

**ANALISIS DAYA ADSORPSI *DEOILED BLEACHING EARTH* (DBE)  
YANG DIAKTIVASI LARUTAN GARAM KLORIDA**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**MUKHLIS ABDURRAHIM  
1914051045**



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2024**

## **ABSTRACT**

### **ADSORPTION POWER ANALYSIS OF THE *DEOILED BLEACHING EARTH* (DBE) ACTIVATED BY SALT CHLORIDE SOLUTION**

**By**

**MUKHLIS ABDURRAHIM**

*Deoiled Bleaching Earth* (DBE), a byproduct of refining *Crude Palm Oil* (CPO), can be activated for reuse as an adsorbent. One activation method that can be used is by using a chloride salt solution to convert DBE into *Reactivated Bleaching Earth* (RBE). This study aimed to examine the effects of salt type, salt solution concentration, and the combination of both on the adsorption power of RBE. The study employed a factorial Completely Randomized Block Design (CRBD) consisting of two factors and three replications. The first factor was chloride salt type: NaCl (G1), KCl (G2), and ZnCl<sub>2</sub> (G3). The second factor was chloride salt concentration: of 5% (K1), 10% (K2), and 15% (K3). The produced RBE was analyzed for yield, moisture content, pH, and bleaching efficiency. The *Bleached Palm Oil* (BPO) was then analyzed for moisture content and free fatty acid content. The data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) and further tested using *Orthogonal Contrast* (OC) and *Orthogonal Polynomials* (OP) tests. The results showed that NaCl was the best salt as a DBE activator, a 15% salt concentration was the most effective for DBE activation, and the best activator was NaCl salt solution at a concentration of 15%. Such activator resulted in an RBE moisture content of 3.184%, bleaching efficiency of 14.433%, and BPO moisture content of 0.122%.

**Keywords:** *Deoiled Bleaching Earth* (DBE), *Reactivated Bleaching Earth* (RBE), *bleaching*, yield, pH, water content, color bleaching efficiency, free fatty acid content

## ABSTRAK

### ANALISIS DAYA ADSORPSI *DEOILED BLEACHING EARTH* (DBE) YANG DIAKTIVASI LARUTAN GARAM KLORIDA

Oleh

MUKHLIS ABDURRAHIM

*Deoiled Bleaching Earth* (DBE), produk sampingan dari pemurnian *Crude Palm Oil* (CPO), dapat diaktifkan kembali untuk digunakan sebagai adsorben. Salah satu metode aktivasi yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan larutan garam klorida untuk mengubah DBE menjadi *Reactivated Bleaching Earth* (RBE). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh jenis garam, konsentrasi larutan garam, serta kombinasi keduanya terhadap daya adsorpsi RBE. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) faktorial yang terdiri dari dua faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama adalah jenis garam klorida: NaCl (G1), KCl (G2), dan ZnCl<sub>2</sub> (G3). Faktor kedua adalah konsentrasi larutan garam: 5% (K1), 10% (K2), dan 15% (K3). RBE yang dihasilkan kemudian dianalisis untuk menentukan rendemen, kadar air, pH, dan efisiensi pemucatan. Selanjutnya, *Bleached Palm Oil* (BPO) yang dihasilkan dianalisis untuk menentukan kadar air dan kadar asam lemak bebasnya. Data dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dan diuji lebih lanjut dengan uji *Orthogonal Contrast* (OC) dan *Orthogonal Polynomials* (OP). Hasil penelitian menunjukkan bahwa NaCl merupakan garam terbaik sebagai aktivator DBE, konsentrasi garam 15% sangat efektif untuk aktivasi DBE, dan aktivator terbaik adalah larutan garam NaCl dengan konsentrasi 15%. Aktivator tersebut menghasilkan RBE dengan kadar air 3,184%, efisiensi pemucatan 14,433%, dan kadar air BPO sebesar 0,122%.

**Kata Kunci:** *Deoiled Bleaching Earth*, *Reactivated Bleaching Earth*, *bleaching*, rendemen, pH, kadar air, efisiensi pemucatan warna, kadar asam lemak bebas

**ANALISIS DAYA ADSORPSI *DEOILED BLEACHING EARTH* (DBE)  
YANG DIAKTIVASI LARUTAN GARAM KLORIDA**

**Oleh**

**Mukhlis Abdurrahim**

**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  
2024**

Judul Skripsi : **ANALISIS DAYA ADSORPSI DEOILED BLEACHING EARTH (DBE) YANG DIAKTIVASI LARUTAN GARAM KLORIDA**

Nama Mahasiswa : **Mukhlis Abdurrahim**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1914051045

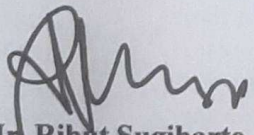
Program Studi : Teknologi Hasil Pertanian

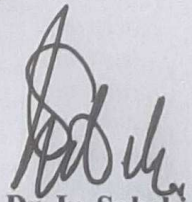
Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Pertanian

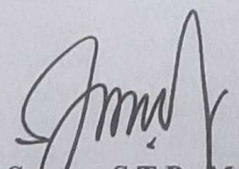


1. Komisi Pembimbing

  
**Dr. Ir. Ribut Sugiharto, M.Sc.**  
NIP. 196603141990031009

  
**Dr. Ir. Subeki, M.Sc.**  
NIP. 196804091993031002

2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian

  
**Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A., C.EIA.**  
NIP. 197210061998031005

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Dr. Ir. Ribut Sugiharto, M.Sc.

Sekretaris : Dr. Ir. Subeki, M.Sc.

Penguji  
Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Dra. Maria Erna  
Kustyawati, M.Sc.

2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. H. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.  
NIP. 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 19 Desember 2024

## PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mukhlis Abdurrahim

NPM : 1914051045

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

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapt kecurangan dalam karya ini maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 19 Desember 2024  
Pembuat Pernyataan



**Mukhlis Abdurrahin**  
NPM, 1914051045

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis lahir di Magetan pada tanggal 5 Maret 2001, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Hery dan Ibu Isnaini. Penulis menyelesaikan pendidikan di Sekolah Dasar Muhammadiyah 1 Magetan pada tahun 2013, SMP Muhammadiyah 1 Magetan pada tahun 2016, dan MAN 2 Kota Madiun pada tahun 2019. Pada tahun 2019 penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur tes pada Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Pedukuhan Siluwok Lor, Kalurahan Tawang Sari, Kapanewon Pengasih, Kabupaten Kulon Progo pada bulan Januari-Februari 2022. Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PTPN VIII Kebun Pasir Malang, Kecamatan Pangalengan, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat, dengan judul Laporan “Proses Pengemasan Produk Teh Hitam Orthodox di PT Perkebunan Nusantara VIII Pasir Malang” pada bulan Juli-Agustus 2022.

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif berorganisasi dengan bergabung menjadi anggota dalam Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian (HMJ THP).



## SANWACANA

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan semua rahmat dan hidayah-nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Analisis Daya Adsorpsi *Deoiled Bleaching Earth* (DBE) yang Diaktivasi Larutan Garam Klorida**”. Atas selesainya skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan sehingga skripsi ini selesai. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A., C.EIA., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian atas izin penelitian yang diberikan
3. Bapak Dr. Ir. Ribut Sugiharto, M. Sc., selaku dosen pembimbing akademik sekaligus dosen pembimbing pertama penulis, yang telah memberikan banyak bantuan, waktu, ilmu, bimbingan, dan motivasi selama perkuliahan, penelitian, dan penyelesaian penulisan skripsi penulis.
4. Bapak Dr. Ir. Subeki, M.Sc., selaku dosen pembimbing kedua penulis yang telah banyak memberikan bimbingan, saran, dan ilmu selama penyelesaian penulisan skripsi penulis.
5. Ibu Prof. Dr. Dra. Maria Erna Kustyawati, M.Sc., selaku penguji yang telah memberikan ilmu, saran, dan evaluasi terhadap penulisan skripsi penulis.
6. Seluruh Bapak dan Ibu dosen pengajar, staf administrasi, pranata laboratorium, dan karyawan di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung, yang telah memberikan bantuan selama penulis melaksanakan perkuliahan dan penelitian.

