBPO hasil pemucatan menggunakan *Bleaching Earth* (BE). Analisis yang dilakukan meliputi rendemen, efisiensi pemucatan warna, kadar air, kadar asam lemak bebas, serta bilangan iodium. Diagram alir proses pemucatan *Degummed Palm Oil* (DPO) dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram alir proses pemucatan *Degummed Palm Oil* (DPO)

3.5. Pengamatan

3.5.1. Rendemen

Rendemen DBPO ditentukan dengan melakukan perbandingan berat minyak yang telah dipucatkan (*Degummed Bleached Palm Oil*) dengan berat minyak sawit mentah yang telah melalui tahap *degumming* (*Degummed Palm Oil*). Untuk menghitung rendemen DBPO digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{W_{\text{DBPO}}}{W_{\text{DPO}}} \times 100\%$$

Keterangan

W_{DBPO} = bobot minyak yang telah dipucatkan (DBPO) (g)

W_{DPO} = bobot minyak sawit mentah yang telah melalui tahap *degumming* (DPO) (g)

3.5.2. Effisiensi Pemucatan Warna

Penentuan effisiensi pemucatan warna DBPO dilakukan mengikuti prosedur yang terdapat pada SNI 13-6336-2000 dengan menggunakan alat spektrofotometer UV-VIS. Metode effisiensi pemucatan warna dapat dilakukan dengan memanaskan sampel pada suhu 60°C. Setelah itu DBPO dimasukkan pada tabung reaksi dan diukur nilai warna minyak pada panjang gelombang 470 nm. Selanjutnya dihitung dengan rumus effisiensi pemucatan warna sebagai berikut:

$$\text{Effisiensi pemucatan warna (\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100\%$$

Keterangan :

A = absorbansi minyak sebelum dipucatkan pada panjang gelombang 470 nm

(Abs)

B = absorbansi minyak setelah dipucatkan pada panjang gelombang 470 nm

(Abs)

3.5.3. Kadar Air

Penentuan kadar air DBPO dilakukan mengikuti prosedur yang terdapat pada SNI 01-2901-2006 dengan metode oven. Proses penentuan kadar air dihitung berdasarkan bobot yang hilang selama pemanasan dalam oven bersuhu $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ selama 3 jam. Metode penentuan kadar air dapat dilakukan dengan memanaskan cawan porselen kosong dalam oven pada suhu 103°C selama kurang lebih 15 menit dan didinginkan dalam desikator selama 15 menit, kemudian ditimbang dengan neraca analitik sebagai W_0 . DBPO dilelehkan dengan dilakukan pemanasan pada suhu 60°C . Selanjutnya DBPO sebanyak 10 ml dimasukkan ke dalam cawan yang sudah dikeringkan tadi dan ditimbang sebagai W_1 . Cawan beserta DBPO yang telah ditimbang kemudian dipanaskan di dalam oven pada suhu $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ selama 3 jam. Setelah itu, segera dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit lalu ditimbang sebagai W_2 . (perlakuan tersebut diulangi hingga diperoleh berat konstan yakni selisih penimbangan berturut-turut 0.0002 g). Kadar air dihitung berdasarkan rumus di bawah ini:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100\%$$

Keterangan

W_0 = bobot cawan kosong (g)

W_1 = bobot cawan dan DBPO sebelum dikeringkan (g)

W_2 = bobot cawan dan DBPO setelah dikeringkan (g)

3.5.4. Kadar Asam Lemak Bebas

Penentuan kadar asam lemak bebas dilakukan mengikuti prosedur yang terdapat pada SNI 01-2901-2006. Kadar asam lemak bebas dihitung sebagai presentase berat (b/b) dari asam lemak bebas yang terkandung dalam DBPO dimana berat molekul asam lemak bebas tersebut dianggap sebesar 256 (sebagai asam palmitat). Penentuan kadar asam lemak bebas dilakukan dengan memanaskan DBPO pada suhu 60°C. DBPO sebanyak 10 ml (W) dituang ke dalam erlenmeyer 250 ml. Setelah itu dilarutkan dengan 50 ml etanol hangat (96%) dan ditambahkan 2 tetes larutan indikator fenolftalein (pp). Kemudian dititrasi dengan larutan natrium hidroksida 0,1 N (N) dan dilakukan pengadukan dengan cara menggoyangkan erlenmeyer selama titrasi sampai terbentuk warna merah muda (merah jambu) yang stabil (minimal 30 detik). Kemudian setelah itu dicatat volume larutan NaOH yang diperlukan (V). Setelah itu dihitung besarnya kadar asam lemak bebas dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Asam lemak bebas (sebagai asam palmitat) (\%)} = \frac{25,6 \times V \times N}{W}$$

