PENGGUNAAN SILIKA GEL KOMERSIAL TERAKTIVASI ASAM KLORIDA (HCl) SEBAGAI ADSORBEN β-KAROTEN DALAM *Crude Palm Oil* (CPO)

SUMAIROH

H1031191003

SKRIPSI

PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

PENGGUNAAN SILIKA GEL KOMERSIAL TERAKTIVASI ASAM KLORIDA (HCl) SEBAGAI ADSORBEN β-KAROTEN DALAM CPO (*Crude Palm Oil*)

SUMAIROH

H1031191003

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains pada Program Studi Kimia

PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Usulan Penelitian	: Penggunaan Silika Gel Komersial Teraktivasi Asam Klorida (HCl) sebagai Adsorben β-Karoten dalam *Crude Palm Oil* (CPO)
Nama	: Sumairoh
NIM	: H1031191003
Program Studi	: Kimia
Tanggal lulus	: 13 Maret 2025
SK Pembimbing	: No. 406/UN22.8/TD.06/2025/12 Februari 2025
SK Penguji	: No. 788/UN.22.8/TD.06/2025/7 Maret 2025

Menyetujui

Pembimbing I	Pembimbing II
Prof. Dr. H. Thamrin Usman, DEA	Dr. Nelly Wahyuni, S. Si., M. Si
NIP. 196211101988111001	NIP. 197506022000032001

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Dr. Anis Shofiyani, S. Si., M. Si	Dr. Andi Hairil Alimuddin, S.Si., M. Si
NIP. 197311152000112001	NIP. 197109202000121001

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Prof. Dr. H. Thamrin Usman, DEA	Dr. Nelly Wahyuni, S. Si., M. Si
NIP. 196211101988111001	NIP. 197506022000032001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S. Si., M.Si
NIP. 197108022000031001

Dipindai dengan CamScanner

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: Sumairoh
NIM	: H1031191003
Program Studi/Jurusan	: S-1 Kimia/Kimia
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan tidak mengandung unsur pelanggaran intergritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2001. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian penyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 17 Maret 2025



Sumairoh
H1031191003

Dipindai dengan CamScanner

PENGGUNAAN SILIKA GEL KOMERSIAL TERAKTIVASI ASAM KLORIDA (HCl) SEBAGAI ADSORBEN β-KAROTEN DALAM *Crude Palm Oil* (CPO)

Abstrak

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil minyak kelapa sawit (*Crude Palm Oil*) terbesar di dunia. Proses pemurnian (*bleaching*) CPO untuk menurunkan kadar β-karoten umumnya menggunakan adsorben dari *bleaching earth*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi adsorpsi β-karoten dan karakteristik silika gel yang diharapkan dapat menjadi adsorben alternatif. Silika gel sebagai adsorben didasarkan pada porositas yang sama dengan *bleaching earth* dalam menyerap β-karoten. Silika gel diaktivasi menggunakan asam klorida (HCl) 1M lalu diaplikasikan untuk menyerap β-karoten dalam CPO. Kandungan β-karoten dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Silika gel teraktivasi HCl 1M memiliki struktur amorf dengan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan silika gel tanpa aktivasi yaitu sebesar 170,818 m^2/g, diameter pori sebesar 12,69 nm (mesopori) dan volume pori sebesar 0,56 cc/g. Karakterisasi gugus fungsi menggunakan FTIR, silika gel yang teraktivasi HCl 1 M memiliki gugus fungsi silanol (Si-O), siloksan (Si-O-Si), dan hidroksil (-OH) yang merupakan sisi aktif dari silika gel. Silika gel teraktivasi HCl 1M mampu mengadsorpsi β-karoten pada massa 10% dari berat sampel CPO sebesar 25 gram selama 3 jam pada suhu 60°C sehingga diperoleh efisiensi adsorpsi sebesar 77,05% dari konsentrasi awal β-karoten yaitu 73,91 ppm. Kinetika adsorpsi β-karoten menggunakan silika gel teraktivasi HCl 1M mengikuti model kinetika pseudo-2 hanya efektif sampai waktu 2 jam dengan nilai k yaitu 11,261/menit.

