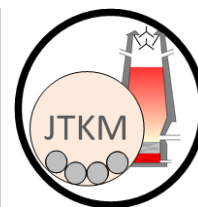




Jurnal Teknologi Kimia Mineral

Journal homepage: journal.atim.ac.id/index.php/jtkm



Pengaruh Konsentrasi dan Jenis Asam terhadap Proses Regenerasi *Spent Bleaching Earth* Limbah Pemurnian CPO

Muh. Zhahir Ilham^{1,*}, Ratna Surya Alwi¹

¹Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Fajar Makassar

Informasi Artikel

Kata kunci:
Minyak sawit
Crude palm oil
Bleaching Earth
Reaktifasi
HCl
H₂SO₄

Abstrak

Pengaruh Konsentrasi dan Jenis Asam terhadap Proses Regenerasi *Spent bleaching earth* Limbah Pemurnian CPO. Pengembangan sektor industri di Indonesia sangat pesat sehingga turut meningkatkan aktivitas perdagangan internasional, khususnya pada industri kelapa sawit. Dalam perekonomian Indonesia, minyak kelapa sawit menjadi komoditas ekspor utama nonmigas yang memiliki peranan penting. Pada industri minyak nabati, *Crude palm oil* (CPO) harus melalui beberapa tahapan pemurnian yaitu degumming, netralisasi, *bleaching*, dan deodorisasi sebelum diolah menjadi produk seperti minyak goreng. Salah satu limbah terbesar yang dihasilkan dari proses tersebut adalah *Spent bleaching earth* (SBE), yaitu adsorben bekas dari proses *bleaching* yang masih mengandung minyak dan senyawa pengotor sehingga berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik. Oleh karena itu, diperlukan upaya regenerasi SBE agar dapat dimanfaatkan kembali sebagai adsorben pada proses pemucatan minyak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh jenis asam dan konsentrasi asam terhadap proses regenerasi *Spent bleaching earth* serta menentukan kondisi optimum berdasarkan nilai efisiensi pemucatan (*power bleach*). Penelitian dilakukan menggunakan larutan asam klorida (HCl) dan asam sulfat (H₂SO₄) dengan variasi konsentrasi 0,5; 1; dan 1,5 N. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai efisiensi pemucatan menggunakan HCl secara berturut-turut sebesar 44,44%; 30,00%; dan 18,18%, sedangkan menggunakan H₂SO₄ sebesar 36,84%; 23,81%; dan 13,04%. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan HCl 0,5 N memberikan efisiensi pemucatan terbaik dan telah memenuhi persyaratan SNI 136336-2000 dengan nilai efisiensi pemucatan kimia lebih dari 40%. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa jenis dan konsentrasi asam mempengaruhi kemampuan regenerasi adsorben serta karakteristik kimia *Spent bleaching earth* hasil regenerasi.

Article Information

Keywords:
Palm oil
Crude palm oil
Bleaching Earth
Reactivation
HCl
H₂SO₄

Abstract

The Effect of Acid Concentration and Acid Type on the Regeneration Process of Spent bleaching earth from CPO Refinery Waste. The rapid development of the industrial sector in Indonesia has contributed to the growth of international trade, particularly in the palm oil industry. In the Indonesian economy, palm oil is an important non-oil export commodity. In the vegetable oil industry, Crude palm oil (CPO) must undergo several refining stages, namely degumming, neutralization, bleaching, and deodorization before being processed into products such as cooking oil. One of the largest wastes generated from this process is Spent bleaching earth (SBE), which is a used adsorbent from the bleaching process that still contains residual oil and impurities, potentially causing environmental pollution if not properly managed. Therefore, regeneration of SBE is necessary so that it can be reused as an adsorbent in the bleaching process. This study aimed to analyze the effect of acid type and acid concentration on the regeneration process of Spent bleaching earth and to determine the optimum condition based on bleaching efficiency (power bleach). The regeneration process was carried out using hydrochloric acid (HCl) and sulfuric acid (H₂SO₄) at concentrations of 0.5, 1, and 1.5 N. The results showed that the bleaching efficiency values using HCl were 44.44%, 30.00%, and 18.18%, respectively, while those using H₂SO₄ were 36.84%, 23.81%, and 13.04%, respectively. These results indicate that HCl 0.5 N provided the best bleaching efficiency and fulfilled the requirements of SNI 136336-2000 with a chemical bleaching efficiency value above 40%. This study also showed that acid type and concentration affected the regeneration ability and chemical characteristics of regenerated Spent bleaching earth.