7. Kepada orang tua yaitu Bapak Hery dan Ibu Isnaini, serta kakak Novita, Adik Rahman, dan Bulek Atun yang selalu memberikan dukungan moral maupun materi, dan selalu menyertai penulis dengan kasih sayang dan doa selama perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini.
8. Kepada teman-teman penelitian penelitian yaitu Monalisa, Hafiz, Hani, Yesi, dan Iga atas bantuan dan dukungan yang begitu berarti untuk penulis selama penelitian hingga akhir penyelesaian skripsi penulis.
9. Kepada teman-teman Qmac (Rafi, Rahmat, Fikri, Rizal, Hafiz, dan Afif) dan teman-teman Padim (Ghani, lingga, Ghozy, Aldi, Kelvin, Anang, Yusuf, dkk) yang telah memberikan bantuan, dukungan, semangat, canda tawa, suka-duka, serta kebersamaan kepada penulis dari awal perkuliahan hingga skripsi ini terselesaikan.
10. Kepada adik seimbang yaitu Victor, Rika, Salsa, Arum, Diah, dan Ade atas bantuan dan dukungan kepada penulis selama penyelesaian skripsi ini.
11. Kepada teman-teman THP FP Unila 2019 yang tidak dapat penulis sebut satu persatu, terima kasih atas bantuan, dukungan, serta pengalaman yang diberikan kepada penulis selama menjalani kehidupan kampus.
12. Kepada Nurul Aulia yang selalu memberikan dukungan, motivasi, doa, dan menemani penulis hingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, penulis sangat menyadari skripsi ini jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dan dapat memberikan manfaat bagi penulis serta pembaca.

Bandar Lampung, 19 Desember 2024

**Mukhlis Abdurrahim**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvi</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan.....	3
1.3 Kerangka Pemikiran .....	3
1.4 Hipotesis.....	7
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>8</b>
2.1 <i>Crude Palm Oil</i> (CPO) .....	8
2.2 <i>Bleaching Earth</i> .....	9
2.3 <i>Spent Bleaching Earth</i> .....	11
2.4 Reaktivasi <i>Spent Bleaching Earth</i> (SBE).....	11
<b>III. METODOLOGI</b> .....	<b>13</b>
3.1 Waktu dan Tempat .....	13
3.2 Alat dan Bahan.....	13
3.3 Metode Penelitian .....	13
3.4 Prosedur Penelitian .....	14
3.5 Prosedur Pengamatan.....	16
3.5.1 Analisis Reactivated Bleaching Earth (RBE) .....	16
1. Rendemen <i>Reactivated Bleaching Earth</i> (RBE) .....	16
2. Analisis Kadar Air <i>Reactivated Bleaching Earth</i> (RBE) ..	16
3. Analisis pH Reactivated Bleaching Earth (RBE).....	17
4. Efisiensi Pemucatan Warna.....	17
3.5.2 Analisa <i>Bleached Palm Oil</i> (BPO) .....	18

1. Analisis Kadar Air <i>Bleached Palm Oil</i> (BPO).....	18
2. Analisis Asam Lemak Bebas <i>Bleached Palm Oil</i> (BPO)..	19
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>20</b>
4.1 Rendemen <i>Reactivated Bleaching Earth</i> (RBE).....	20
4.2 Kadar Air <i>Reactivated Bleaching Earth</i> (RBE).....	22
4.3 pH <i>Reactivated Bleaching Earth</i> (RBE).....	24
4.4 Efisiensi Pemucatan Warna <i>Crude Palm Oil</i> (CPO).....	26
4.5 Kadar Air <i>Bleached Palm Oil</i> (BPO).....	29
4.6 Kadar Asam Lemak Bebas <i>Bleached Palm Oil</i> (BPO).....	32
4.7 Penentuan Perlakuan Terbaik.....	33
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>37</b>
5.1 Kesimpulan .....	37
5.2 Saran .....	38
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>38</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>45</b>
Lampiran 1. Analisis Perhitungan.....	46
Lampiran 2. Dokumentasi Kegiatan Penelitian .....	77

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Standar Mutu <i>Crude Palm Oil</i> (CPO).....	9
2. Syarat Mutu Bentonit .....	10
3. Kombinasi Perlakuan .....	14
4. Pemeringkatan dan Pemberian Nilai Pada Parameter Kadar Air <i>Reactivated Bleaching Earth</i> (RBE) .....	34
5. Pemeringkatan dan Pemberian Nilai Pada Parameter Efisiensi Pemucatan Warna <i>Crude Palm Oil</i> (CPO).....	34
6. Pemeringkatan dan Pemberian Nilai Pada Parameter Kadar Air <i>Bleached Palm Oil</i> (BPO). .....	35
7. Penjumlahan Total Score dari Tiap Parameter.....	35
8. Data Rendemen <i>Reactivated Bleaching Earth</i> (RBE) .....	46
9. Uji Barlet Rendemen <i>Reactivated Bleaching Earth</i> (RBE). .....	47
10. Uji aditifitas ( <i>Tuckey's Test</i> ) Rendemen <i>Reactivated Bleaching Earth</i> (RBE). .....	48
11. Analisis Ragam Rendemen <i>Reactivated Bleaching Earth</i> (RBE).....	49
12. Uji <i>Orthogonal Contrast</i> (OC) dan <i>Orthogonal Polynomial</i> (OP).....	50
13. Data Kadar Air <i>Reactivated Bleaching Earth</i> (RBE). .....	51
14. Uji Barlet Kadar Air <i>Reactivated Bleaching Earth</i> (RBE). .....	52
15. Uji Aditifitas ( <i>Tuckey's Test</i> ) Kadar Air <i>Reactivated Bleaching Earth</i> .....	53
16. Analisis Ragam Kadar Air <i>Reactivated Bleaching Earth</i> (RBE).....	54
17. Uji <i>Orthogonal Contrast</i> (OC) dan <i>Orthogonal Polynomial</i> (OP) Kadar Air.....	55
18. Data pH <i>Reactivated Bleaching Earth</i> (RBE).....	56
19. Uji Barlet pH <i>Reactivated Bleaching Earth</i> (RBE). .....	57
20. Uji Aditifitas ( <i>Tuckey's Test</i> ) pH <i>Reactivated Bleaching Earth</i> (RBE). .....	58

21. Analisis Ragam pH <i>Reactivated Bleaching Earth</i> (RBE).....	59
22. Uji <i>Orthogonal Contrast</i> (OC) dan <i>Orthogonal Polynomial</i> (OP) pH.....	60
23. Data Efisiensi Pemucatan Warna <i>Crude Palm Oil</i> (CPO).....	61
24. Uji Barlet Efisiensi Pemucatan Warna <i>Crude Palm Oil</i> (CPO).....	62
25. Uji Aditifitas ( <i>Tuckey's Test</i> ) Efisiensi Pemucatan Warna <i>Crude Palm Oil</i> .....	63
26. Analisis Ragam Efisiensi Pemucatan Warna <i>Crude Palm Oil</i> (CPO). .....	64
27. Uji <i>Orthogonal Contrast</i> (OC) dan <i>Orthogonal Polynomial</i> (OP) Efisiensi Pemucatan Warna <i>Crude Palm Oil</i> (CPO).....	65
28. Data Kadar Air <i>Bleached Palm Oil</i> (BPO). .....	66
29. Uji Barlet Kadar Air <i>Bleached Palm Oil</i> (BPO).....	67
30. Uji Aditifitas ( <i>Tuckey's Test</i> ) Kadar Air <i>Bleached Palm Oil</i> (BPO). .....	68
31. Analisis Ragam Kadar Air <i>Bleached Palm Oil</i> (BPO). .....	69
32. Uji <i>Orthogonal Contrast</i> (OC) dan <i>Orthogonal Polynomial</i> (OP) Kadar Air.....	70
33. Data Kadar Asam Lemak Bebas <i>Bleached Palm Oil</i> (BPO). .....	71
34. Uji Barlet Kadar Asam Lemak Bebas <i>Bleached Palm Oil</i> (BPO).....	72
35. Uji Aditifitas ( <i>Tuckey's Test</i> ) Kadar Asam Lemak Bebas <i>Bleached Palm</i> .....	73
36. Analisis Ragam Kadar Asam Lemak Bebas <i>Bleached Palm Oil</i> (BPO). .....	74
37. Uji <i>Orthogonal Contrast</i> (OC) dan <i>Orthogonal Polynomial</i> (OP) Kadar Asam Lemak Bebas.....	75
38. Data Karakteristik Awal <i>Crude Palm Oil</i> (CPO).....	76

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram alir proses reaktivasi Deoiled Bleaching Earth (DBE) .....	15
2. Hasil rendemen <i>Reactivated Bleaching Earth</i> (RBE).....	21
3. Hasil Kadar Air <i>Reactivated Bleaching Earth</i> (RBE).....	23
4. Pengaruh konsentrasi NaCl, KCl, dan ZnCl <sub>2</sub> terhadap kadar air .....	23
5. Hasil pH <i>Reactivated Bleaching Earth</i> (RBE).....	25
6. Hasil efisiensi pemucatan warna <i>Crude Palm Oil</i> (CPO).....	26
7. Pengaruh konsentrasi NaCl, KCl, dan ZnCl <sub>2</sub> terhadap efisiensi pemucatan warna <i>Crude Palm Oil</i> (CPO). .....	27
8. Hasil kadar air <i>Bleached Palm Oil</i> (BPO). .....	30
9. Pengaruh konsentrasi NaCl, KCl, dan ZnCl <sub>2</sub> terhadap kadar air <i>Bleached Palm Oil</i> (BPO). .....	31
10. Hasil Kadar Asam Lemak Bebas <i>Bleached Palm Oil</i> (BPO). .....	33
11. (A). Deoiled Bleaching Earth (DBE), (B). Proses kalsinasi, (C). Reaktivasi DBE menggunakan garam NaCl, (D). Reaktivasi menggunakan garam KCl, (E). Reaktivasi DBE menggunakan garam ZnCl <sub>2</sub> . .....	77
12. (A). <i>Reactivated Bleaching Earth</i> (RBE), (B). <i>Crude Palm Oil</i> (CPO) sebelum proses bleaching. ....	78
13. (A). Proses pemucatan CPO menggunakan RBE, (B). CPO setelah proses pemucatan. ....	79
14. (A) dan (B). Proses analisis kadar asam lemak bebas, (C). Proses analisis kadar air .....	80
15. (A). Proses memasukkan BPO kedalam kuvet, (B). Pengukuran adsorbansi warna BPO, (C). <i>Bleached Palm Oil</i> (BPO). .....	81

