

**UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN VITAMIN C YANG DIEMBANKAN
PADA KAOLIN SEBAGAI *DRUG DELIVERY SYSTEM* (DDS) DENGAN
MENGUNAKAN METODE DPPH**

SKRIPSI

**Oleh:
DWI AYU HALIMATUS SA'DIYAH
NIM. 17630019**



**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2022**

**UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN VITAMIN C YANG DIEMBANKAN
PADA KAOLIN SEBAGAI *DRUG DELIVERY SYSTEM* (DDS) DENGAN
MENGUNAKAN METODE DPPH**

SKRIPSI

**Oleh :
DWI AYU HALIMATUS SA'DIYAH
NIM. 17630019**

**Diajukan Kepada :
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah satu Persyaratan dalam Sains (S.Si)**

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2022**

**UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN VITAMIN C YANG DIEMBANKAN
PADA KAOLIN SEBAGAI *DRUG DELIVERY SYSTEM* (DDS) DENGAN
MENGUNAKAN METODE DPPH**

SKRIPSI

**Oleh:
DWI AYU HALIMATUS SA'DIYAH
NIM. 17630019**

**Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal : 24 Oktober 2022**

Pembimbing I



**Elok Kamilah Hayati, M.Si
NIP. 19790620 200604 2 002**

Pembimbing II



**Ahmad Hanapi, S.Si., M.Sc
NIDT. 19851225 20160801 1 069**

**Mengetahui,
Ketua Program Studi**



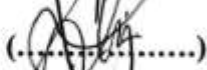
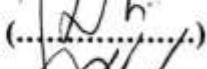
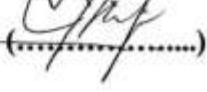
**Rachmawati Ningsih, M.Si
NIP. 19810811 200801 2 010**

**UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN VITAMIN C YANG DIEMBANKAN
PADA KAOLIN SEBAGAI *DRUG DELIVERY SYSTEM* (DDS) DENGAN
MENGUNAKAN METODE DPPH**

SKRIPSI

Oleh :
DWI AYU HALIMATUS SA'DIYAH
NIM. 17630019

**Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal : 18 Oktober 2022**

Ketua Penguji	: Dr. Anton Prasetyo. M.Si NIP. 19770925 200604 1 003	
Anggota Penguji I	: Armeida Dwi R. M., M.Si NIP. 19890527 201903 2 016	
Anggota Penguji II	: Elok Kamilah Hayati, M.Si NIP. 19790620 200604 2 002	
Anggota Penguji III	: Ahmad Hanapi, S.Si., M.Sc NIDT. 19851225 20160801 1 069	

Mengetahui,
Ketua Program Studi



Rachmawati Ningsih, M.Si
NIP. 19810811 200801 2 010



PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dwi Ayu Halimatus Sa'diyah

NIM : 17630019

Program Studi : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian: Uji Aktivitas Antioksidan Vitamin C yang Diembanlan pada Kaolin sebagai *Drug Delivery System* (DDS) dengan Menggunakan Metode DPPH

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang ditulis ini adalah benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengembalian data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya, kecuali dengan mencatumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 20 September 2022
Yang membuat pernyataan,



Dwi Ayu Halimatus Sa'diyah

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah puji syukur saya hantarkan kepada Allah Swt. yang senantiasa memberikan rahmat, hidayah, serta nikmat. Tanpa kehendak-Nya dan dukungan dari orang-orang sekitar, saya tidak dapat menyelesaikan karya sederhana ini. Dengan ini saya ingin mempersembahkan karya ini untuk :

Kedua orang tua saya dan keluarga yang tanpa henti memberikan dukungan, motivasi, nasihat untuk saya agar selalu yakin, semangat, percaya diri. Dan terimakasih tidak pernah bosan mendengarkan keluh kesah saya. Karena tanpa dukungan serta doa beliau saya tidak dapat mencapai pada titik ini.