*Afiliasi penulis korespondensi: Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Fajar, Makassar 90231, Indonesia

Email: zhahirmuhammad19@gmail.com

<https://doi.org/10. ...>

Submisi 7 Mei 2026; Revisi 21 Mei 2026; Diterima 29 Mei 2026

Publish online 4 Juni 2026

Penulis 2026, di bawah persyaratan lisensi CC BY-NC-SA 4.0

1. Pendahuluan

Industri kelapa sawit merupakan salah satu sektor strategis dalam perekonomian Indonesia yang berperan penting sebagai penyumbang devisa negara, penyedia lapangan kerja, serta penggerak industri hilir berbasis oleokimia dan pangan. Produksi *Crude palm oil* (CPO) di Indonesia terus mengalami peningkatan seiring dengan perluasan lahan perkebunan dan tingginya permintaan global terhadap produk turunan minyak sawit (Purnama et al., 2023). Dalam proses pengolahannya, CPO harus melalui tahapan pemurnian yang meliputi *degumming*, netralisasi, *bleaching*, dan deodorisasi untuk menghasilkan produk dengan kualitas yang sesuai standar industri (Nainggolan et al., 2025).

Salah satu tahapan penting dalam proses pemurnian tersebut adalah *bleaching*, yaitu proses pemucatan minyak menggunakan adsorben berupa *bleaching earth* untuk menghilangkan pigmen warna, logam, dan senyawa pengotor lainnya. Penggunaan *bleaching earth* dalam jumlah besar menghasilkan limbah padat yang dikenal sebagai *Spent bleaching earth* (SBE). Limbah ini masih mengandung minyak sebesar 20–30% serta senyawa organik dan anorganik lainnya sehingga dikategorikan sebagai limbah B3 yang berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik (Mahmudha & Nugraha, 2016).

Seiring meningkatnya produksi CPO, jumlah limbah SBE yang dihasilkan juga mengalami peningkatan signifikan dan dapat menimbulkan pencemaran tanah, air, serta risiko kebakaran akibat kandungan minyak yang tinggi (Rahayu & Nurhayati, 2023). Oleh karena itu, diperlukan upaya pengelolaan limbah yang efektif, salah satunya melalui proses regenerasi atau reaktivasi SBE agar dapat digunakan kembali sebagai adsorben pada proses *bleaching* minyak (Sa'diyah et al., 2020).

Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa aktivasi SBE dapat dilakukan secara fisika maupun kimia. Aktivasi kimia menggunakan asam seperti asam klorida (HCl) dan asam sulfat (H_2SO_4) terbukti mampu meningkatkan luas permukaan dan daya adsorpsi adsorben melalui proses pelarutan pengotor dan pembukaan pori adsorben (Nugraha et al., 2017). Namun demikian, efektivitas proses regenerasi sangat dipengaruhi oleh jenis dan konsentrasi asam yang digunakan. Konsentrasi asam yang terlalu rendah dapat menghasilkan aktivasi yang kurang optimal, sedangkan konsentrasi yang terlalu tinggi berpotensi merusak struktur adsorben akibat proses dealuminasi (Siregar & Irma, 2016).

Beberapa penelitian mengenai regenerasi *Spent bleaching earth* menggunakan aktivasi asam telah banyak dilaporkan. Akan tetapi, sebagian besar penelitian hanya berfokus pada proses aktivasi atau karakterisasi adsorben tanpa membandingkan secara langsung pengaruh jenis asam dan variasi konsentrasi terhadap efisiensi pemucatan pada aplikasi pemurnian CPO. Selain itu, informasi mengenai konsentrasi optimum asam yang mampu meningkatkan kemampuan adsorpsi tanpa merusak struktur adsorben masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini

dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh jenis asam dan variasi konsentrasi terhadap karakteristik kimia serta kemampuan pemucatan dari reactivated *Spent bleaching earth* (RSBE).

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh jenis asam (HCl dan H_2SO_4) serta variasi konsentrasi (0,5; 1; dan 1,5 N) terhadap proses regenerasi *Spent bleaching earth* dan kinerja adsorpsinya yang ditinjau dari nilai efisiensi pemucatan (*power bleach*). Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi perubahan karakteristik kimia SBE sebelum dan sesudah regenerasi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi pengolahan limbah industri kelapa sawit yang lebih ramah lingkungan dan bernilai tambah.