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah salah satu negara produsen minyak kelapa sawit/*Crude Palm Oil* (CPO) terbesar di dunia. Minyak kelapa sawit banyak dipergunakan di berbagai industri, baik untuk industri pangan ataupun industri non pangan. Salah satunya adalah produk minyak goreng. Untuk menghasilkan mutu minyak goreng, perlu dilakukan proses pemurnian CPO antara lain penghilangan gum (*degumming*), penghilangan asam lemak bebas (netralisasi), pemucatan warna (*bleaching*) dan penghilangan bau (deodorisasi) (Ketaren, 2008).

Minyak sawit mengandung beberapa komponen yang memiliki nilai nutrisi yang tinggi seperti karotenoid dalam jumlah yang sangat tinggi, yaitu sekitar 500 - 700 ppm. Kandungan karotenoid yang tinggi pada minyak sawit dapat memberikan warna merah cerah pada produk minyak sawit merah. Senyawa karotenoid terdiri atas  $\alpha$ -karoten,  $\beta$ -karoten, fitoin, fitofluen, *cis*- $\beta$ -karoten, *cis*- $\alpha$ -karoten,  $\delta$ -karoten,  $\gamma$ -karoten,  $\xi$ -karoten, neurosporen,  $\beta$ -zeakaroten,  $\alpha$ -zeakaroten dan likopen (Gunstone, 2002). Dari seluruh jenis senyawa karotenoid pada minyak kelapa sawit,  $\beta$ -karoten berperan sebagai antioksidan sehingga merupakan salah satu senyawa yang penting bagi tubuh (Nnaji *et al.*, 2013).

Proses pemucatan CPO menggunakan *bleaching earth* sebagai bahan aktif dengan kadar sekitar 0,5 – 2,0% dari masa CPO (Young, 1987). Konsumsi minyak sawit di Indonesia diperkirakan sebesar 6,7 juta ton, maka dalam proses pemurnian CPO menghasilkan tanah pemucat bekas atau *spent bleaching earth* (SBE) dalam jumlah banyak (Krisyanti dan Sukandar, 2011). SBE merupakan limbah padat yang dihasilkan dari industri permurnian CPO (Chang *et al.*, 2006). Setelah



dilakukannya proses pemurnian CPO, SBE yang telah digunakan akan mengalami deaktivasi karena permukaannya telah tertutupi oleh bahan-bahan pengotor yang terbawa setelah proses pemurnian CPO. Bahan pengotor tersebut antara lain fosfolipid, gum, logam, asam lemak serta zat warna pada CPO sehingga tidak dapat digunakan kembali. SBE sebagai limbah pemurnian CPO masih memiliki kandungan residu minyak sebesar 20-40%. Residu minyak tersebut dapat diambil dan diaplikasikan untuk berbagai macam industri dalam mengurangi biaya pemrosesan minyak (Loh *et al.*, 2013). SBE yang sudah diambil kandungan residu minyaknya akan menghasilkan *Recovered Oil* (R-Oil) dan *Deoiled Bleaching Earth* (DBE). DBE adalah bahan yang tidak terbaharukan sehingga perlu digunakan secara efisien dengan melakukan reaktivasi untuk digunakan kembali sebagai adsorben. Proses reaktivasi DBE dilakukan dengan memulihkan kemampuan penyerapannya. Dengan adanya proses reaktivasi ini dapat membantu ketergantungan industri minyak goreng terhadap tanah pemucat (Ani *et al.*, 2015)

Proses aktivasi bertujuan untuk memperbesar kemampuan penyerapan (adsorpsi) dengan mekanisme penghilangan senyawa pengotor yang melekat pada permukaan dan pori-pori adsorben dengan cara fisika maupun kimia. Proses aktivasi DBE berguna untuk menaikkan luas bagian atas dalam membuat volume pori yang besar serta berasal dari kapiler yang sangat kecil serta mengubah permukaan pada struktur pori (Yulianti, 2003). Proses aktivasi yang paling umum digunakan adalah aktivasi asam yang merupakan salah satu modifikasi kimia *bleaching earth* (BE) (Komadel *et al.*, 2006). Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk mengaktivasi SBE menggunakan proses aktivasi asam, namun perlu diketahui jenis aktivator yang tepat untuk aktivasi DBE menjadi *Reactivated Bleaching Earth* (RBE) yang dapat menyerap bahan pengotor dalam CPO dengan lebih optimal. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan aktivasi garam klorida yang belum pernah digunakan sebagai aktivator DBE, sehingga diharapkan akan menghasilkan RBE dengan daya adsorpsi yang tinggi.

## 1.2 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah

1. Mengetahui pengaruh jenis garam klorida terbaik pada proses aktivasi *Deoiled Bleaching Earth* (DBE) untuk menghasilkan *Reactivated Bleaching Earth* (RBE).
2. Mengetahui pengaruh konsentrasi garam klorida terbaik pada proses aktivasi *Deoiled Bleaching Earth* (DBE) untuk menghasilkan *Reactivated Bleaching Earth* (RBE).
3. Mengetahui jenis dan konsentrasi garam klorida pada proses aktivasi *Deoiled Bleaching Earth* (DBE) untuk menghasilkan *Reactivated Bleaching Earth* (RBE) dengan karakteristik terbaik.

## 1.3 Kerangka Pemikiran

*Bleaching earth* (BE) adalah sejenis tanah liat yang dimanfaatkan sebagai bahan pemucat yang memiliki komponen utama yaitu  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , air terikat, ion kalsium, magnesium oksida, serta besi oksida. Pada tahap *bleaching*/pemucatan, BE dimanfaatkan sebagai bahan pengadsorpsi untuk menyerap bahan pengotor dan warna pada *Crude Palm Oil* (CPO) (Ketaren, 1986). BE memiliki komposisi utama yaitu  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , air terikat serta ion kalsium,  $\text{MgO}$ . Senyawa yang terkandung di dalam BE sangat berpotensi sebagai adsorben. Dikarenakan kemampuan adsorben dari BE sangat baik maka dari itu BE banyak digunakan dalam industri pemucatan minyak CPO. Setelah dilakukannya proses *bleaching*, BE yang telah digunakan sebagai adsorben akan menjadi limbah B3 yang dinamakan *Spent Bleaching Earth* (SBE) (Arninda *et al.*, 2022).

SBE merupakan limbah padat yang berasal dari proses pemurnian minyak sawit (CPO). SBE ini masih mengandung minyak residu sebesar 20 -40%. SBE yang telah diekstraksi minyak residunya disebut *Deoiled Bleaching Earth* (DBE). Sebagian besar limbah DBE yang merupakan turunan dari SBE berakhir di sejumlah tempat pembuangan akhir (TPA). SBE dan DBE dapat dioptimalkan

dengan aktivasi untuk mengembalikan kapasitas penyerapannya (Loh *et al.*, 2013).

Proses aktivasi yang paling umum digunakan adalah aktivasi asam yang merupakan salah satu modifikasi kimia SBE (Komadel *et al.*, 2006). Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk mengaktivasi SBE menggunakan proses aktivasi asam, namun aktivasi asam ini belum dimanfaatkan untuk mengetahui daya adsorpsi *Reactivated Bleaching Earth* (RBE) terhadap kandungan fosfolipid, senyawa oksidasi, dan logam. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan aktivasi garam klorida yang belum pernah digunakan sebagai aktivator SBE, sehingga diharapkan akan menghasilkan aktivitas adsorpsi yang tinggi terhadap kandungan fosfolipid, senyawa oksidasi, dan logam. Aktivasi garam klorida ini diawali dengan proses kalsinasi. Proses kalsinasi bertujuan untuk menghilangkan air yang diserap sebagai kristal atau konstitusi, menghilangkan CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, dan zat volatil lainnya, serta untuk oksidasi zat sepenuhnya atau sebagian (Arninda *et al.*, 2022). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Pranowo *et al.* (2020), yaitu regenerasi SBE dengan perlakuan asam HNO<sub>3</sub> 0,4 M, 0,7 M, dan 1 M serta pada pemanasan yang beragam yaitu 100°C, 300°C, dan 500°C. Hasil terbaik dari penelitian ini yakni pada perlakuan pemberian asam HNO<sub>3</sub> 0,75 M pada pemanasan 430,8°C. Hasil analisis terhadap *regenerated spent bleaching earth* dengan perlakuan tersebut menghasilkan efisiensi adsorpsi warna sebesar 94,68%. Hasil efisiensi adsorpsi warna tersebut menunjukkan hasil yang tidak berbeda jauh dengan penggunaan *bleaching earth* yaitu sebesar 96,77%.