Kata kunci : adsorpsi, β-karoten, silika gel, HCl, dan kinetika adsorpsi

THE USE OF COMMERCIAL SILICA GEL ACTIVATED WITH HYDROCHLORIC ACID (HCl) AS AN ADSORBENT FOR β-KAROTEN IN CRUDE PALM OIL (CPO)

Abstract

Indonesia is one of the world's largest producers of crude palm oil (CPO). The refining process (bleaching) of CPO to reduce β-carotene levels generally uses bleaching earth as an adsorbent. This study aims to evaluate the adsorption efficiency of β-carotene and the characteristics of silica gel as a potential alternative adsorbent. Silica gel was chosen due to its porosity, which is similar to bleaching earth in absorbing β-carotene. It was activated using 1M hydrochloric acid (HCl) and applied for β-carotene adsorption in CPO. The β-carotene content was analyzed using UV-Vis spectrophotometry. HCl-activated silica gel exhibited an amorphous structure with a larger surface area (170.818 m²/g) compared to non-activated silica gel. It had a pore diameter of 12.69 nm (mesoporous) and a pore volume of 0.56 cc/g. FTIR characterization revealed the presence of silanol (Si-O), siloxane (Si-O-Si), and hydroxyl (-OH) functional groups, which serve as active adsorption sites. The HCl-activated silica gel successfully adsorbed β-carotene at 10% of the sample weight (25 g CPO) for 3 hours at 60°C, achieving an adsorption efficiency of 77.05%, with an initial β-carotene concentration of 73.91 ppm. The adsorption kinetics followed the pseudo-second-order model but was only effective up to 2 hours, with a rate constant (k) of 11.261/min.

Keywords : *adsorption, β-carotene, silica gel, HCl, and adsorption kinetics*

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**Penggunaan Silika Gel Komersial Teraktivasi Asam Klorida (HCl) sebagai Adsorben β-Karoten dalam *Crude Palm Oil* (CPO)**". Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyandang gelar Sarjana Sains pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura. Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak baik secara moril maupun materil. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Ngatijo dan Ibu Nurhayati serta Adik Siti Nurfadhilah yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan secara moril maupun materil serta semangat yang luar biasa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi.
2. Prof. Dr. Gusrizal, M.Si, selaku Dekan Fakultas matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura
3. Dr. Andi Hairil Alimuddin, S.Si, M.Si, selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura
4. Dr. Winda Rahmalia, S.Si, M.Si, selaku Koordinator Program Studi S1 Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura
5. Prof. Dr. H. Thamrin Usman, DEA, selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen Pembimbing pertama yang bersedia membimbing, memberi arahan, dan motivasi selama penelitian dan penulisan skripsi.
6. Dr. Nelly Wahyuni, S.Si, M.Si, selaku Dosen Pembimbing kedua yang bersedia membimbing, memberi arahan, dan motivasi selama penelitian dan penulisan skripsi.
7. Dr. Anis Shofiyani, S.Si, M.Si, selaku Dosen Penguji pertama yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun dalam penelitian dan penulisan skripsi.
8. Dr. Andi Hairil Alimuddin, S.Si, M.Si, selaku Dosen Penguji kedua yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun dalam penelitian dan penulisan skripsi.

9. Seluruh Dosen Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.
10. Rumiris, S. Kom, selaku administrasi Jurusan Kimia FMIPA Universitas Tanjungpura yang telah membantu penulis dalam mengurus berkas-berkas selama perkuliahan.
11. Irene, S. Si, selaku Laboran Laboratorium Terpadu Universitas Tanjungpura yang telah membatu penulis dalam melakukan penelitian.
12. Bilqis Afipah, selaku rekan penelitian dan teman perjuangan yang telah memberikan dukungan serta motivasi selama perkuliahan dan penelitian serta penulisan tugas akhir.
13. Bela pebria, selaku sahabat yang selalu memberikan semangat dan sebagai tempat keluh kesah selama perkuliahan.
14. Teman-teman Angkatan “Atomic 19” yang telah memberikan dukungan dan semangat.
15. Semua pihak yang telah membantu dan mendukung penulis selama ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk lebih baik dalam penulisan di masa yang akan datang. Penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.