2. Metode

2.1. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu serangkaian alat ekstraksi, gelas kimia 300 ml, spatula, batu didih, neraca analitik, *magnetic stirrer*, *hot plate*, *thermometer*, corong kaca, erlenmeyer, batang pengaduk, pompa vacuum, corong porselin, cawan porselin, tanur, desikator, ayakan 100 *mesh*, *x-ray Fluorescence*, *colorimeter Lovibond* model F.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah *Fresh Bleaching Earth*, *Spent bleaching earth*, asam klorida (HCl), asam sulfat (H_2SO_4), asam fosfat (H_3PO_4), *Crude palm oil*, *aquadest*.

2.2. Prosedur Kerja

1. Preparasi Sampel

Spent bleaching earth (SBE) terlebih dahulu diayak menggunakan ayakan 100 *mesh* untuk memperoleh ukuran partikel yang seragam serta memisahkan pengotor berukuran besar. Sampel kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105°C selama 30 menit untuk menghilangkan kandungan air yang terdapat pada sampel. Setelah proses pengeringan, sampel ditimbang sebanyak 15 gram dan dibungkus menggunakan kertas saring, kemudian dimasukkan ke dalam tabung *Soxhlet*. Proses ekstraksi dilakukan menggunakan pelarut n-heksana pada suhu sekitar 70°C selama 5 jam hingga minyak yang masih terkandung dalam sampel larut secara optimal.

2. Regenerasi sampel

Sampel hasil ekstraksi ditimbang sebanyak 20 gram dan dimasukkan ke dalam gelas kimia 300 mL. Selanjutnya ditambahkan larutan asam klorida (HCl) dengan variasi konsentrasi 0,5; 1; dan 1,5 N sebanyak 200 mL. Prosedur yang sama juga dilakukan menggunakan larutan asam sulfat (H_2SO_4). Campuran kemudian dipanaskan menggunakan *hot plate* pada suhu 70°C dengan kecepatan pengadukan 400 rpm selama 2 jam. Setelah proses aktivasi selesai, sampel dicuci menggunakan akuades panas hingga pH filtrat netral, kemudian disaring menggunakan pompa vakum. Sampel yang telah dicuci selanjutnya dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105°C selama 30 menit. Setelah kering, sampel dimasukkan ke dalam cawan porselin dan dikalsinasi menggunakan tanur pada suhu

600°C selama 2 jam. Sampel kemudian didinginkan di dalam desikator dan siap untuk dianalisis.

3. Prosedur Analisa XRF-FUSE

Sampel SBE dan *flux* ditimbang dengan perbandingan 1:16 (0,5 gram sampel dan 8 gram *flux*) dengan toleransi penimbangan $\pm 0,0005$ gram. Campuran kemudian dihomogenkan hingga tercampur sempurna. Selanjutnya campuran dituangkan ke dalam cawan platina yang sebelumnya telah ditambahkan larutan ammonium iodide 30% sebanyak 0,5 mL. Cawan platina kemudian dimasukkan ke dalam alat fuse (Modutemp) untuk dilakukan proses peleburan selama 15 menit yang meliputi tahap *melting*, *mixing*, dan *cooling*. Sampel hasil peleburan kemudian dituangkan ke dalam mould hingga membentuk padatan. Setelah dingin dan mengeras, sampel dianalisis menggunakan instrumen WD-XRF.

4. Prosedur Analisa Efisiensi Pemucatan Warna

Crude palm oil (CPO) mentah ditimbang sebanyak 100 gram dan dimasukkan ke dalam gelas kimia 300 mL. Sampel dipanaskan menggunakan hot plate pada suhu 90°C, kemudian ditambahkan asam fosfat (H_3PO_4) 85% sebanyak 0,05 mL dan diaduk dengan kecepatan 400 rpm selama 10 menit. Setelah itu, *Spent bleaching earth* hasil regenerasi ditambahkan sebanyak 2 gram dan campuran didiamkan selama 30 menit. Selanjutnya dilakukan proses penyaringan dalam keadaan panas menggunakan pompa vakum. Minyak hasil penyaringan berupa *bleach palm oil* (BPO) kemudian dianalisis menggunakan alat Lovibond untuk menentukan nilai efisiensi pemucatan warna (*power bleach*).