Pemanfaatan KCl sebagai aktivator dalam pembuatan arang aktif berbahan dasar tongkol jagung pada penelitian yang telah dilakukan oleh Amri *et al.* (2017), dengan konsentrasi KCl 0,0%; 0,5%; 1,0%; 1,5%; 2,0%; dan 2,5%. Hasil terbaik yakni pada perendaman dengan konsentrasi KCl 1,5% menghasilkan kadar air sebesar 2,88%. Hasil analisis arang aktif tongkol jagung yang diaktivasi dengan KCl pada penentuan gugus fungsi yang dianalisis FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi pada permukaan adsorben yaitu adanya gugus O-H yang bertumpang tindih dengan gugus N-H pada serapan 3641 cm<sup>-1</sup>. Selain itu juga terdapat gugus

karboksil pada serapan  $2337\text{ cm}^{-1}$ . Hal ini mengindikasikan bahwa gugus O-H berdempetan dengan serapan N-H. Pengaruh gugus fungsi terhadap daya jerap pada metilen biru yakni adanya gugus fungsi N-H dan O-H. Pada penelitian yang sama aktivator KCl juga digunakan untuk pembuatan arang aktif pada bahan dasar sabut buah pinang, dengan konsentrasi KCl 0%, 2%, 5% dan 8%, variasi waktu kontak 12 jam, 24 jam dan 36 jam, dan variasi suhu yaitu  $250^{\circ}\text{C}$ ,  $350^{\circ}\text{C}$ ,  $450^{\circ}\text{C}$  dan  $550^{\circ}\text{C}$ . Hasil terbaik yakni pada perendaman KCl dengan konsentrasi 2%, waktu kontak aktivasi 12 jam dan suhu aktivasi  $550^{\circ}\text{C}$  dengan nilai kadar air paling rendah yaitu . Hasil analisis arang aktif sabut pinang yang diaktivasi dengan KCl pada penentuan gugus fungsi menunjukkan adanya gugus fungsi pada arang aktif yang berperan dalam proses adsorpsi yang dapat dilihat pada spektrum yang dihasilkan yaitu pada bilangan gelombang  $3053,45\text{ cm}^{-1}$  mengindikasikan adanya C-H aromatik, bilangan gelombang  $2886,60\text{ cm}^{-1}$  mengindikasikan adanya C-H alifatik yang merupakan komponen selulosa, bilangan gelombang  $1705,15\text{ cm}^{-1}$  mengindikasikan adanya C=O asam karboksilat yang kemungkinan berasal dari senyawa organik lignin, bilangan gelombang  $1589,41\text{ cm}^{-1}$  mengindikasikan adanya C=C aromatik, dan bilangan gelombang  $1197,85\text{ cm}^{-1}$  mengindikasikan adanya C-O.

Aktivator  $\text{ZnCl}_2$  juga dimanfaatkan sebagai aktivator dalam pembuatan karbon aktif berbahan dasar cangkang kelapa sawit pada penelitian yang telah dilakukan oleh Yessy Meisrilestar *et al.* (2020). Penelitian dilakukan dengan menggunakan tiga proses aktivasi. Pertama yaitu aktivasi fisika, dilakukan dengan cara pengarang pada suhu  $300^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam sampai terbentuk arang, dan kemudian aktivasi secara fisika dalam furnace pada suhu  $750^{\circ}\text{C}$  selama 3 jam. Kedua, aktivasi kimia yaitu dengan cara direndam pada larutan  $\text{ZnCl}_2$  sebanyak 250 mL selama 24 jam. Ketiga, aktivasi fisika-kimia yaitu dengan cara direndam pada larutan  $\text{ZnCl}_2$  sebanyak 250 mL selama 24 jam dan dikeringkan dengan pemanasan dalam oven pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam. Hasil terbaik ditunjukkan pada proses aktivasi secara fisika-kimia yang mempunyai daya jerap yang paling baik di antara arang aktif lain yang diaktivasi dengan proses fisika dan kimia. Pada waktu penjerapan 4 jam, arang aktif berdiameter  $355\text{ }\mu\text{m}$  dengan aktivasi

fisika-kimia mampu menyerap sebanyak 34,4% bagian dari larutan asam asetat 0,5 N pada suhu 30°C.

Pemanfaatan NaCl sebagai aktivator dalam pembuatan karbon aktif berbahan dasar ampas tebu telah dilakukan oleh Nurhayati *et al.* (2018), pembuatan karbon aktif dari ampas tebu sebagai adsorben pada limbah cair dengan konsentrasi NaCl 10%, 12,5% dan 15% serta variasi lama perendaman 12 jam, 18 jam, dan 24 jam. Hasil terbaik ditunjukkan pada larutan NaCl 10% selama 12 jam menghasilkan karbon aktif dengan karakteristik memiliki kadar air sebesar 1%, kadar abu 7%, dan daya serap iod 46%.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Hendrawan *et al.* (2017), dalam pembuatan arang aktif berbahan dasar ampas tebu dengan variasi suhu karbonasi 300°C, 400°C, dan 500°C, dan proses aktivasi perendaman karbon dengan larutan NaCl dengan konsentrasi 5%, 10%, dan 15%. Hasil terbaik ditunjukkan pada perlakuan dengan suhu karbonasi 400°C dan konsentrasi aktivator 5% menghasilkan karbon aktif dengan kandungan air sebesar 8,2%, kadar abu 49,9%, kadar zat menguap pada pemanasan 950°C sebesar 30,2% dan kadar karbon murni 19,9%. Pemanfaatan ZnCl<sub>2</sub> dan NaCl sebagai aktivator dalam pembuatan arang aktif juga digunakan pada bahan dasar ampas kopi seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Perdana (2021), dengan konsentrasi larutan sebesar 5%,10%,15% dan 20%. Hasil terbaik yakni pada perendaman ZnCl<sub>2</sub> 5% dengan nilai kadar abu 1,431%, kadar karbon murni 98,390%, daya serap iodium 560,051 mg/g dan kadar air 0,179%.

Berdasarkan hasil-hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa KCl, ZnCl<sub>2</sub> dan NaCl yang digunakan sebagai aktivator sudah banyak dilakukan, akan tetapi pemanfaatan KCl, ZnCl<sub>2</sub> dan NaCl sebagai aktivator untuk mengaktivasi *Spent Bleaching Earth* belum dilakukan. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan menggunakan larutan KCl, ZnCl<sub>2</sub> dan NaCl untuk mengaktivasi *Spent Bleaching Earth* dengan suhu kalsinasi 500°C dengan konsentrasi 5%, 10% dan 15% berdasarkan hasil terbaik dari beberapa penelitian sebelumnya dan metode yang

dilakukan berdasarkan penelitian Siti Hadijah dan Wiwin (2020) yang telah dimodifikasi.

#### **1.4 Hipotesis**

Adapun hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah :

1. Terdapat jenis garam klorida terbaik sebagai aktivator *Deoiled Bleaching Earth* (DBE) menjadi *Reactivated Bleaching Earth* (RBE).
2. Terdapat konsentrasi klorida terbaik sebagai aktivator *Deoiled Bleaching Earth* (DBE) menjadi *Reactivated Bleaching Earth* (RBE).
3. Terdapat jenis dan konsentrasi garam klorida sebagai aktivator *Deoiled Bleaching Earth* (DBE) menjadi *Reactivated Bleaching Earth* (RBE) dengan karakteristik terbaik.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *Crude Palm Oil (CPO)*

Proses pembuatan minyak kelapa sawit menghasilkan 2 jenis minyak. Pertama, *Crude Palm Oil (CPO)* adalah minyak yang berasal dari *mesocarp* yang biasa disebut dengan minyak sawit kasar. Kedua, *Palm Kernel Oil (PKO)* adalah minyak tidak berwarna yang berasal dari inti kelapa sawit dan biasa disebut dengan minyak inti kelapa sawit. CPO merupakan sumber karoten alami terbesar pada bahan pangan, dengan konsentrasi karoten sekitar 500-700 ppm (Ketaren, 1986). Menurut Morad *et al.* (2006) *mesocarp* kelapa sawit dapat mencapai hingga 60% dari total komposisi buah kelapa sawit. *Mesocarp* mengandung 39% minyak, 41% air, dan 20% serat dari komposisi total *mesocarp*. CPO diperoleh dari bagian *mesocarp* setelah kelapa sawit melewati proses sterilisasi, stripping, ekstraksi, dan purifikasi

CPO mengandung sekitar 50% asam lemak jenuh dan 50% asam lemak tak jenuh dan trigliserida. Asam lemak jenuh yang ada dalam CPO berupa asam palmitate, asam stearate, dan asam miristat serta asam lemak tak jenuh dalam bentuk asam oleat dan asam linoleate. Komposisi trigliserida dari CPO yaitu 7,95% trisaturated; 46,43% disaturated; 34,1% monosaturated; dan 5,12% triunsaturated (Man *et al.*, 1999). Menurut Perdani *et al.* (2016) CPO juga mengandung karotenoid tinggi serta menjadi sumber provitamin A. Kandungan karotenoid memberikan warna merah secara alami pada CPO.