Keterangan :

V = volume larutan NaOH yang diperlukan (ml)

N = normalitas larutan NaOH (N)

W = bobot DBPO (g)

3.5.5. Bilangan Iodium

Penentuan bilangan iodium dilakukan mengikuti prosedur yang terdapat pada SNI 01-2901-2006. Bilangan iodium dinyatakan sebagai gram iodium yang diserap per 100 gram minyak. Penentuan bilangan iodium dilakukan dengan melelehkan DBPO pada suhu 60°C. DBPO sebanyak 0,6 gram dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml dan ditambahkan 15 ml sikloheksan serta 25 ml larutan wijs. Selanjutnya erlenmeyer ditutup dengan *aluminium foil* dan disimpan dalam ruang gelap selama 30 menit. Kemudian ditambahkan 10 ml larutan KI 10% dan 50 ml akuades. Larutan kemudian diaduk hingga homogen dan dilakukan titrasi dengan larutan Natrium Tiosulfat 0,1 N sampai terjadi perubahan warna dari biru tua menjadi kuning muda. Selanjutnya ditambahkan 1-2 ml indikator kanji, dan dilanjutkan titrasi sampai warna birunya hilang. Bilangan iodium dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$\text{Bilangan Iodium} = \frac{12,69 \times N \times (V_2 - V_1)}{W}$$

Keterangan :

N = normalitas larutan natrium tiosulfat (N)

V₂ = volume larutan natrium tiosulfat yang digunakan pada penetapan blanko (ml)

V₁ = volume larutan natrium tiosulfat yang digunakan pada penetapan sampel (ml)

W = bobot DBPO (g)

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Perlakuan terbaik untuk menghasilkan DBPO (*Degummed Bleached Palm Oil*) yang dipucatkan dengan RBE (*Reactivated Bleaching Earth*) diperoleh pada perlakuan konsentrasi RBE 3%, pada suhu pemucatan 120°C, dengan waktu pemucatan 45 menit (K₂S₂W₂), yang menghasilkan jumlah rendemen 91,33% dengan karakteristik meliputi efisiensi pemucatan warna 2,15%, kadar air 0,11% , kadar asam lemak bebas 4,60% , dan bilangan iodium 52,03 g I₂/100g.

5.2. Saran

Perlu dilakukan analisis lebih lanjut mengenai komponen non polar yang terdapat pada SBE dan RBE serta dilakukan penelitian skala *pilot plant* tentang proses pemucatan *Crude Palm Oil* (CPO) dengan RBE.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, M. dan Sudrajat A. 1997. *Bahan Galian Industri : Bentonit*. Departemen Pertambangan dan Energi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral. Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional. 1992. Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 01: 2901-1992 tentang Minyak Kelapa Sawit Mentah (*Crude Palm Oil*). Jakarta. 11 hlm.
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 13-: 6336: 2000 tentang Bentonit untuk Pemucat Minyak Nabati. Jakarta. 6 hlm.
- Badan Standarisasi Nasional. 2006. Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 01-2901: 2006 tentang Minyak Kelapa Sawit Mentah (*Crude Palm Oil*). Jakarta. 13 hlm.
- Basiron, Y. 2005. *Palm Oil*. In : *Bailey's Industrial Oil and Fat Products 6 th ed.* A John Wiley & Sons, Inc. New Jersey. 208 pp.
- Braja, D. M. 1993. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 2*. Erlangga. Jakarta.
- Chanrai, N.G. and Burge S.G. 2004. Recovery of Oil from Spent Bleaching Earth. *US Patent*. 1(6)780-321.
- Cholik, Ridwan. 2018. Efek Konsentrasi Katalis, Suhu, dan Waktu Reaksi terhadap reaksi Transesterifikasi *In situ* dalam Produksi Biosolar dari *Spent Bleaching Earth* (SBE). (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 112 hlm.
- Devine, J. and P.N. Williams. 1961. *The Chemistry and Technology of Edible Oils and Fats*. Pergamon Press. London. 154 pp.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2017. Statistik Perkebunan Indonesia Kelapa Sawit 2016-2018. Direktorat Jenderal Perkebunan. Jakarta. 46 hlm.