5. Prosedur Analisa *Colour* menggunakan *Lovibond*

Sampel terlebih dahulu dipanaskan hingga 10°C di atas titik lelehnya apabila masih dalam keadaan padat, kemudian disaring untuk menghilangkan pengotor padat. Sampel dituangkan ke dalam kuvet kaca yang bersih dan kering, kemudian kuvet ditempatkan pada alat *Lovibond*. Instrumen dinyalakan dan dilakukan pengamatan warna dengan mengatur standar warna merah, kuning, dan biru hingga diperoleh kesesuaian warna. Pengukuran dilakukan menggunakan parameter *Lovibond Color Cell L*’, R/Y/B/W, dimana L merupakan panjang *cell* yang digunakan, R merupakan nilai merah, Y nilai kuning, B nilai biru, dan W nilai netral. Hasil pengukuran kemudian dicatat sebagai data analisis warna minyak hasil bleaching. Setelah pengukuran selesai, kuvet dibersihkan menggunakan tissue lembut dan alkohol sesuai prosedur pembersihan alat.

2.3. Metode Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data merupakan tahap kegiatan pengambilan seluruh data lapangan yang dibutuhkan. Data-data tersebut menunjang dalam penyusunan laporan tugas akhir.

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari hasil perhitungan pembuatan larutan, data hasil analisis pada setiap prosedur hingga data dokumentasi hasil penelitian

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang mendukung kegiatan penelitian yaitu data yang diambil dari beberapa referensi dari berbagai jurnal terpercaya.

2.4. Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini menggunakan pengamatan langsung terhadap objek yang diteliti dengan membandingkan pengaruh perbedaan variabel konsentrasi HCl dan H_2SO_4 terhadap nilai efisiensi pemucatan warna (*Power bleach*) dari *Spent bleaching earth* hasil regenerasi (Rahayu & Nurhayati, 2023). Penentuan nilai efisiensi pemucatan warna menggunakan rumus.

$$\text{Power bleach} = \frac{\text{Warna CPO} - \text{Warna BPO}}{\text{Warna BPO}} \times 100\% \quad (1)$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Preparasi Sampel dan Regenerasi *Spent bleaching earth* (SBE)

Preparasi *spent bleaching earth* (SBE) diawali dengan proses pengayakan menggunakan ayakan 100 *mesh* untuk memperoleh ukuran partikel yang seragam sehingga mempermudah proses regenerasi dan meningkatkan kontak antara adsorben dengan larutan aktivator. Selain itu, proses pengayakan juga berfungsi memisahkan pengotor fisik yang masih terbawa dari proses pemurnian minyak (Eko Saputro et al., 2020). Sampel kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105°C selama 30 menit untuk menghilangkan kadar air yang masih terkandung dalam adsorben. Proses pengeringan bertujuan untuk memutus ikatan lemah antara minyak dan permukaan adsorben sehingga minyak yang masih terperangkap di dalam pori dapat lebih mudah dipisahkan pada tahap ekstraksi.

Selanjutnya, sampel diekstraksi menggunakan metode *Soxhlet* dengan pelarut *n*-heksana selama 5 jam untuk melarutkan sisa minyak yang masih terkandung dalam SBE. Penggunaan pelarut *n*-heksana dipilih karena memiliki kemampuan melarutkan senyawa nonpolar seperti minyak sawit secara efektif. Proses ekstraksi ini bertujuan untuk membuka pori adsorben yang sebelumnya tertutup oleh residu minyak sehingga luas permukaan adsorben dapat meningkat.

Setelah proses ekstraksi, sampel dikalsinasi menggunakan tanur pada suhu 600°C selama 2 jam. Proses kalsinasi bertujuan menghilangkan sisa komponen organik serta meningkatkan kestabilan struktur adsorben melalui proses dehidrasi dan penguatan ikatan antar mineral penyusun bentonit. Menurut (Abdelbasir et al., 2023), rentang suhu kalsinasi 400–800°C dapat menyebabkan perubahan struktural pada adsorben yang berpengaruh terhadap kemampuan adsorpsi.

Pada tahap regenerasi kimia, larutan HCl dan H_2SO_4 digunakan sebagai aktivator untuk melarutkan logam pengotor yang menutupi permukaan adsorben. Ion H^+ dari asam akan menggantikan ion logam seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , dan Fe^{3+} pada struktur bentonit sehingga pori adsorben menjadi lebih terbuka dan luas permukaan meningkat. Mekanisme ini menyebabkan kemampuan adsorpsi adsorben menjadi lebih baik. Akan tetapi, penggunaan konsentrasi asam yang terlalu tinggi dapat

menyebabkan proses *dealuminasi*, yaitu pelarutan ion Al^{3+} yang berlebihan sehingga merusak struktur lapisan adsorben dan menurunkan kemampuan adsorpsinya (Naser et al., 2021).