Menurut Muslich *et al.* (2020), kondisi CPO sebelum diolah menjadi produk olahan minyak masih mengandung komponen pengotor, oleh karena itu perlu

dilakukan proses pemurnian/ *refinery* untuk meningkatkan mutu produk. Proses pemurnian ini bertujuan untuk menghilangkan air yang tersisa, getah, dan bahan pengotor seperti fosfolipid, logam senyawa oksidasi. Terdapat beberapa tahapan pada saat dilakukan proses pemurnian/*refinery* CPO yaitu penghilangan gum (*degumming*), tahap penghilangan asam lemak bebas (netralisasi), tahap pemucatan warna (*bleaching*), serta tahap penghilangan bau (deodorisasi) (Ketaren, 2008).

Standar mutu CPO meliputi warna, kadar air dan kotoran, asam lemak bebas, dan bilangan yodium. Berikut terdapat syarat mutu CPO yang diatur dalam SNI 01-2901-2006 dalam Tabel 1.

Tabel 1. Standar Mutu *Crude Palm Oil* (CPO)

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan Mutu
1	Warna	-	Jingga kemerahan
2	Kadar air dan kotoran	%	0,5 maks
3	Asam lemak bebas (sebagai asam palmitate)	%	0,5 maks
4	Bilangan yodium	g Yodium/100 g	50 - 55

Sumber : (SNI 01-2901-2006)

## 2.2 *Bleaching Earth*

Tanah pemucat atau *bleaching earth* (BE) banyak dipergunakan sebagai *bleaching agent* pada proses *bleaching* atau penghilangan warna pada minyak sawit mentah (CPO) pada industri. Proses pemucatan atau penghilangan warna bertujuan untuk mengubah warna CPO dari coklat tua kemerahan menjadi kuning muda. Selain itu, adsorben ini juga mencegah kerusakan minyak karena dapat menyerap pengotor lain yang terdapat pada CPO, seperti sejumlah kecil logam dan pengotor oksida minyak, yang biasanya berwarna gelap (Yusnimar *et al.*, 2012 ). Pada proses pemucatan, digunakan BE sebanyak 0,5-2,0% dari massa CPO yang



digunakan (Young,1987). BE memiliki komponen utam yaitu  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , air terikat, serta ion kalsium, magnesium oksida, dan besi oksida sehingga dapat berfungsi sebagai bahan pemucat. BE dapat sebagai adsorben pada tahap *bleaching*. Daya pemucat BE disebabkan oleh ion  $\text{Al}^{3+}$  pada permukaan partikel (Ketaren, 1986)

Menurut Loh *et al.* (2013) BE memiliki komponen utama yaitu  $\text{SiO}_2$  sebanyak 57% dan terdiri atas *montmorillonite* dan bentonit. BE berasal dari olahan *montmorillonite clay* ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) dengan asam mineral serta alumunium, besi, dan magnesium. Bentonit merupakan sejenis lempung yang terdiri dari 85% *montmorillonite*. Bentonit yang digunakan sebagai bahan BE merupakan *non swelling bentonite*. Pada proses *bleaching*, penyerapan pada permukaan BE melalui gaya tarik *Van der Waals*. Ikatan kimia menahan konstituen lain ke permukaan Bleaching Earth dan beberapa kotoran akan tereliminasi di pori-pori BE (Abdelbasir *et al.*, 2023). Syarat analisis mutu bentoit meliputi berat jenis nyata, pH, ukuran butir, kadar air, dan efisiensi pemucatan warna. Berikut terdapat syarat mutu bentonit yang digunakan untuk pemucat minyak nabati berdasarkan SNI 13-6336-2000 yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Syarat Mutu Bentonit

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan Mutu
1	Berat jenis nyata	g/ml	2,0 – 2,
2	pH suspense (10% padatan)	-	6,5 – 8,5
3	Ukuran butir		
	- lolos 200 mesh	%	min 98
	- tertahan 200 mesh	%	maks 2,5
4	Kadar air	%	maks 15
5	Efisiensi memucatkan warna	%	min 40

Sumber : (SNI 13-6336-2000)

### **2.3 Spent Bleaching Earth**

*Spent Bleaching Earth* (SBE) merupakan limbah padat dari pemurnian *crude palm oil* (CPO) pada proses *bleaching*. Pada umumnya SBE hanya dibuang begitu ke lahan (*landfill*) tanpa adanya penanganan lebih lanjut sehingga mengakibatkan terjadinya polusi dan kebakaran yang disebabkan adanya kandungan residu minyak didalamnya (Park *et al.*, 2004). Menurut Krisyanti dan Sukandar (2011), SBE setelah diproses dengan air yang berfungsi untuk mengurangi sifat mudah terbakarnya dapat diolah menjadi bahan bakar alternative, diubah menjadi kompos, digunakan sebagai batu bata dan semen, atau langsung dibuat ke lahan (*landfill*).

SBE merupakan limbah hasil pemucatan CPO yang terdiri dari campuran komponen antara *bleaching earth* dan senyawa organik yang berasal dari CPO. Setelah SBE digunakan, permukaan SBE akan tertutup oleh bahan pengotor seperti fosfatida, gum, logam, asam lemak, dan zat warna (Pranowo *et al.*, 2020). Menurut Loh *et al.* (2013) SBE memiliki kandung residu minyak sebesar 20-40%. SBE yang sudah diekstraksi residu minyak disebut sebagai *Deoiled Bleaching Earth* (DBE). Limbah DBE dapat dimanfaatkan dan dioptimalkan dengan melakukan aktivasi yang berfungsi untuk mengembalikan kemampuan penyerapannya.

### **2.4 Reaktivasi Spent Bleaching Earth (SBE)**

*Spent Bleaching Earth* (SBE) yang sudah diekstraksi residu minyaknya disebut dengan *Deoiled Bleaching Earth* (DBE). Perlu adanya upaya untuk mengoptimalkan dan memanfaatkan SBE dan DBE, yaitu dengan melakukan proses reaktivasi DBE menjadi sebuah adsorben. Sehingga DBE dapat dimanfaatkan tidak hanya dibuang ke lahan (*landfill*) (Loh *et al.*, 2013). Reaktivasi DBE merupakan proses untuk memulihkan kemampuan penyerapannya.

Proses aktivasi merupakan modifikasi atau pembaharuan secara fisika atau kimia pada jenis mineral lempung tertentu yang dapat meningkatkan kemampuan penyerapan Terdapat tiga kategori untuk modifikasi mineral lempung yaitu modifikasi fisika, modifikasi kimia, dan perlakuan *pillaring*. Modifikasi fisik merupakan modifikasi yang menggunakan suhu tinggi untuk merubah komposisi struktur dan permukaan adsorben, modifikasi kimia yaitu perubahan struktur dan permukaan adsorben, dan perlakuan *pillaring* yaitu perlakuan yang menciptakan ruang atau pilar diantara lapisan mineral lempung untuk meningkatkan adsorpsi ion spesifik (Hussin *et al.*, 2011).

### III. METODOLOGI

#### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Analisis Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada bulan April sampai dengan Juni 2023.

#### 3.2 Alat dan bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanur, oven, spektrofotometer UV-Vis, kuvet, *magnetic stirrer*, timbangan analitik, ayakan, cawan porselen, *hot plate*, desikator, pH meter, batang pengaduk, termometer, gelas beaker, erlenmayer, labu ukur, gelas ukur, pipet volumetrik, pipet ukur, pipet tetes, buret, statif, dan corong gelas..

Bahan baku utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Deoiled Bleaching Earth* (DBE). Bahan pendukung yang digunakan yaitu *Crude Palm Oil* (CPO) dari PTPN VII Unit Bekri Lampung Tengah, natrium klorida (NaCl), seng klorida ( $ZnCl_2$ ), kalium klorida (KCl), aquades, NaOH, indikator fenolftalin, etanol 95%, aluminium foil, dan kertas saring.