Terimakasih kepada seluruh seluruh bapak dan ibu dosen Jurusan Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim yang telah menyalurkan ilmu kepada saya, khususnya ibu Elok Kamilah Hayati, M. Si, bapak Ahmad Hanapi, S.Si., M. Sc selaku pembimbing saya, penguji saya bapak Dr. Anton Prasetyo. M.Si dan ibu Armeida Dwi R. M., M.Si yang telah membimbing saya, memberikan saya arahan dengan sabar, dan memotivasi saya. Serta laboran dan staf kimia yang mendukung terselesaikannya karya ini.

Teman-teman saya khususnya Tyas, Salma, Farikha, Lifa, Amal terimakasih selalu mendukung, memberikan semangat, mendengarkan semua cerita kehidupan saya.

Untuk teman-teman Analitik Squad, Kimia 2017 khususnya kelas A terimakasih telah memberi warna dalam cerita selama perkuliahan sampai titik ini. Serta untuk kakak-kaka dan adik-adik tingkat terimakasih atas bantuannya.

Terakhir terimakasih untuk diri saya sendiri telah berjuang, berusaha dan bertahan sampai pada tahap ini.

MOTTO

إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”

(Q.S Al-Insyirah: 5)

“ Tidak Ada yang Tidak Mungkin ”

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis hantarkan kehadiran Allah Swt. yang telah memberikan segala nikmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan rangkaian penyusunan skripsi dengan judul **“UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN VITAMIN C YANG DIEMBANKAN PADA ZEOLIT X SEBAGAI *DRUG DELIVERY SYSTEM* (DDS) DENGAN MENGGUNAKAN METODE DPPH”** dengan semaksimal mungkin meskipun masih banyak kekurangan. Kami berharap apa yang kami lakukan dapat bermanfaat.

Sholawat dan salam tidak lupa kami hanturkan kepada junjungan besar kita, Nabi Muhammad saw. yang telah menuntun kita menuju jalan yang benar, jalan yang diridhoi oleh Allah Swt. Semoga Allah melimpahkan rahmatNya kepada beliau, keluarga, sahabat, para pengikut, dan juga para pecintanya yang senantiasa meneruskan perjuangan sampai saat ini sampai akhir zaman.

Skripsi ini dibuat untuk memenuhi salah satu kriteria kelulusan yang ada di jurusan kimia. Skripsi ini dapat disusun karena dukungan, motivasi, dan bimbingan dari berbagai pihak sehingga dapat memperlancar penulisan skripsi. Oleh karena itu izinkan penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang Bapak Prof. Dr. H. M. Zainuddin, MA
2. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Ibu Dr. Sri Harini, M.Si
3. Kepala Program Studi Kimia Ibu Rachmawati Ningsih, M.Si
4. Dosen Pembimbing I Ibu Elok Kamilah Hayati, M.Si yang telah memberikan bimbingan, motivasi, serta nasihat kepada penulis.
5. Dosen Pembimbing II Bapak Ahmad Hanapi, S.Si., M.Sc yang telah membimbing dan memberikan pengarahan sehingga proposal penelitian dapat terselesaikan.
6. Dosen konsultan Ibu Susi Nurul Kholifah, M.Si yang telah memberikan bimbingan, dan arahan kepada penulis
7. Seluruh dosen dan staf Jurusan Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

8. Kedua orang tua dan saudara penulis yang sudah memberikan doa, nasehat, dan dukungan
9. Keluarga tim riset Analitik yang membantu dalam menjalankan penelitian.
10. Teman-teman angkatan 2017 yang saling memotivasi dan membantu terselesaikannya skripsi ini.
11. Seluruh teman-teman mahasiswa yang ikut serta dalam memberikan dukungan dan semangat guna untuk segera menyelesaikan skripsi dengan baik.