3.2. Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Asam terhadap Karakteristik Kimia SBE

Hasil analisis kandungan kimia *spent bleaching earth* sebelum dan sesudah regenerasi menggunakan metode *X-Ray Fluorescence* (XRF) ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Kandungan *Spent Bleaching Earth* Menggunakan Larutan HCl

No	Komposisi (%)	SBE	RSBE 0,5 N	RSBE 1 N	RSBE 1,5 N
1	SiO_2	59,95	70,45	71,11	71,92
2	CaO	2,12	0,75	0,60	0,58
3	MgO	3,61	3,53	3,24	3,22
4	Fe_2O_3	5,05	4,00	3,98	3,47
5	Al_2O_3	18,03	19,23	19,13	18,30
6	P_2O_5	7,87	0,40	0,35	0,30

Berdasarkan hasil analisis XRF pada Tabel 1, kandungan SiO_2 mengalami peningkatan setelah proses regenerasi menggunakan larutan HCl. Kandungan SiO_2 pada SBE awal sebesar 59,95% meningkat menjadi 70,45% pada konsentrasi 0,5 N, kemudian meningkat kembali menjadi 71,11% pada konsentrasi 1 N dan 71,92% pada konsentrasi 1,5 N. Peningkatan kandungan SiO_2 menunjukkan bahwa proses aktivasi menggunakan HCl mampu melarutkan pengotor yang menutupi pori adsorben sehingga struktur silika menjadi lebih dominan dan luas permukaan adsorben meningkat.

Kandungan CaO , MgO , Fe_2O_3 , dan P_2O_5 mengalami penurunan setelah proses regenerasi. Penurunan kandungan logam tersebut menunjukkan bahwa ion H^+ dari HCl mampu melarutkan logam pengotor pada struktur bentonit. Kandungan CaO mengalami penurunan dari 2,12% menjadi 0,58% pada penggunaan HCl 1,5 N, sedangkan Fe_2O_3 menurun dari 5,05% menjadi 3,47%. Hasil ini menunjukkan bahwa proses aktivasi berhasil membuka pori adsorben sehingga kemampuan adsorpsinya meningkat.

Namun demikian, peningkatan konsentrasi HCl yang terlalu tinggi dapat menyebabkan perubahan struktur adsorben akibat pelarutan sebagian komponen penyusun bentonit. Hal ini terlihat dari kandungan Al_2O_3 yang mulai mengalami penurunan pada konsentrasi 1,5 N menjadi 18,30%. Penurunan Al_2O_3 menunjukkan mulai terjadinya proses *dealuminasi* yang dapat mempengaruhi kestabilan struktur adsorben apabila konsentrasi asam terus ditingkatkan. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Pranowo et al. (2020) yang melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi asam dapat meningkatkan proses aktivasi adsorben hingga batas tertentu sebelum terjadi kerusakan struktur akibat *dealuminasi*.

Tabel 2. Kandungan *Spent Bleaching Earth* Menggunakan Larutan H_2SO_4

No	Komposisi (%)	SBE	RSBE 0,5 N	RSBE 1 N	RSBE 1,5 N
1	SiO_2	59,95	69,95	70,67	71,85
2	CaO	2,12	0,45	0,35	0,30
3	MgO	3,97	2,97	2,40	2,30
4	Fe_2O_3	5,05	3,05	2,95	2,50
5	Al_2O_3	18,03	16,75	16,45	16,00
6	P_2O_5	7,87	0,35	0,30	0,28

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 2, penggunaan larutan H_2SO_4 juga menyebabkan peningkatan kandungan SiO_2 pada adsorben setelah proses regenerasi. Kandungan SiO_2 meningkat dari 59,95% pada SBE awal menjadi 69,95% pada konsentrasi 0,5 N dan mencapai 71,85% pada konsentrasi 1,5 N. Peningkatan ini menunjukkan bahwa aktivasi menggunakan H_2SO_4 mampu melarutkan pengotor yang menutupi permukaan adsorben sehingga struktur silika menjadi lebih dominan dan pori adsorben menjadi lebih terbuka (Latisya et al., 2024).