Pontianak, 17 Maret 2025

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL x

DAFTAR GAMBAR xi

DAFTAR LAMPIRAN xiii

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 4

1.3 Tujuan 4

1.4 Manfaat Penelitian 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5

2.1 C*rude Palm Oil* (CPO) 5

2.2 β – Karoten 7

2.3 Silika Gel 9

2.4 Adsorpsi 11

2.5 Kinetika Adsorpsi 13

2.6 Spektrofotometer UV-Vis 15

2.7 Fourier Transformed Infrared (FTIR) 15

2.8 Surface Area Analyzer (SAA) 16

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 18

3.1 Waktu dan tempat Penelitian 18

3.2 Alat dan Bahan 18

3.3 Prosedur Kerja 18

3.3.1 Degumming 18

3.3.2 Pembuatan larutan asam klorida (HCl) 19

3.3.3 Aktivasi dan karakterisasi silika gel 19
3.3.4 Penentuan kurva kalibrasi 19
3.3.5 Adsorpsi β-karoten 20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 22
4.1 Degumming 22
4.2 Aktivasi dan karakterisasi silika gel 24
4.2.1 Karakterisasi luas permukaan, diameter pori, dan volume pori dengan Surface Area Analyzer (SAA) 26
4.2.2 Karakterisasi Fourier Transform Infra Red (FTIR) 27
4.3 Penentuan kurva kalibrasi dan panjang gelombang maksimum 29
4.4 Kadar β-karoten dan nilai DOBI 30
4.4.1 Penentuan massa silika gel teraktivasi 31
4.4.2 Penentuan waktu optimum 33
4.4.3 Penentuan suhu optimum 35
4.4.4 Nilai Deterioration of Bleachability Index (DOBI) 37
4.4.5 Regenerasi Silika gel 39
4.5 Kinetika adsorpsi 40
BAB V SIMPULAN DAN SARAN 42
5.1 Simpulan 42
5.2 Saran 42
DAFTAR PUSTAKA 43
LAMPIRAN 48

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 Perbandingan standar mutu minyak kelapa sawit mentah menurut Special Prime Bleach (SPB) dan Ordinary. 6
Tabel 2.2 Syarat mutu minyak goreng 7
Tabel 4.1 Kadar β-Karoten Crude Palm Oil (CPO) dan Degummed Palm Oil (DPO) 23
Tabel 4.2 Luas permukaan, diameter pori dan volume pori silika gel 26
Tabel 4.3 Serapan Bilangan Gelombang FTIR Silika Gel 28
Tabel 4.4 Pengaruh massa silika gel teraktivasi terhadap kadar β-karoten 32
Tabel 4.5 Pengaruh lama waktu adsorpsi terhadap kadar β-karoten pada CPO... 34
Tabel 4.6 Pengaruh suhu adsorpsi terhadap kadar β-karoten 35
Tabel 4.7 Perbandingan efisiensi silika gel baru dengan silika gel regenerasi 40
Tabel 4.8 Model Kinetika Adsorpsi β-Karoten 40

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2. 1 Crude Palm Oil (CPO)..... 5
Gambar 2. 2 Stuktur β-Karoten 8
Gambar 2. 3 Spektrum FTIR β-karoten..... 8
Gambar 2. 5 Struktur Silika Gel)..... 10
Gambar 2. 6 Spektrum FTIR silika gel 11
Gambar 4. 1 Mekanisme degumming..... 22
Gambar 4. 2 (a) CPO sebelum degumming dan (b) CPO setelah degumming ... 24
Gambar 4. 3 (a) silika gel tanpa aktivasi (b) silika gel teraktivasi HCl 1M dan (c) silika gel regenerasi..... 25
Gambar 4. 4 Aktivasi asam pada silika gel 25
Gambar 4. 5 Spektrum FTIR (a) silika gel tanpa aktivasi (b) silika gel teraktivasi dan (c) silika gel regenerasi 28
Gambar 4. 6 Spektrum panjang gelombang maksimum..... 29
Gambar 4. 7 Kurva kalibrasi β-karoten 30
Gambar 4. 8 Grafik Pengaruh massa silika gel teraktivasi asam klorida (HCl) 1M terhadap efesiensi adsorpsi 32
Gambar 4. 9 CPO hasil adsorpsi menggunakan variasi massa silika gel teraktivasi asam klorida (HCl) 1M..... 33
Gambar 4. 10 Grafik Pengaruh lama waktu adsorpsi terhadap efesiensi adsorpsi..... 34
Gambar 4. 11 CPO hasil adsorpsi menggunakan silika gel teraktivasi HCl 1M dengan variasi lama waktu adsorpsi..... 35
Gambar 4. 12 Grafik Pengaruh suhu adsorpsi terhadap efesiensi adsorpsi..... 36
Gambar 4. 13 CPO hasil adsorpsi menggunakan variasi suhu adsorpsi..... 36
Gambar 4. 14 Grafik pengaruh massa silika gel teraktivasi terhadap nilai DOBI..... 37
Gambar 4. 15 Grafik pengaruh lama waktu adsorpsi terhadap nilai DOBI 38
Gambar 4. 16 Grafik pengaruh suhu adsorpsi terhadap nilai DOBI 38