- Falaras, P., Kovasis I., Lezou F., and Seiragakis G. 1999. Cotton seed oil bleaching by acid-activated montmorillonite. *Clay Miner.* (34) 221-232.
- Fatmayati, Deli N., Suryani, A., dan Romli, M. 2011. Pemucatan Minyak Sawit Kasar menggunakan Tanah Pemucat Hasil Reaktivasi. *Jurnal Sawit Indonesia*. Vol 1 No 1.
- Fauzi N.A. and Sarmidi M.R. 2010. Extraction of heat treated palm oil and their stability on beta-carotene during storage. *J Sci Technol.* 45-54.
- Folletto, E.L., C.A. Alves, L.R. Sganzeria, and L.M. Porto. 2002. Regeneration and Utilization of Spent Bleaching Clay. *Latin American App.* 1(32):205-208.
- GAPKI. 2019. "Refleksi Industri: Industri Kelapa Sawit 2018 dan Prospek 2019". Diakses pada 2 Maret 2019. <http://gapki.id/news/14263/refleksi-industri-industri-kelapa-sawit-2018-prospek-2019/>
- Gibon, V., Wim D., and Kellens. 2007. Palm Oil Refining. *European Journal of Lipid Science and Technology*. Vol 109: 315-335.
- Gross, J. 1991. *Pigmentin Vegetable, Chlorophyll and Carotenoids*. Van Nonstrand Reinhold. New York.
- Haryono, Ali M., dan Wahyuni. 2012. Proses Pemucatan Minyak Sawit Mentah dengan Arang Aktif. *Berkala Ilmiah Teknik Kimia*. 1(1):7-12.
- Hasibuan, H.A. 2016. Deterioration of Bleachability Index pada Crude Palm Oil: bahan review dan usulan untuk SNI 01-2901-2006. *J Stand.* 18(1): 25-34.
- Hasibuan, H.A., dan Nuryanto E. 2011. Kajian kandungan P, Fe, Cu dan Ni pada minyak sawit, minyak inti sawit dan minyak kelapa selama proses rafinasi. *J Stand.* 13(1): 45 - 60.
- Hasibuan, H.A. dan Ramadona. 2012. Monitoring kadar asam lemak bebas (ALB), kadar karoten dan DOBI pada CPO bervariasi ALB selama penyimpanan. *Warta Pusat Penel Kelapa Sawit*. 17: 87-92.
- Hymore, F.K. 1996. Effects of Some Additives on the Performance of Acid-activated Clays in Bleaching of Palm Oil. *Appl Clay Sci.* 10: 379-385.
- Istighfaro, N. 2010. Studi Pengaruh Jenis Adsorben terhadap Komposisi dan Kualitas Minyak Goreng Sisa Pakai. (Skripsi). Universitas Brawjaya. Malang. 40 hlm.

- Kapoor, R. and H. Nair. 2005. *Gamma Linolenic Acid Oils In: Bailey's Industrial Oil and Fat Products* 6th ed. A John Wiley & Sons Inc. New Jersey. 272 pp.
- Ketaren, S. 1986. *Minyak dan Lemak Pangan*. UI-Press. Jakarta. 315 hlm.
- Ketaren, S. 2005. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. UI-Press. Jakarta. 317 hlm.
- Ketaren, S. 2008. *Minyak dan Lemak Pangan*. UI-Press. Jakarta. 185 hlm.
- Krisyanti, S. dan Sukandar. 2011. Recovery Minyak dari Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) Spent Bleaching Earth dengan Metode Ekstraksi Pelarut. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 17 (1):35-46.
- Kumar, K.V., Subanandan K., Ramamurthi V., and Sivanesan S. 2004. *Solid Liquid Adsorption for Wastewater Treatment : Principle Design and Operation*. Department of Chemical Engineering A.C. College of Technology. India.
- Kusumaningtyas, N.W. 2011. Proses Esterifikasi Transesterifikasi in situ Minyak Sawit dalam Tanah Pemucat Bekas untuk Proses Produksi Biodiesel. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kuswardhani, D. S. 2007. Mempelajari Proses Pemekatan Karotenoid dari Minyak Sawit Kasar dengan Metode Fraksinasi Bertahap. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Lee, D.W., Y.M. Park., and K.Y. Lee. 2009. Heterogeneous Base Catalysts for Transesterification in Biodiesel Synthesis. *Catalysis Surveys from Asia*. 1(13):63-77.
- Lin, L. and S.S. Koseoglu. 2005. *Membrane Processing of Fats and Oils In: Bailey's Industrial Oil and Fat Products* 6th ed. A John Wiley & Sons Inc. New Jersey.
- Low, K.S., Lee C.K., and Lee Y.K. 1998. Decolorisation of CPO by Acid Activated Spent Bleaching Earth. *Journal Chemical technology and Biotech*. 1(72):67-73.
- Maulida, D. dan Zulkarnaen, N. 2010. Ekstraksi Antioksidan (Likopen) dari Buah Tomat dengan Menggunakan Solven Campuran n-Heksana, Aseton, dan Etanol. (Skripsi). Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro.
- Morad, N.A., Aziz, M.K.A., and Zin R.M. 2006. Process Design Degumming and Bleaching of Palm Oil. *Research Note* No: 74198.