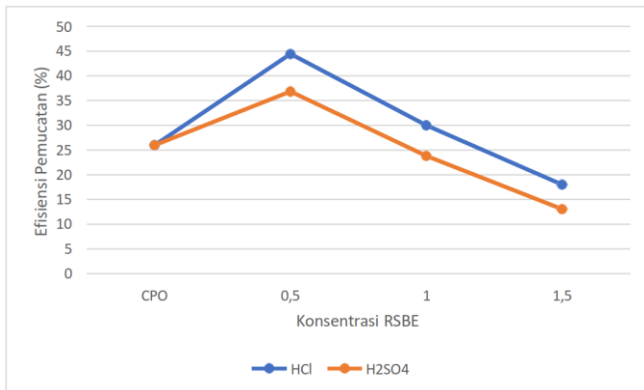
Kandungan CaO , MgO , Fe_2O_3 , dan P_2O_5 mengalami penurunan yang cukup signifikan dibandingkan sebelum regenerasi. Kandungan Fe_2O_3 menurun dari 5,05% menjadi 2,50% pada penggunaan H_2SO_4 1,5 N, sedangkan kandungan CaO menurun menjadi 0,30%. Penurunan ini menunjukkan bahwa H_2SO_4 memiliki kemampuan yang cukup kuat dalam melarutkan logam pengotor pada permukaan bentonit (Oktarianti et al., 2022).

Namun demikian, penggunaan H_2SO_4 menyebabkan penurunan kandungan Al_2O_3 yang lebih besar dibandingkan HCl. Kandungan Al_2O_3 menurun dari 18,03% menjadi 16,00% pada penggunaan H_2SO_4 1,5 N. Penurunan tersebut menunjukkan terjadinya proses *dealuminasi* akibat ion H^+ yang berlebih sehingga sebagian struktur lapisan oktahedral bentonit mengalami kerusakan. H_2SO_4 sebagai asam diprotik memiliki tingkat reaktivitas yang lebih tinggi sehingga pelarutan ion Al^{3+} berlangsung lebih cepat dibandingkan HCl (Pranowo et al., 2020).

Berdasarkan hasil analisis XRF pada Tabel 1 dan Tabel 2, jenis dan konsentrasi asam berpengaruh terhadap karakteristik kimia *spent bleaching earth* hasil regenerasi. Penggunaan HCl maupun H_2SO_4 mampu meningkatkan kandungan SiO_2 dan menurunkan kandungan logam pengotor seperti CaO , MgO , Fe_2O_3 , dan P_2O_5 . Semakin tinggi konsentrasi asam yang digunakan maka semakin besar kemampuan pelarutan pengotor pada adsorben. Akan tetapi, penggunaan konsentrasi asam yang terlalu tinggi juga menyebabkan terjadinya *dealuminasi* yang ditandai dengan penurunan kandungan Al_2O_3 . Dibandingkan H_2SO_4 , penggunaan HCl cenderung lebih mampu mempertahankan struktur bentonit karena penurunan kandungan Al_2O_3 yang terjadi relatif lebih kecil (Plata et al., 2020).

3.3. Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Asam terhadap Efisiensi Pemucatan (*Power bleach*)

Hasil perhitungan nilai efisiensi pemucatan (*power bleach*) dari *spent bleaching earth* yang telah diregenerasi menggunakan HCl dan H₂SO₄ ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram perbandingan nilai efisiensi pemucatan menggunakan HCl dan H₂SO₄

Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa bentonit diaktivasi dengan asam, baik HCl maupun H₂SO₄ mempunyai kemampuan penyerapan yang baik dengan semakin tingginya konsentrasi asam yang digunakan untuk aktivasi SBE, menandakan bahwa penyerapan warna akibat aktivasi semakin banyak akan tetapi nilai efisiensi pemucatannya dalam hal ini nilai *Power bleach* semakin rendah (Nugraha et al., 2017).