Gambar 4. 17 (a) penggunaaan adsorben silika gel teraktivasi asam klorida (HCl) 1M dan (b) silika gel regenerasi 39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi 48

Lampiran 2. Perhitungan 50

Lampiran 3. Hasil Karakterisasi 63

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu produsen minyak kelapa sawit atau *crude palm oil* (CPO) terbesar di dunia. Menurut (Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2023) Luas areal pekebunan kelapa sawit di Kalimantan Barat pada tahun 2023 mencapai 2.133.412 Ha dengan hasil produksi sebanyak 5.200.745 ton. Kalimantan Barat menduduki peringkat ke-3 yang memiliki luas areal kelapa sawit pada tahun 2023 setelah provinsi Riau dan Kalimantan Tengah. Perkembangan usaha perkebunan kelapa sawit di Indonesia telah mengalami kemajuan yang signifikan**.** Hal ini ditunjukkan dengan banyaknya perusahaan yang mendirikan Pabrik Kelapa Sawit (PKS) dan semakin banyaknya produk yang dihasilkan. Produktivitas kepala sawit yang semakin memenuhi dikarenakan menjadi pendukung untuk pengolahan minyak kelapa sawit. Industri kelapa sawit di Indonesia telah menjadi andalan dalam perekonomian, karena kelapa sawit menjadi salah satu sumber penghasil devisa dari ekspor sektor pertanian (Sudrajat, 2020).

Pengolahan kelapa sawit menghasilkan dua jenis produk yaitu *crude palm oil* (CPO) dan kernel. CPO merupakan trigliserida yang terdiri dari gliserol dan asam lemak yang juga termasuk dalam golongan minyak asam oleat-linoleat yang ditentukan berdasarkan bentuk bangun rantai asam lemaknya (Muarif dkk, 2022). CPO banyak mengandung senyawa karotenoid yang merupakan kelompok pigmen berwarna orange, merah atau kuning (Harahap, dkk., 2020). Kandungan CPO tidak hanya karotenoid, tetapi terdapat kandungan minor seperti tokoferol, tokotrienol, sterol, fosfolipid, squalene, triterpenik dan hidrokarbon alifatik (Irvan, dkk., 2016). Karotenoid memiliki sifat yang larut dalam lemak dan pelarut organik tetapi tidak larut dalam air. Salah satu jenis dari karotenoid yaitu β-karoten. β-karoten merupakan provitamin A yang dapat diubah oleh tubuh menjadi vitamin A yang aktif setelah tubuh mengalami metabolisme (Harahap, dkk., 2020).

β-karoten dapat berpengaruh pada warna minyak. Hal ini dikarenakan warna menjadi salah satu faktor yang dapat mempengaruhi standar mutu minyak kelapa sawit. Faktor lain yang juga dapat mempengaruhi standar mutu di antaranya kadar

air, kadar kotoran, asam lemak bebas, bilangan oksida, titik cair dan kandungan gliserida, kejernihan, kandungan logam berat, dan bilangan penyabunan. Warna kemerahan pada minyak tidak dianjurkan untuk digunakan sebagai minyak goreng, hal ini dikarenakan kandungan karotenoid dapat rusak pada suhu tinggi (Dewi, dkk., 2023). Pemanasan pada suhu di atas 60°C dapat menyebabkan struktur β-karoten rusak sehingga mengalami degradasi yang dapat berdampak negatif bagi kesehatan, walaupun β-karoten memiliki manfaat sebagai antioksidan namun konsumsi dalam dosis tinggi dan rusak atau terdegradasi berbahaya untuk kesehatan (Oktora, dkk., 2016). Oleh karena itu, dilakukan proses *bleaching* (pemucatan) untuk menyerap β-karoten yang dapat membentuk warna kemerahan pada CPO (Ketaren, 1986)

Proses *bleaching* (pemucatan) dapat mengurangi atau menghilangkan zat-zat warna (pigmen) pada CPO. *Bleaching* juga bertujuan untuk mengendapkan suspensi koloid, *gum-gum* yang telah diendapkan oleh asam fosfat, air, bahan-bahan oksidatif, dan *trace metals* melalui prinsip adsorpsi dengan menggunakan adsorben. Proses *bleaching* melibatkan proses adsorpsi karena zat warna akan terserap pada permukaan suatu padatan sebab adanya gaya tarik-menarik antara ion atau molekul yang tidak seimbang dengan permukaan padatan. β-karoten akan diserap oleh permukaan adsorben yang sesuai dengan rongga dan pori dari adsorben tersebut (Bahri, 2014).