Akhirnya atas segala kekurangan dari skripsi ini, sangat diharapkan saran dan kritik yang bersifat konstruktif dari semua pembaca demi kesempurnaan penulisan skripsi. Terlepas dari segala kekurangan, semoga skripsi ini dapat memberikan informasi dan kontribusi positif serta bermanfaat bagi kita semua.
Amin

Malang, 22 April 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR PERSAMAAN.....	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
مستخلص البحث.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan.....	6
1.4 Batasan Masalah	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Antioksidan.....	8
2.2 Vitamin C	10
2.3 Kaolin	12
2.4 Kaolin sebagai <i>drug delivery system</i> (DDS).....	15
2.5 Spektroskopi Fourier <i>Transform Infra Red</i> (FTIR).....	16
2.6 Metode Impregnasi	18
2.7 Uji Antioksidan dengan Metode <i>1,1 difenil-2-pikrilhirazil</i> (DPPH)	19

BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian.....	23
3.2 Alat dan Bahan	23
3.2.1 Alat	23
3.2.2 Bahan	23
3.3 Rancangan Penelitian	23
3.4 Tahapan Penelitian	24
3.5 Pelaksanaan Penelitian	24
3.5.1 Preparasi Sampel	24
3.5.2 Pengembanan Vitamin C pada Kaolin dengan Impregnasi Kering.	25
3.5.3 Analisis dengan Spektroskopi Fourier <i>Transform Infra Red</i> (FTIR)	25
3.5.4 Uji Antioksidan dengan Metode <i>1,1 difenil-2-pikrilhirazil</i> (DPPH).	26
3.5.5 Analisis Pelepasan Obat Vitamin C/Kaolin.....	26
3.5.6 Analisis Data	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Aktivasi Kaolin Alam secara Fisik dan Kimia	28
4.2 Karakteristik Vitamin C yang diembanan pada Kaolin Alam.....	29
4.3 Analisis Uji Antioksidan dari Kombinasi Vitamin C/Kaolin.....	32
4.4 Analisis Uji Pelepasan Vitamin C dari Kombinasi Vitamin C/Kaolin	34
4.5 Kajian Hasil Penelitian berdasarkan Perspektif Islam.....	38
BAB V PENUTUP.....	30
5.1 Kesimpulan.....	30
5.2 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN.....	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Rancangan Penelitian	36
Lampiran 2. Diagram Alir.....	37
Lampiran 3. Perhitungan dan Pembatan Larutan.....	41
Lampiran 4. Data dan Perhitungan Hasil Penelitian	59
Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian.....	59
Lampiran 6. Karakterisasi FTIR	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kandungan mineral kaolin.....	12
Tabel 4.1	Interpretasi spektra FTIR kaolin, vitamin C, dan hasil Impregnasi	31
Tabel 4.2	Hasil % aktivitas antioksidan dan nilai IC_{50}	33
Tabel 4.3	Konsentrasi pelepasan vitamin C	36
Tabel L.4.1.1	Data aktivitas antioksidan vitamin C/kaolin (5:5).....	54
Tabel L.4.1.2	Data aktivitas antioksidan vitamin C/kaolin (5:10).....	57
Tabel L.4.1.3	Data aktivitas antioksidan kaolin.....	60
Tabel L.4.1.4	Data aktivitas antioksidan vitamin C.....	62
Tabel L.4.2.1	Data absorbansi kurva standar vitamin C	65
Tabel L.4.2.2	Hasil uji pelepasan obat pada pH 1,2	67
Tabel L.4.2.3	Hasil uji pelepasan obat pada pH 7,4	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur asam askorbat	10
Gambar 2.2	Pola difraksi sinar-X (a) standar kaolin (b) standar kuarsa (c) kaolin alam (k: kaolin dan q: kuarsa)	13
Gambar 2.3	Kaolin	13
Gambar 2.4	Struktur kaolin	14
Gambar 2.5	Spektra FTIR kaolin	17
Gambar 2.6	Spektra FTIR (a) vitamin C, (b) kitosan, (c) vitamin C dienkapsulasi pada kaolin	18
Gambar 2.7	Struktur DPPH	20
Gambar 2.8	Reaksi antara DPPH dengan senyawa antioksidan.....	22
Gambar 2.9	Mekanisme reaksi vitamin C dengan DPPH	22
Gambar 4.1	a. kaolin sebelum aktivasi, b. kaolin setelah aktivasi	29
Gambar 4.2	Hasil impregnasi	30
Gambar 4.3	Spektra FTIR (a) kaolin, (b) vitamin C,(c) vitamin C/kaolin 5:5, (d) vitamin C/kaolin 5:10	31
Gambar 4.4	Panjang gelombang maksimum DPPH.....	32
Gambar 4.5	Panjang gelombang maksimum vitamin C.....	35
Gambar L.4.1.1	Grafik hubungan aktivitas antioksidan dengan log konsentrasi vitamin C/kaolin (5:5)	57
Gambar L.4.1.2	Grafik hubungan aktivitas antioksidan dengan log konsentrasi vitamin C/kaolin (5:10)	59
Gambar L.4.1.3	Grafik hubungan aktivitas antioksidan dengan log konsentrasi kaolin	62
Gambar L.4.1.4	Grafik hubungan aktivitas antioksidan dengan log konsentrasi vitamin C	65
Gambar L.6.1	Spektra FTIR kaolin	69
Gambar L.6.2	Spektra FTIR vitamin C	70
Gambar L.6.3	Spektra FTIR vitamin C/kaolin (5:5).....	70
Gambar L.6.4	Spektra FTIR vitamin C/kaolin (5:10).....	71