#### 3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) yang disusun secara faktorial dengan 2 faktor yaitu jenis garam

(G) (NaCl, KCl, dan ZnCl<sub>2</sub>) dan konsentrasi larutan (K) (5%, 10%, dan 15%). Maka terdapat 9 perlakuan dengan 3 kali ulangan Keseragaman data diuji dengan uji Barlett dan 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 metode *Orthogonal Contrast* (OC) dan *Orthogonal Polynomial* (OP) untuk melihat interaksi antar perlakuan. Kombinasi perlakuan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.

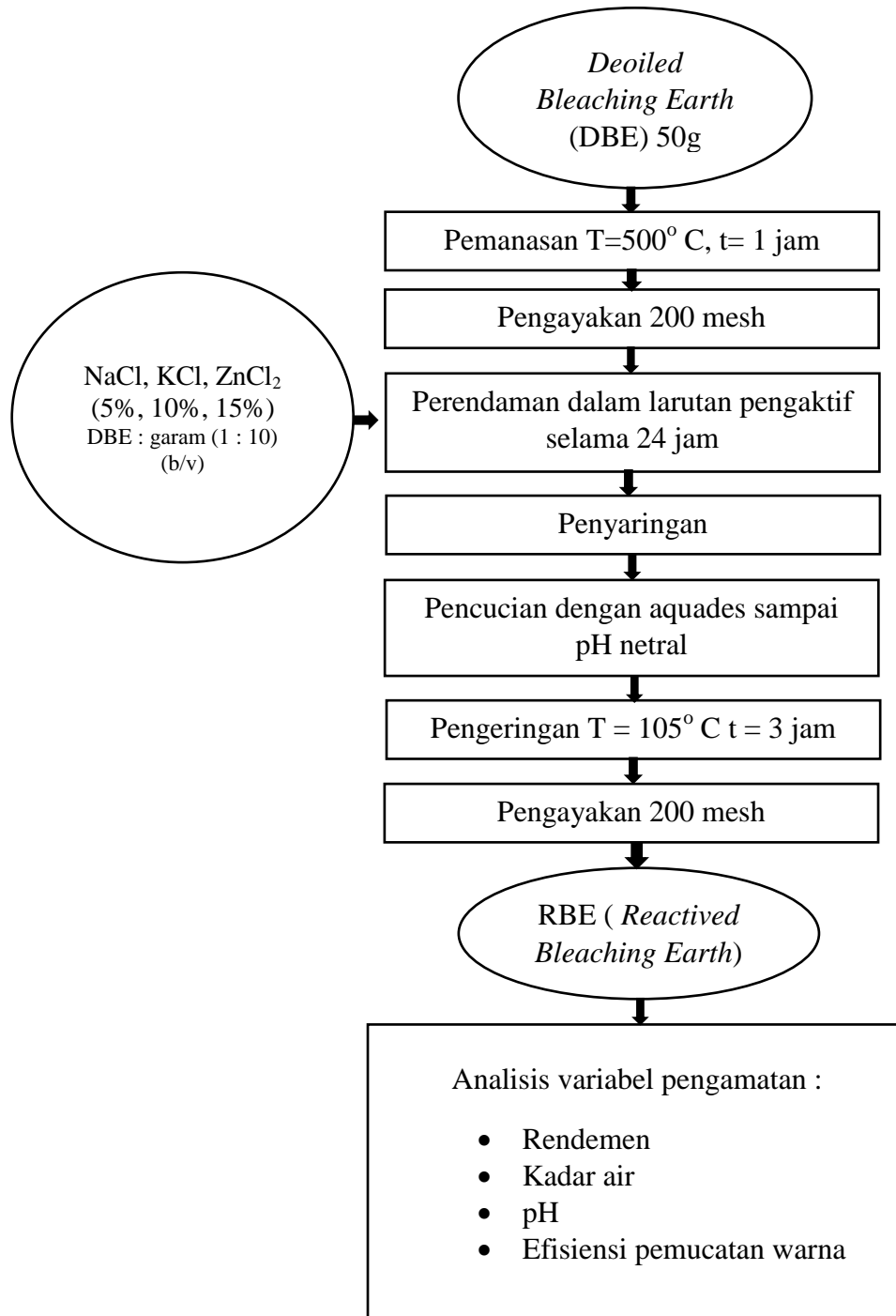
Tabel 3. Kombinasi Perlakuan

Kode Sampel	Keterangan
G1K1	G1 = NaCl, K1 = 5%
G1K2	G1 = NaCl, K2 = 10%
G1K3	G1 = NaCl, K3 = 15%
G2K1	G2 = KCl, K1 = 5%
G2K2	G2 = KCl, K2 = 10%
G2K3	G2 = KCl, K3 = 15%
G3K1	G3 = ZnCl <sub>2</sub> , K1 = 5%
G3K2	G3 = ZnCl <sub>2</sub> , K2 = 10%
G3K3	G3 = ZnCl <sub>2</sub> , K3 = 15%

### 3.4 Prosedur Penelitian

Proses reaktivasi *Deoiled Bleaching Earth* (DBE). mengikuti Siti Hadijah dan Wiwin (2020) yaitu DBE sebanyak 50 gram dipanaskan pada suhu 500°C selama 1 jam. Setelah itu DBE diayak dengan ayakan ukuran 200 mesh. Selanjutnya diaktivasi dengan cara direndam dalam larutan pengaktif (NaCl, KCl, dan ZnCl<sub>2</sub>) dengan variasi konsentrasi (5%, 10%, dan 15%) dengan rasio DBE : larutan garam yaitu 1 : 10 (b/v) selama 24 jam pada suhu ruang dan disaring. Kemudian dicuci dengan aquades hingga pH netral dan dipanaskan pada suhu 105°C selama 3 jam. Terakhir yaitu diayak dengan ukuran ayakan 200 mesh agar menghasilkan ukuran *Reactivated Bleaching Earth* (RBE) yang seragam dan RBE siap digunakan

untuk proses pemucatan (*bleaching*) pada CPO. Diagram alir proses aktivasi DBE dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir proses reaktivasi Deoiled Bleaching Earth (DBE) (Siti Hadijah dan Wiwin, 2020 yang telah dimodifikasi).

### 3.5 Prosedur Pengamatan

#### 3.5.1 Analisis Reactivated Bleaching Earth (RBE)

##### 1. Rendemen *Reactivated Bleaching Earth* (RBE)

Rendemen merupakan perbandingan berat RBE dengan berat DBE awal. Untuk menghitung rendemen RBE digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Rendemen} = \frac{W_{RBE}}{W_{DBE}} \times 100\%$$

Keterangan :

W RBE = Bobot RBE (g)

W DBE = Bobot DBE (g)

##### 2. Analisis Kadar Air *Reactivated Bleaching Earth* (RBE)

Penentuan kadar air *Reactivated Bleaching Earth* (RBE) dilakukan berdasarkan SNI 13-6336-2000. Kadar air RBE diukur dengan metode pengeringan oven. Prinsip metode ini yaitu pengeringan sampel dalam oven 105°C hingga bobot konstan dan selisih bobot awal dengan bobot akhir dihitung sebagai kadar air sampel tersebut. Cawan kosong dikeringkan dalam oven 105°C selama 1 jam. Setelah itu cawan tersebut didinginkan dalam desikator selama 15 menit, lalu cawan ditimbang sebagai berat cawan kosong. Sampel RBE ± 5 g dalam cawan tersebut dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 5 jam. Kemudian, sampel didinginkan dalam desikator selama 15 menit. Lalu sampel ditimbang dan dicatat beratnya. Kemudian ulangi pengeringan dan penimbangan sampai bobot sampel konstan. Kadar air dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar air (\%bb)} = \frac{B - C}{B - A} \times 100\%$$

Keterangan :

A = berat cawan kosong (g)

B = berat cawan dan sampel sebelum pengeringan (g)

C = berat cawan dan sampel sesudah pengeringan (g)

### 3 Analisis pH Reactivated Bleaching Earth (RBE)

Analisis pH *Reactivated Bleaching Earth* (RBE) dilakukan berdasarkan SNI 13-6336-2000. RBE sebanyak 5 g dimasukkan ke dalam gelas beaker 100 ml. Kemudian ditambahkan sebanyak 50 ml aquades pH 7. Lalu suspensi diaduk hingga homogen selama 10 menit dan didiamkan selama 10 menit. Selanjutnya suspensi diukur dengan pH meter untuk mendapatkan pH dari RBE.

### 4. Efisiensi Pemucatan Warna

Penentuan efisiensi pemucatan warna pada *Crude Palm Oil* (CPO) yang telah di *bleaching* dilakukan berdasarkan SNI 13-6336-2000 (BSN,2000). Sebanyak 50 gram minyak nabati mentah ditimbang pada wadah gelas piala 200 ml dan timbang RBE sebanyak 2,5% dari berat minyak. Minyak dipanas pada suhu  $105^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$ , lalu masukkan RBE ke dalam minyak sambil diaduk selama 30 menit. Temperature dijaga pada suhu  $105^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$ . Lakukan penyaringan dengan kertas saring Whatmna No. 40. Nilai warna filtrat dan minyak sebelum penyerapan ditentukan dengan alat colorimeter, memakai filter hijau atau dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 470 nm. Perhitungan efisiensi pemucatan warna dilakukan dengan rumus berikut.