Hal ini disebabkan konsentrasi bahan kimia pengaktif mengikat senyawa sisa-sisa karbon setelah pemanasan untuk keluar melewati mikro pori-pori. Sehingga permukaan adsorben semakin terbuka mengakibatkan daya adsorpsi dari adsorben tersebut semakin besar (Rahayu & Nurhayati, 2023). Gambar 1 juga menunjukkan kemampuan pemucatan HCl dan H₂SO₄, dengan nilai efisiensi pemucatan berturut-turut pada HCl (0,5; 1; 1,5) N sebesar (44,44; 30,00; dan 18,18) % dan H₂SO₄ (0,5; 1; 1,5) N sebesar (36,84; 23,81; dan 13,04)%. Pada masing-masing larutan asam pada konsentrasi 0,5 N, menunjukkan kemampuan penyerapan optimalnya dengan nilai efisiensi pemucatannya pada HCl sebesar 44,44% dan H₂SO₄ 36,84% setelah itu mengalami penurunan. Penurunan juga dapat terjadi akibat konsentrasi asam dan tingkat derajat keasaman yang tinggi, menyebabkan terjadinya dealuminasi yang merusak struktur SBE dengan terciptanya kerusakan pada lapisan oktahedral pada SBE, mengakibatkan runtuhnya lapisan Si-Al pada SBE yang memengaruhi kemampuan adsorpsi SBE. Jika asam yang digunakan adalah asam sulfat, maka akan terjadi penurunan kualitas SBE pada konsentrasi asam sulfat yang terlalu tinggi. Asam sulfat merupakan asam diprotik (2 ion H⁺) yang lebih reaktif, karena sifat dehidrasinya sehingga mengakibatkan kation alkali, alkali tanah, kation Al³⁺ dan Fe³⁺ pada SBE dua kali lebih cepat larut pada kondisi ion H⁺ berlebihan, sehingga kemampuan adsorpsi menurun (Sa'diyah et al., 2020). Sehingga pada penelitian ini, diperoleh larutan HCl 0,5 N telah memenuhi persyaratan dengan nilai efisiensi pemucatannya sebesar 44,44 % yang mana pada SNI 136336-2000 ditandai dengan nilai

efisiensi pemucatan kimia lebih dari 40% (Kholidanata et al., 2025).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, proses regenerasi *spent bleaching earth* (SBE) menggunakan aktivasi kimia dengan larutan HCl dan H₂SO₄ berpengaruh terhadap karakteristik kimia dan kemampuan adsorpsi adsorben, di mana hasil analisis XRF menunjukkan bahwa proses regenerasi mampu meningkatkan kandungan SiO₂ serta menurunkan kandungan logam pengotor seperti CaO, MgO, Fe₂O₃, dan P₂O₅ pada *spent bleaching earth*. Penggunaan jenis dan konsentrasi asam juga memengaruhi nilai efisiensi pemucatan (*power bleach*), dengan larutan HCl pada konsentrasi 0,5; 1; dan 1,5 N menghasilkan efisiensi pemucatan berturut-turut sebesar 44,44%; 30,00%; dan 18,18%, sedangkan larutan H₂SO₄ menghasilkan efisiensi sebesar 36,84%; 23,81%; dan 13,04%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan HCl 0,5 N memberikan efisiensi pemucatan terbaik dibandingkan perlakuan lainnya. Peningkatan konsentrasi asam yang terlalu tinggi menyebabkan penurunan kemampuan adsorpsi akibat terjadinya dealuminasi yang dapat merusak struktur adsorben. Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan HCl 0,5 N telah memenuhi persyaratan SNI 136336-2000 dengan nilai efisiensi pemucatan kimia lebih dari 40%, sehingga dapat dinyatakan sebagai kondisi optimum pada proses regenerasi *spent bleaching earth* dalam penelitian ini.

Penelitian ini masih memiliki keterbatasan karena pengujian dilakukan dalam skala laboratorium tanpa analisis statistik lanjutan. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan menggunakan replikasi pengujian dan analisis statistik untuk meningkatkan validitas data. Selain itu, karakterisasi adsorben pada penelitian ini masih terbatas pada analisis XRF sehingga penelitian lanjutan disarankan menggunakan FTIR, SEM, BET, atau XRD untuk mengetahui perubahan struktur dan morfologi adsorben secara lebih mendalam.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan selama pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Laboratorium PT. Geoservices yang berada di daerah Kendari. dan PT. Tanjung Sarana Lestari yang telah menyediakan fasilitas penelitian dan pengujian, serta kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bantuan teknis, dan dukungan selama proses penelitian berlangsung. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengambilan data, analisis sampel, serta penyusunan artikel ilmiah ini sehingga penelitian dapat diselesaikan dengan baik.

Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan dalam penelitian ini. Penelitian dilakukan secara independen tanpa adanya pengaruh dari pihak lain yang dapat

mempengaruhi hasil maupun interpretasi penelitian yang disajikan dalam artikel ini.

Kontribusi Penulis

Penulis pertama berperan dalam konseptualisasi penelitian, penyusunan metodologi, pelaksanaan penelitian, pengambilan dan analisis data, serta penulisan draf asli artikel ilmiah. Penulis kedua berperan sebagai dosen pembimbing yang melakukan supervisi, validasi metodologi dan hasil penelitian, serta peninjauan dan penyuntingan naskah selama proses penyusunan artikel ilmiah.