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2. 1 % Antioksidan.....	21
-----------------------------------	----

ABSTRAK

Sa'diyah, D.A.H. 2022. **Uji Aktivitas Antioksidan Vitamin C yang diembankan pada Kaolin sebagai *Drug Delivery System* (DDS) dengan menggunakan Metode 1,1 difenil-2-pikrilhirazil (DPPH).** Skripsi. Jurusan Kimia. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Elok Kamilah Hayati, M.Si; Pembimbing II: Ahmad Hanapi, M.Sc; Konsultan : Susi Nurul Khalifah, M.Sc.

Kata kunci : Vitamin C, Kaolin, Antioksidan, Metode Impregnasi, Metode DPPH

Vitamin C merupakan vitamin yang larut dalam air. Vitamin C bisa meningkatkan daya tahan tubuh dan memiliki potensi sebagai antioksidan yang menetralkan radikal bebas. Vitamin C mudah mengalami oksidasi, oleh karena itu perlu diembankan pada kaolin serta untuk mengontrol pelepasan vitamin C. Kaolin merupakan mineral anorganik yang aman bagi tubuh. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakterisasi gugus fungsi vitamin C dan kaolin, aktivitas antioksidan, dan nilai pelepasan vitamin C yang telah diembankan pada kaolin.

Pengembangan menggunakan metode impregnasi kering dengan variasi massa antara vitamin C: kaolin yaitu 5:5 dan 5:10. Hasil pengembangan dikarakterisasi menggunakan FTIR untuk mengetahui perbedaan struktur kaolin sebelum dan sesudah pengembangan. Selanjutnya diuji aktivitas antioksidan dengan menggunakan metode 1,1 difenil-2-pikrilhirazil (DPPH). Sampel dengan aktivitas antioksidan yang tinggi akan di uji pelepasan pada pH 1,2 dan 7,4. Berdasarkan karakterisasi FTIR serapan khas vitamin C yaitu C=O *stretching* pada 1754 cm^{-1} , C=C aromatik pada 1457 cm^{-1} , dan serapan alkohol setelah impregnasi. Uji aktivitas antioksidan diperoleh nilai IC_{50} 16,90 ppm dan 13,17 dari variasi vitamin/kaolin 5:5 dan 5:10. Analisis pelepasan vitamin C dilakukan pada sampel yang memiliki nilai IC_{50} terbaik yaitu perbandingan 5:10. Impregnasi vitamin C/ kaolin pada uji pelepasan pada kondisi pH 7,4 memiliki konsentrasi terlepas lebih tinggi dibandingkan dengan pH 1,2.

ABSTRACT

Sa'diyah, D.A.H. 2022. **Antioxidant Activity Test of Vitamin C Loading in Kaolin as Drug Delivery System (DDS) using the 1,1 difenil-2-pikrilhirazil (DPPH) Method.** Thesis. Department of Chemistry. Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang. Supervisor I: Elok Kamilah Hayati, M.Si; Supervisor II: Ahmad Hanapi, M.Sc; Consultant: Susi Nurul Khalifah, M.Sc.