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



Keterangan :

A adalah nilai adsorbansi warna minyak sebelum penyerapan

B adalah nilai adsorbansi warna minyak setelah penyerapan

### 3.5.2 Analisa *Bleached Palm Oil* (BPO)

#### 1. Analisis Kadar Air *Bleached Palm Oil* (BPO)

Penentuan kadar air *Bleached Palm Oil* (CPO) dilakukan berdasarkan SNI 13-6336-2000. Kadar air CPO yang telah di *bleaching* diukur dengan metode pengeringan oven. Prinsip metode ini yaitu pengeringkan sampel dalam oven 105°C hingga bobot konstan dan selisih bobot awal dengan bobot akhir dihitung sebagai kadar air sampel tersebut. Cawan kosong dikeringkan dalam oven 105°C selama 1 jam. Setelah itu cawan tersebut didinginkan dalam desikator selama 15 menit, lalu cawan ditimbang sebagai berat cawan kosong. Sampel CPO yang telah di *bleaching* ± 5 g dalam cawan tersebut dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 5 jam. Kemudian, sampel didinginkan dalam desikator selama 15 menit. Lalu sampel ditimbang dan dicatat beratnya. Kemudian ulangi pengeringan dan penimbangan sampai bobot sampel konstan. Kadar air dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar air (\%bb)} = \frac{B - C}{B - A} \times 100\%$$

Keterangan :

A = berat cawan kosong (g)

B = berat cawan dan sampel sebelum pengeringan (g)

C = berat cawan dan sampel sesudah pengeringan (g)

## 2. Analisis Asam Lemak Bebas *Bleached Palm Oil* (BPO)

Penentuan kadar asam lemak bebas pada *Crude Palm Oil* (CPO) yang telah di *bleaching* dilakukan berdasarkan SNI 01-0018-2006 (BSN, 2006). Sebanyak 1 g CPO dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL, lalu ditambahkan 50 mL etanol 96% yang sudah dinetralkan dan dipanaskan dalam penangas air 40°C sampai sampel minyak terlihat larut. Selanjutnya, ditambahkan 3 tetes indikator fenolftalein dan dihomogenkan. Dititrasikan dengan NaOH 0,1 N hingga terbentuk warna merah muda yang stabil selama minimal 30 detik. Volume NaOH yang digunakan dicatat. Perhitungan kadar asam lemak bebas dilakukan dengan rumus berikut:

$$\text{Asam Lemak Bebas (\%)} = \frac{25,6 \times N \times V}{W}$$

Keterangan:

V = Volume larutan titar yang digunakan (mL)

N = Normalitas larutan titar

W = Berat contoh uji (g)

25,6 = Konstanta untuk menghitung kadar asam lemak bebas sebagai asam palmitat

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan sebagai berikut

1. Jenis garam klorida terbaik adalah NaCl menghasilkan *Reactivated Bleaching Earth* (RBE) dengan kadar rendemen sebesar 96,157%, kadar air sebesar 3,621%, efisiensi pemucatan warna sebesar 13,223%, dan kadar air BPO sebesar 0,150%, jenis garam KCl menghasilkan rendemen sebesar 93,942%, kadar air sebesar 3,916%, efisiensi pemucatan warna sebesar 12,829%, dan kadar air BPO sebesar 0,165%, sedangkan jenis garam ZnCl<sub>2</sub> menghasilkan kadar rendemen sebesar 96,319%, kadar air sebesar 3,993%, efisiensi pemucatan warna sebesar 12,276%, dan kadar air BPO sebesar 0,212%.
2. Konsentrasi garam klorida terbaik adalah konsentrasi 15% menghasilkan *Reactivated Bleaching Earth* (RBE) dengan kadar air sebesar 3,184%, efisiensi pemucatan warna sebesar 14,433%, dan kadar air BPO sebesar 0,122%. Peningkatan konsentrasi pada setiap aktivator menyebabkan terjadinya penurunan nilai kadar air secara linear, sedangkan untuk parameter efisiensi pemucatan warna, peningkatan konsentrasi aktivator menyebabkan terjadinya peningkatan nilai efisiensi pemucatan warna secara linear.
3. Kombinasi jenis dan konsentrasi garam terbaik adalah NaCl dengan konsentrasi 15% menghasilkan RBE dengan karakteristik terbaik pada kadar air RBE sebesar 3,184%, efisiensi pemucatan warna CPO sebesar 14,433 %, dan kadar air BPO sebesar 0,122 %.

## 5.2 Saran

Pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan lebih lanjut tentang penggunaan konsentrasi yang tepat pada setiap aktivator NaCl, KCl, dan ZnCl<sub>2</sub>, agar menghasilkan *Reactivated Bleaching Earth* (RBE) yang memiliki kemampuan adsorpsi lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdelbasir, S. M., Shehab, A. I., and Khalek, M. A. A. 2023. Spent bleaching earth; recycling and utilization techniques: a review. *Resources, Conservation, and Recycling Advances*. 17.
- American Oil Chemists' Society (AOCS). 1997. *Analytical Guidelines for Assessing Oil Quality and Stability of Oils and Fats in Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society*. AOCS Press Publication. Champaign.
- Amri, T. A., Priyanto, A., Ramadhan, F., dan Gustantia, Y. P. 2017. Potensi Limbah Tongkol Jagung Dan Sabut Buah Pinang Sebagai Adsorben. *Celscitech-UMRI*. Vol 2 : 23-30.
- Andaka, G. dan Astuti, T. 2005. Pengaruh Suhu dan Konsentrasi Zat Pengaktif NaCl Terhadap Kualitas Rendemen dan Daya Serap Arang Aktif. *Jurnal Teknologi Academia Ista* 10(2) : 3-8
- Ani, S. Gustan, P. Amelia, A. 2015. Proses Reaktivasi Tanah Pemucat Bekas Sebagai Adsorben Untuk Pemurnian Minyak Sawit Kasar Dan Biodiesel. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 25 (1):52-67
- Arninda, A., Diana, S., dan Nirwan. 2022. Pengaruh temperatur terhadap power bleach pada limbah SBE (Spent Bleaching Earth) dengan menggunakan metode kalsinasi. *Jurnal Teknologi Kimia Mineral*. 1(1): 18–21.
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. SNI 06-6989.4-2004. *Cara Uji Besi (Fe) Dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)*. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 2005. SNI 06-6989.31.2005. *Cara Uji Kadar Fosfat Dengan Spektrofotometer Secara Asam Askorbat*. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. *Bentonit untuk Pemucat Minyak Nabati SNI 13-6336-2000*. BSN. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 1998. SNI 01-3555-.1998. *Cara Uji Minyak dan Lemak*. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta

- Badan Standarisasi Nasional. 2006. SNI 01-2901-2006. *Minyak Kelapa Sawit Mentah (CPO)*. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta
- Bath, D. S., Siregar, J. M. dan Lubis, M. T. 2012. Penggunaan Tanah Bentonit sebagai Adsorben Logam Cu. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 1(1), 8–11.
- Chang, J.L., Thai, H.S., Huang, T.H. 2006. Regeneration of Spent Bleaching Earth by iye-extraction. *Journal of Wiley Intersci.* 25 4 374-275
- Dinas Pertambangan dan Energi. 2004. *Laporan Akhir Penyeledikan Bahan Galian Bentonit, Batu Gamping, dan Tanah di Kabupaten Singingi dan Kampar Propinsi Riau*. PT. Riodila Bumi Persada Konsultan Teknik. Pekanbaru.
- Djarmiko B, Ketaren S, Setyahartini S. 1985. *Pengolahan Arang dan Kegunaannya*. Bogor : Agro Industri Press.
- Esterlita, M. O., dan Herlina, N. Pengaruh Penambahan Aktivator ZnCl<sub>2</sub>, KOH, dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> Dalam Pembuatan Karbon Aktif Dari Pelepah Aren (*Arenga Pinnata*). *Jurnal Teknik Kimia USU*. 4(1) : 47-52
- Fajrudin, A., Supartono, dan Woro, S. 2016. Pengaruh Konsentrasi Asam Nitrat dan Temperatur Kalsinasi Reaktivasi Spent Bleaching Earth. *Indoesian Journal Chemical Science*. 5(3) : 202-205.
- Fatimura, M., Masriatini, R., Putri, F. 2020. Pemanfaaan Limbah Kulit Pisang Menjadi Karbon Aktif Dengan Variasi Konsentrasi NaCl. *Jurnal Redoks*. 5(2) : 87-95
- Faujiah, F. 2012. *Pemanfaatan Karbon Aktif dari Limbah Padat Industri Agar-agar Sebagai Adsorben Logam Berat dan bahan Organik dari Limbah Industri Tekstil*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor. Hal 38
- Gunstone, F.D. 2002. *Vegetables Oils In Food Technology: Composition, Properties and Uses*. New York: Blackwell Publishing Ltd. Pages 76
- Hartanto, S., dan Ratnawati. 2010. Pembuatan Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa Sawit Dengan Metode Aktivasi Kimia. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 12(1) : 12-16.
- Hasibuan, H.A., Afriana L., dan Tamba D. 2017. Pengaruh Dosis Bleaching Earth Dan Waktu Pemucatan Crude Palm Oilyang Bervariasi Deterioration Of Bleachability Index (Dobi) Terhadap Mutu Produk. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 27 (1) : 69-75