Daftar Pustaka

- Abdelbasir, S. M., Shehab, A. I., & Khalek, M. A. A. (2023). Spent bleaching earth; recycling and utilization techniques: A review. *Resources, Conservation & Recycling Advances*, 17, 200124. <https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2022.200124>
- Eko Saputro, K., Siswanti, P., Wahyu Nugroho, D., Ikono, R., Noviyanto, A., & Taufiqu Rochman, N. (2020). Reactivating adsorption capacities of Spent bleaching earth for using in Crude palm oil industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 924(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/924/1/012014>
- Kholidanata, F., Achmad Nandang Roziafanto, & Ragil Saputra. (2025). Pengaruh Temperatur Terhadap Proses Reaktivasi Limbah Spent bleaching earth Menggunakan Aktivator Asam. *Journal of Research and Education Chemistry*, 7(1), 171. [https://doi.org/10.25299/jrec.2025.vol7\(1\).20941](https://doi.org/10.25299/jrec.2025.vol7(1).20941)
- Latisya, S., Indrasti, N. S., & Muslich. (2024). Reactivation of used bentonite (Spent bleaching earth) and its reuse as adsorbent for CPO (Crude palm oil) bleaching process. *BIO Web of Conferences*, 99. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20249902013>
- Mahmudha, S., & Nugraha, I. (2016). Pengaruh Penggunaan Bentonit Teraktivasi Asam Sebagai Katalis Terhadap Peningkatan Kandungan Senyawa Isopulegol ada Minyak Sereh Wangi Kabupaten Gayo Lues – Aceh. *Chimica et Natura Acta*, 4(3), 123–129. <https://doi.org/10.24198/cna.v4.n3.10921>
- Nainggolan, M., Sofitra, M., & Budiman, R. (2025). Pengendalian Kualitas Crude palm oil (CPO) Di Pks Parindu Pt Perkebunan Nusantara IV Regional V. *Industrial Engineering and Management System*, 9, 167–181.
- Naser, J., Avbenake, O. P., Dabai, F. N., & Jibril, B. Y. (2021). Regeneration of Spent bleaching earth and conversion of recovered oil to biodiesel. *Waste Management*, 126, 258–265. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.03.024>
- Oktarianti, V., Dewi, E., & Junaidi, R. (2022). Pemurnian Minyak Sawit Merah Menggunakan Filter Bentonit dan Membran Keramik. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia*, 2(10), 407–412. <https://doi.org/10.52436/1.jpti.220>
- Plata, V., Rojas, Ó., & Gauthier-Maradei, P. (2020). Improvement of palm oil biodiesel filterability by treatment with reactivated Spent bleaching earths. *Fuel*, 260, 116198. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.116198>
- Pranowo, D., Dewanti, B. S. D., Fatimah, H., & Setyawan, H. Y. (2020). Optimization of regeneration process of Spent bleaching earth. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 524(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/524/1/012011>
- Purnama, L., Haryono, S., & Hidayat, F. (2023). Analisis Dampak Perdagangan Internasional Komoditas Crude palm oil (CPO) Terhadap Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia. *Jurnal Magister Ekonomi Syariah*, 1(2 Desember), 59–71. <https://doi.org/10.14421/jmes.2022.012-05>
- Rahayu, D. P., & Nurhayati, E. (2023). Pemanfaatan Activated Spent bleaching earth sebagai Adsorben untuk Menyisihkan Rhodamine-B: Studi Adsorpsi Secara Batch. *Envirotek : Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 15(1), 91–97. <http://envirotek.upnjatim.ac.id/>
- Sa'diyah, K., Lusiani, C. E., Chrisnandari, R. D., Witasari, W. S., Aula, D. L., & Triastutik, S. (2020). Pengaruh Proses Aktivasi Kimia Terhadap Karakteristik Adsorben dari Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata* L.). *Jurnal Chemurgy*, 04(1).
- Nugraha, M. S., Mahatmanti, F. W., & Sulistyaningsih, T. (2017). Pemanfaatan Bentonit Teraktivasi HCl sebagai Adsorben Ion Logam Cd(II). *Journal of Chemical Science*, 6(3). <https://journal.unnes.ac.id/sju/ijcs/article/view/13765>
- Siregar, S. H., & Irma, W. (2016). Sintesis Dan Perbandingan Struktur, Tekstur Bentonit Alam Dan Bentonit Teraktivasi Asam. *Jurnal Photon*, 7(1). <https://doi.org/10.37859/jp.v7i01.572>