Keywords: Vitamin C, Kaolin, Antioxidant, Impregnation Method, DPPH Method

Vitamin C is a water soluble vitamin. Vitamin C increases endurance and has the potential to act as an antioxidant that neutralizes free radicals. It is easily oxidized, therefore it needs to be attached to kaolin and to control its the release. Kaolin is a biocompatibility inorganic mineral. Aims of this research are determining the characterization of the functional groups, testing the antioxidant activity, and releasing value of vitamin C loading in kaolin.

The impregnation method was used a dry impregnation with mass variations of vitamin C: kaolin, 5:5 and 5:10. The material was characterized using FTIR to determine the difference structure of kaolin before and after impregnation. Furthermore, the antioxidant activity was tested using the 1,1 diphenyl-2-picrylhirazil (DPPH) method. The higher antioxidant activity material would be tested its releasing value at pH 1,2 and 7,4. Based on the FTIR characterization, there were a typical wave number of vitamin C, C=O stretch at 1754 cm^{-1} , C=C aromatic at 1457 cm^{-1} and alcohol vibration after impregnation. The antioxidant activity test obtained IC_{50} 16,90 ppm and 13,17 ppm for variation vitamin C : kaolin 5:5 and 5:10 respectively. Analysis of the release rate of vitamin C was loading with the best IC_{50} value, 5:10. The impregnation of vitamin C/kaolin in the release test at 7,4 pH had higher concentration of release than 1,2 pH.

مستخلص البحث

سعدية، د. ا. هـ. ٢٠٢٢. تجربة عمل مضادة الأكسدة فيتامين C الذي يكلف في الكاولين ك *Drug Delivery System* باستخدام طريقة 1,1-*pikrilhirazil-2-difenil*. البحث العلمي. قسم الكيمياء. كلية العلوم و تكنولوجيا. الجامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانج. المشرفة الأولى: ايلوك كاملة حياتي، M.Si، المشرف الثانية: أحمد حنفي، M.Sc، المستشار: سوسي نورول خليفة، M.Sc.

الكلمات الرئيسية: فيتامين C، الكاولين، مضادة الأكسدة، طريقة إيمفريكناسي، طريقة 1,1-*pikrilhirazil-2-difenil*.

كان فيتامين C هو الفيتامين المائع في الماء. يستطيع فيتامين C أن ينمو قوة صامد الجسد وله القدرة كالأكسدة التي تحايد الجذري الحرسي. يقع فيتامين C الأكسدة، فلذلك يحتاج إلى الاحتمال في الكاولين ولمراقبة إخلاع فيتامين C. و الكاولين هو المعدن غير العضوي الأمين للجسد. و غرض هذا البحث لمعرفة شخصية فرقة أهمية فيتامين C و الكاولين، عمل الأكسدة و نتيجة إخلاع فيتامين C الذي يحتمل في الكاولين.