- Haymore 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.
- Hendrawan, Y., Sutan, M.S., dan Kreative, R.Y.R. 2017. Pengaruh Konsentrasi dan Suhu Karbonasi dan Konsentrasi Aktivator Terhadap Karakteristik Karbon Aktif dari Ampas Tebu (Bagasse) Menggunakan Activating Agent NaCl. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem* Vol 5 No 3.
- Hussin, F. 2013. *Acid Activation of Bleaching Earth for Crude Palm Oil Treatment. Dissertation. Faculty of Engineering.* University of Malaysia. Kuala Lumpur.
- Hussin, F., Aroua, M. K., and Daud, W. M. A. W. 2011. Textural characteristics, surface chemistry and activation of bleaching earth: a review. *Chemical Engineering Journal.* 170(1): 90–106.
- International Union on Pure and Applied Chemistry (IUPAC). 1987. *Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives*, 7th ed. Paquot C dan Hautfenne A, editor. Oxford (GB): Blackwell Scientific
- Ketaren, S. 2008. *Minyak dan Lemak Pangan.* Jakarta: UI-Press. 185 hlm.
- Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan.* UI-Press. Jakarta. 315 hlm.
- Komadell, P., Madejova, J., and Stucki, J. W. 2006. Structural Fe (III) Reduction in Smectites. *Applied Clay Science.* 34 : 88-94.
- 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.
- Loh, S. K., James, S., Ngatiman, M., Cheong, K. Y., Choo, Y. M., and Lim, W. S. 2013. Enhancement of palm oil refinery waste - Spent bleaching earth (SBE) into bio organic fertilizer and their effects on crop biomass growth. *Industrial Crops and Products.* 49: 775–781.
- Maharani, D. R., Ruhayat, R., Iswanto, B., dan Juliani, A. 2022. The use of Spent Bleaching Earth (SBE) as an adsorbent to reduce free fatty acids in waste cooking oil. *Indonesian Journal Of Urban And Environmental Technology.* 193-208
- Mahmud, S. F. 2019. Proses pengolahan CPO (Crude Palm Oil) menjadi RBDPO (Refined Bleached and Deodorized Palm Oil) di PT XYZ Dumai. *Jurnal Universal Teknologi.* 12(1): 55-64.
- Maulinda, L., N. Za, dan D.N. Sari. 2015. Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Arang Aktif. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal.* 4(2): 11-19.

- Man, Y. B. C., Haryati, H., Ghazali, H. M., and Asbi, B. A. 1999. Composition and thermal profile of crude palm oil and its products. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 76(2): 237–242.
- Morad, N. A., Aziz, M. K. A., and Zin, R. M. 2006. Process design in degumming and bleaching of palm oil. *Centre Of Lipids Engineering and Applied Research (CLEAR)*. 74198: 1–239.
- Muslich, Utami, S., dan Indrasti, N. S. 2020. Pemulihan minyak sawit dari spent bleaching earth dengan metode ekstraksi refluks. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 30(1): 90–99.
- Nandari, W. W., Zabrina, N., Sitta, M. P. 2024. Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Aktivator Pada Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Dasar Tempurung Kelapa. *Jurnal Kimia dan Rekayasa*. 4(2) : 71-77
- Nurhayati, I. Sutrisno, J. Zainudin, M.S. 2018. Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Aktivasi terhadap Karakteristik Karbon Aktif Ampas Tebu dan Fungsinya Sebagai Adsorben Pada Limbah Cair Laboratorium. *Jurnal Teknik Waktu Vol. 16, No.01*
- Nnaji, L.C., Okonkwo, I.F., Solomon, B.O., and Onyia, O.C. 2013. Comparative Study of BetaCarotene Content of Egg Yolk of Poultry. *Inter J Ari Biosci*. 2(1):1-3
- Octarya, Z. dan Fernando, A. 2016. Peningkatan Kualitas Minyak Goreng Bekas Dengan Menggunakan Adsorben Arang Aktif Dari Ampas Tebu Yang Diaktivasi Dengan NaCl. *Jurnal Photon*. 6(2) : 139-148
- Owabor, C. N. dan Iyaomolere, A. I. 2013. Evaluation Of The Influence Of Salt Treatment On The Structure Of Pyrolyzed Periwinkle Shell. *J. Appl. Sci. Environ. Manage*, 17(2), 321-327.
- Park, E. Y., Kato, A., and Ming, H. 2004. Utilization of Waste Activated Bleaching Earth Containing Palm Oil in Riboflavin Production by *Ashbya gossypii*. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 81(1): 57–62.
- Perdana, R. 2021. *Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Garam Klorida Terhadap Proses Aktivasi Ampas Kopi Sebagai Arang Aktif*. Skripsi. Fakultas Pertanian UNILA. Lampung.
- Perdani, C. G., Zakaria, R. F., dan Prangdimurti, E. 2016. Pemanfaatan minyak sawit mentah sebagai hepatoprotektor pada ibu rumah tangga di dramaga Bogor. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 17(2): 119–128.



- Placxedes, S. A. C. N. 2014. Oil Palm and Coconut. In : *Alien Gene Transfer in Crop Plants*. Pratap, A. dan Kumar, J (eds). Vol. 2. Springer. New York. 231-252 hlm.
- Pranowo, D., Dewanti, B. S. D., Fatimah, H., and Setyawan, H. Y. 2020. Optimization of regeneration process of spent bleaching earth. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 524(1): 1–6.
- Radika, R. dan Astuti. 2020. Pengaruh Variasi Konsentrasi NaCl Sebagai Aktivator Karbon Aktif Kulit Singkong Untuk Menurunkan Konsentrasi Logam Berat Air Sungai Batang Ombilin. *Jurnal Fisika Unand (JFU)*. 9(2) : 163-168.
- Sahraeni, S., Syahrir, I., dan Bagus. 2019. Aktivasi Kimia Menggunakan NaCl Pada Pembuatan Karbon Aktif Dari Tanah Gambut. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat*. Hal 145-150.
- Siti Hadijah, L.B., dan Wiwin, R.K. 2020. Karbon Aktif Teraktivasi ZnCl<sub>2</sub> sebagai Adsorben Logam Fe(III) Di Limbah Laboratorium Universitas Negeri Gorontalo. *Jambura Journal of Chemisry* Volume 01 (1), 17
- Suryani, A., Gustan, P., dan Amelia, A. 2015. Proses Reaktivasi Tanah Pemucat Bekas sebagai Adsorben untuk Pemurnian Minyak Sawit Kasar dan Biodiesel. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Tirtaadmaja, C. D. 2019. *Proses Pemucatan Crude Palm Oil (CPO) Dengan Reactivated Bleaching Earth (RBE)*. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Tsai, W.T., Chen, H.P., M.F., Hsieh, Sun, H.F, dan Chien S.F., 2002, Regeneration of Spent Bleaching Earth by Pyrolysis in a Rotary Furnace, *Jurnal Analytical and Applied Pyrolysis*, 63, 157-1790.
- Wahyudi, M. Y. 2000. *Studi Penggunaan Kembali Bleaching Earth Bekas sebagai Adsorben dalam Proses Refining CPO*. (Tesis). Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Yang TR. 2003. *Adsorbents Fundamentals and Applications*. New York: John Wiley and Sons Inc.
- Yessy, M. Rahmat, K. Hesti, W. 2013. *Pembuatan Arang Aktif Dari Cangkang Kelapa Sawit Dengan Aktivasi Secara Fisika, Kimia dan Fisika-Kimia*. (Article). Universitas Lambung Mangkurat. Banjarmasin.
- Yulianti, N. 2003. *Adsorpsi Ion Logam Pb<sup>2+</sup> Oleh Arang Aktif Tongkol Jagung Dengan Aktivasi Fisika Dan Kimia*.” In Skripsi. Semarang: FMIPA UNNES.

Young, F. V. K. 1987. Refining and Fractionation of Palm Oil. In F. D. Gunstone (Ed.). *Palm Oil: Critical Reports on Applied Chemistry*. John Wiley and Sons. New York. hlm. 39–69.

Yusnimar, Ida, Z., dan Desi, H. 2012. *Sumber Bahan Bakar Alternatif dari Spent Bleaching Earth Asal Industri Refinery Minyak Sawit*. Universitas Riau. Riau.