Adsorben yang biasa digunakan pada proses adsorpsi β-karoten yaitu adsorben dari jenis *bentonite* seperti *bleaching earth*, lempung terpilar, karbon aktif, alumina, silika dan lain-lain. Menurut penelitian yang telah dilakukan (Mukhlisin, dkk., 2020) metakaolin teraktivasi K_2CO_3 1 M secara fisik dan kimia mampu menyerap β-karoten dengan efesien sebesar 26,15% pada massa optimum 0,4 gram dengan lama waktu adsorpsi 60 menit. Penggunaan adsorben lain juga telah dilakukan (Ifa, dkk., 2021) yang menggunakan bentonit untuk menyerap karotenoid pada CPO secara fisik. Penelitian ini dilakukan dengan variasi kadar β-karoten ,variasi waktu dan variasi konsentrasi bentonit. Hasil penelitian ini menunjukkan konsentrasi optimum yang digunakan yaitu 3% dengan waktu adsorpsi selama 60 menit sehingga mampu mengadsorpsi sebesar 40-63%. Inovasi baru menggunakan silika gel yang diharapkan dapat berpotensi sebagai adsorben untuk menyerap β-karoten sebanding

dengan bentonit dan metakaolin. Penggunaan silika sebagai adsorben dikarenakan memiliki porositas yang tinggi berkisar 5-50% dan luas permukaan yang sangat besar berkisar 150-900 m^2/g serta ukuran pori sebesar 1-10 nm. Silika gel juga memiliki struktur polimer yang berbentuk amorf dan sisi aktif berupa gugus silanol (Si-OH) dan siloksan (Si-O-Si) (Megasari, dkk., 2019).

Penelitian yang telah dilakukan oleh Madina, dkk., (2017) silika hasil sintesis dari pasir Pantai Panjang Bengkulu menyerap pewarna *Rhodamine B.* dengan parameter pH dan waktu kontak. Hasil penelitian pada pH 2 menghasilkan kapasitas adsorpsi sebesar 4,95 mg/g dan efesiensi adsorpsi sebesar 99,00%. Waktu kontak optimum silika hasil sintesis dari pasir Pantai Panjang Bengkulu dapat menyerap *Rhodamine B.* pada waktu kontak optimum 20 menit dengan kapasitas adsorpsi sebesar 4,79 mg/g dan efesiensi adsorpsi sebesar 95,89%. Penggunaan silika gel sebagai adsorben dilakukan juga oleh Ubit, dkk., (2019) untuk menyerap pewarna *direct black 38* (non polar). Silika gel dari abu sekam padi berukuran mesopori dikompositkan dengan karbon aktif dari tempurung kelapa menghasilkan kondisi optimum yang diperlukan untuk mengadsorpsi *direct black 38* yaitu pada pH 2 dan waktu 30 menit dengan kapasitas adsorpsi 68,49 mg/g.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, silika gel berpotensi untuk dijadikan sebagai adsorben zat warna. Silika gel akan diaktivasi mengunakan HCl yang diharapkan dapat melarutkan pengotor (seperti logam berat dalam proses produksi silika gel dan senyawa organik) dan pori-pori akan lebih banyak terbuka serta luas permukaan yang semakin besar sehingga proses penyerapan adsorbat menjadi maksimal (Arung, dkk., 2014). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi optimum (massa, waktu dan suhu adsorpsi) dari silika gel komersial teraktivasi HCl 1M serta efisiensi adsorpsi dari silika gel komersial teraktivasi HCl 1M dalam mengadsorpsi β-karoten pada CPO.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik adsorben silika gel komersial teraktivasi asam klorida (HCl) 1M?
2. Bagaimana kondisi optimum adsorpsi β-karoten pada CPO menggunakan silika gel komersial teraktivasi asam klorida (HCl) 1M?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karakteristik silika gel komersial teraktivasi asam klorida (HCl) 1M.
2. Mengetahui kondisi terbaik optimum adsorpsi β-karoten pada CPO menggunakan silika gel komersial teraktivasi asam klorida (HCl) 1M.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk menyajikan informasi ilmiah tentang potensi silika gel yang digunakan untuk mengadsorpsi kandungan β-karoten dalam CPO.