و يستخدم الاحتمال طريقة التشريب الجاف بمتنوع الجمع بين فيتامين C: الكاولين هو 5:5 و 5:10. وتشخص نتيجة الاحتمال باستخدام فورية تحويل الأشعة تحت الحمراء لمعرفة تفريق هيكل الكاولين قبل الاحتمال وبعده. ثم يجرب عمل الأكسدة باستخدام طريقة 1,1 ثنائي فينيل-2-بيكريل هيرازيل. و المثال بعمل الأكسدة الرفع سيجرب الإخلاع في pH 1,2 و 7,4. و من شخصية فورية تحويل الأشعة تحت الحمراء التفس الخاص لفيتامين C هو *C=O stretching* في 1754 cm^{-1} ، العطرية في 1457 cm^{-1} ، و نفس الخمر بعد التشريب. و تنال تجربة عمل الأكسدة نتيجة IC_{50} 16,90 ppm و 13,17 من متنوع الفيتامين/ الكاولين 5:5 و 5:10. و يعمل تحليل إخلاع فيتامين C في المثال له نتيجة IC_{50} الجيدة و هي مقرنة 5:10. و تشريب فيتامين C / الكاولين في تجربة الإخلاع في حال pH 7,4 له الاكترات التلخص أرفع الذي يقرن بـ pH 1,2.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Globalisasi atau kemajuan zaman, saat ini membuat sebagian masyarakat mengalami perubahan pola hidup, diantaranya dalam hal makanan. Kebanyakan masyarakat lebih memilih makanan yang cepat dan instan tanpa memperhatikan efek sampingnya. Pola makan yang tidak tepat dapat menyebabkan berbagai macam penyakit (Ansory, dkk., 2016). Salah satu penyebab dari penyakit tersebut adalah radikal bebas yang menyerang sel tubuh manusia. Radikal bebas ini dapat berasal dari makanan yang banyak mengandung bahan pengawet, pewarna, asam lemak tidak jenuh, pestisida, debu, polusi, dan radiasi ultraviolet. Oleh karena itu, dibutuhkan senyawa antioksidan untuk menghambat atau meredam radikal bebas. Senyawa antioksidan yaitu senyawa kimia yang dapat memberikan satu atau lebih elektron (elektron donor) kepada radikal bebas. Senyawa ini memiliki berat molekul yang kecil, tetapi dapat menonaktifkan reaksi oksidasi dengan cara mencegah terbentuknya radikal (Ridho, 2013). Antioksidan terdapat dalam beberapa bentuk diantaranya yaitu mineral, fitokimia, dan dalam bentuk vitamin. Salah satu vitamin yang berperan sebagai sumber antioksidan yaitu vitamin C (Nurjanah, dkk., 2014).

Vitamin C merupakan vitamin yang larut dalam air dan vitamin yang paling mudah rusak, hal tersebut karena mudah teroksidasi dan proses teroksidasi dipercepat oleh panas, sinar, alkali, enzim, oksidator (Nurjanah, dkk., 2014). Vitamin C dikenal dengan nama kimia sebagai asam askorbat, dimana asam askorbat tersebut memiliki ukuran molekul yaitu sebesar 6 Å. Vitamin C sebagai

antioksidan dan efektif mengatasi radikal bebas dapat langsung bereaksi dengan anion superoksida, radikal hidroksil, oksigen *singlet*, dan lipid peroksida (Iswara, 2009). Sudah banyak yang telah melakukan penelitian mengenai antioksidan vitamin C, Irnawati, dkk. (2017) dalam penelitiannya diperoleh nilai aktivitas antioksidan dari vitamin C dalam kategori yang sangat kuat, hal tersebut ditunjukkan dengan nilai IC_{50} dari vitamin C sebesar 24,63 mg/L. Suatu senyawa dapat dikatakan sebagai antioksidan yang sangat kuat apabila nilai dari IC_{50} yang dihasilkan adalah kurang dari 50 mg/L (Irnawati, dkk., 2017).

Antioksidan vitamin C dapat ditingkatkan dengan diimbangkan pada material anorganik. Material anorganik yang sangat melimpah keberadaannya dan biokompatibel (aman bagi tubuh) salah satunya adalah kaolin. Material anorganik lainnya yang dapat dimanfaatkan salah satunya sebagai pengemban adalah zeolit. Laila (2016) telah melakukan pengembanan ekstrak daun sirsak pada zeolit NaX menghasilkan nilai IC_{50} sebesar 71.076,923 $\mu\text{g/mL}$. Kaolin juga material anorganik yang hampir sama dengan zeolit dari segi unsur penyusunnya yaitu terdiri dari silika dan alumina, sehingga dapat juga digunakan sebagai pengemban. Vitamin C diimbangkan ke kaolin karena sifat dari vitamin C tersebut yaitu larut dalam air dan mudah rusak, ketika konsentrasi dari vitamin C tersebut berlebih maka pelepasannya akan langsung atau tidak terkontrol sedangkan ketika diimbangkan kepada kaolin pelepasannya dapat terkontrol. Kaolin merupakan mineral alumina silika dan berupa endapan sedimen lempung berkualitas tinggi, berwarna putih, abu-abu, tidak plastis, dan lunak. Mineral alam tersebut banyak memiliki manfaat, Allah telah menganjurkan kepada seluruh hambanya untuk

selalu memahami kebesaran-Nya dengan melihat dan mengetahui ciptaan-Nya, sebagaimana firman Allah dalam QS. Ali Imran ayat 190-191.