- Nuryanto, E. 2014. Pengaruh Pemanasan *Spent Bleaching Earth* (SBE) terhadap proses pemucatan CPO. *Warta Pusat Penel Kelapa Sawit* 19(3): 128-134.
- Onal, M., Sarikaya Y., Alemdaroglu T., and Bozdogan I. 2002. The Effect of Acid Activation on some Physicochemical Properties of a Bentonite. *Turkey J of Chem.* 26: 409-416.
- Pahan, I. 2008. *Panduan Lengkap Kelapa Sawit : Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. 2015. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 56 tentang Tata Cara dan Persyaratan Teknis Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun dari Fasilitas Pelayanan Kesehatan. Jakarta.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. 1999. Peraturan Pemerintah RI No. 85 tentang Pengelolaan Limbah Bahan berbahaya dan Beracun. Jakarta.
- Rianto, D. 1995. Sifat Fisiko Kimia dan Stabilitas Panas Minyak Sawit Merah. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ristianingsih, Y., Sutijan, dan A. Budiman. 2011. Studi Kinetika Proses Kimia dan Fisika Penghilangan Getah *Crude Palm Oil* (CPO) dengan Asam Fosfat. *Reaktor.* 13(4):242-247.
- Sembiring, T.M. dan Sinaga T.S. 2003. Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya). Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Serlahwaty, D. 2007. Kajian Isolasi Karotenoid dari Minyak Sawit Kasar dengan Metode Adsorpsi Menggunakan Penjerap Bahan Pemucat. (Tesis). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Supeno, M. 2007. Bentonit Alam Terpilar sebagai Material Katalis/ Co-Katalis Pembuatan Gas Hidrogen dan Oksigen dari Air. Sekolah PascaSarjana Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Suryani, A., P. Gustan, dan A. Aswa. 2015. Proses Reaktivasi Tanah Pemucat Bekas Sebagai Adsorben Untuk Pemurnian Minyak Sawit Kasar Dan Biodiesel. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian.* 25(1):52-67.
- Tank, K.H. 1993. *Principles of Soil Chemistry*, 2nd Ed. Marcel Dekker. New York.
- Taylor, D.R. 2005. *Bleaching In: Bailey's Industrial Oil and Fat Products* 6th ed. A John Wiley & Sons Inc. New Jersey.

- Tsai, W.T., H.P. Chen, M.F. Hsieh, H.F. Sun, and S.F. Chien. 2002. Regeneration of Spent Bleaching Earth by Pyrolysis in a Rotary Furnace. *Journal Analysis and Application Pyrolysis*. 1(63):157-170.
- Wahyudi, M.Y. 2000. Studi Penggunaan kembali Bleaching Earth Bekas sebagai Adsorben dalam Proses Refining CPO. (Tesis). Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Wambu, E.W. 2009. Kinetics of Copper Desorption from Regenerated Spent Bleaching Earth. *American-Eurasian Journal of scientific Research OSSN* 1818-6785. 4(4):317-323
- Winarno, F.G. 2000. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Wijaya, V.W. 2017. Efek Suhu dan Konsentrasi Katalis dalam Proses Transesterifikasi In Situ terhadap Produksi Biodiesel dari Spent Bleaching Earth (SBE). (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 59 hlm.
- Young, F.V.K. 1987. Refining and Fractination of Palm Oil. In F.D. Gustone. (Ed). *Palm Oil: Critical Reports On Applied Chemistry New York*. 1(15):39-69.
- Yusaldi, R. 2011. Regenerasi Spent Bleaching Earth dan Penggunaan Kembali dalam Pemurnian Minyak Nabati. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 20 hlm.