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمُوتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِأُولِي الْأَلْبَابِ ۚ ۱۹۰ الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمُوتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ۱۹۱

Artinya: “Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal, (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): “Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka lindungilah kami dari siksa neraka.”

Surah Ali Imran diatas menjelaskan bahwa semua ciptaan Allah yang ada dilangit maupun yang ada di bumi memiliki manfaat bagi kehidupan manusia. Semua ciptaan Allah mempunyai kelebihan dan kekurangan yang saling berhubungan, baik ciptaan yang hidup maupun yang tidak hidup. Salah satu ciptaan Allah yang merupakan material tidak hidup yaitu kaolin. Kaolin adalah bahan tambang alam yang merupakan salah satu jenis tanah lempung yang tersusun dari mineral utama yaitu kaolinit.

Kaolin telah banyak digunakan sebagai obat seperti halnya sebagai antibakteri, antivirus, dan antidiare. Kemampuan antidiare dari kaolin dikaitkan dengan luas permukaan, hidrofilitas, osmotik air, mikroporositas, serta efek antibakteri dan antivirusnya (Wardhana, dkk., 2014). Pengembangan suatu obat pada kaolin dapat meningkatkan efektivitas obat, selain itu juga dapat menjadikan obat tersebut bersifat hidrofobik. Kaolin dapat digunakan sebagai sistem penghantar obat secara terkendali karena memiliki sifat adsorpsi yang kuat.

Sistem penghantar obat (DDS) digunakan untuk memperbaiki sifat obat dan meminimalkan efek samping. Pentingnya dalam pengujian DDS yaitu dapat mengetahui mengenai kinetika pelepasannya. Kinetika pelepasan obat tergantung pada jumlah sifat fisik dan kimia obat, seperti halnya komposisi kimia, porositas, kekasaran permukaan, berat molekul, kemampuan degradasi, ukuran partikel, dan interaksi antara obat dengan matriks (Yaneva, 2018). Sudah ada beberapa penelitian mengenai kaolin yang digunakan sebagai sistem penghantar obat. Salah satunya yaitu Onyishi, dkk., (2013) bahwa vitamin B6 yang diformulasikan dengan kaolin berhasil untuk sistem penghantaran obat secara terkendali. Selain itu juga ketika tablet metronidazole (Riazole) diberikan bersamaan dengan kaolin akan mempengaruhi pelepasan dan difusi metronidazole (Aleanizy, dkk., 2014). Vilaca, dkk. (2013) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa zeolit NaY dapat masuk ke dalam sitoplasma sel dan mengontrol pelepasan obat mencapai maksimal 80% pelepasan selama 24 jam. Rahimi, dkk. (2012) dalam penelitiannya menunjukkan jumlah pelepasan vitamin A, D3, dan E lebih tinggi dengan zeolit dibandingkan dengan sampel tanpa zeolit.

Pengembangan vitamin C pada kaolin dengan menggunakan metode sesuai dengan penelitian Vilaca, dkk. (2013) yaitu impregnasi kering. Metode impregnasi kering membutuhkan jumlah pelarut yang lebih sedikit dibandingkan dengan metode impregnasi basah, sehingga impregnasi kering memerlukan waktu pemanasan dalam pengeringan lebih sebentar yang memungkinkan senyawa yang diemban terhindar dari paparan suhu pemanasan yang lebih lama, sehingga dapat terhindar dari kerusakan senyawa. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Siami (2020) menggunakan sampel *doxorubicin* yang diembankan pada zeolit

sodalit menggunakan metode impregnasi kering dan perbandingan DOX : zeolit yaitu 5:5, 5:10, dan 5:15, didapatkan hasil yang lebih efektif yaitu perbandingan 5:5 dengan nilai IC_{50} sebesar 2,26 $\mu\text{g/mL}$.

Metode yang digunakan untuk uji antioksidan vitamin C yang dilakukan yaitu dengan metode *1,1 difenil-2-pikrilhidrazil* (DPPH). Metode ini akan menangkap radikal bebas yang menyebabkan elektron menjadi berpasangan yang kemudian akan terjadi penghilangan warna. Nilai dari aktivitas antioksidan dapat diketahui dengan menggunakan nilai IC_{50} , nilai tersebut merupakan konsentrasi yang dapat menyebabkan penurunan 50% dari konsentrasi DPPH awal. Metode DPPH dalam penentuan antioksidan memiliki keuntungan, yaitu metode ini dapat dikerjakan dengan cepat dan sederhana (Gustandy, dkk., 2013). Berdasarkan uraian diatas, banyak penelitian mengenai uji antioksidan vitamin C, sedangkan uji antioksidan vitamin C yang diemban pada kaolin belum ada maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai vitamin C yang diembankan pada kaolin dengan metode impregnasi kering.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan permasalahan dari latar belakang tersebut sebagai berikut :

- a. Bagaimana karakterisasi Fourier *transform infra red* (FTIR) vitamin C yang diembankan pada kaolin?
- b. Bagaimana aktivitas antioksidan vitamin C yang diemban pada kaolin menggunakan metode DPPH?
- c. Bagaimana pelepasan vitamin C yang diembankan pada kaolin dengan variasi pH lambung dan pH usus?

1.3 Tujuan

Penelitian ini dilakukan berdasarkan tujuan sebagai berikut :

- a. Mengetahui karakterisasi FTIR vitamin C yang diembankan pada kaolin.
- b. Mengetahui aktivitas antioksidan vitamin C yang diembankan pada kaolin menggunakan metode DPPH.
- c. Mengetahui pelepasan vitamin C yang diembankan pada kaolin dengan variasi pH lambung dan pH usus.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang diperoleh yaitu :

- a. Sampel yang digunakan yaitu vitamin C.
- b. Bahan yang digunakan dalam pengemban yaitu kaolin.
- c. Metode pengembanan menggunakan impregnasi.
- d. Karakterisasi menggunakan FTIR.
- e. Metode uji aktivitas antioksidan dengan menggunakan metode DPPH.
- f. Perbandingan antara kombinasi vitamin C dengan kaolin adalah 5:5, dan 5:10.
- g. Variasi pH yang digunakan uji pelepasan obat yaitu pH 1,2 dan 7,4.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

- a. Memberikan informasi mengenai aktivitas antioksidan dari vitamin C yang diembankan pada kaolin.

- b. Memberikan informasi mengenai pelepasan vitamin C yang diimbangkan pada kaolin.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Antioksidan

Antioksidan merupakan suatu zat yang memiliki fungsi sebagai penunda, penghambat, dan pencegah oksidasi lipid atau molekul lainnya dengan melalui penghambatan propagasi dari reaksi rantai yang teroksidasi. Tubuh secara alami dapat menghasilkan senyawa antioksidan enzimatik dan non enzimatik. Tetapi, senyawa antioksidan ini tidak dapat menghambat oksidasi yang terbentuk akibat dari stress oksidatif, sehingga diperlukan antioksidan yang berasal dari luar tubuh (eksogen) (Tomagola, 2016). Secara kimia antioksidan adalah senyawa pemberi elektron, secara biologis arti dari antioksidan lebih luas lagi, yaitu semua senyawa yang dapat mengurangi dampak negatif oksidan, termasuk enzim dan protein-protein pengikat logam (Burhan, 2017).

Berdasarkan sumbernya antioksidan digolongkan menjadi 3 kelompok yaitu Antioksidan primer, dimana antioksidan primer ini antioksidan yang memiliki sifat sebagai pemutus reaksi berantai yang dapat bereaksi dengan radikal-radikal lipid dan mengubah menjadi produk yang lebih stabil. Antioksidan primer ini bekerja mencegah pembentukan senyawa radikal yang baru, seperti halnya mengubah radikal bebas menjadi molekul yang berkurang dampak negatifnya sebelum senyawa radikal bebas bereaksi. Mekanisme antioksidan primer yaitu pemutusan rantai reaksi radikal dengan mendonorkan atom hidrogen dengan cepat pada lipid yang radikal, sehingga produk yang dihasilkan lebih stabil daripada produk awal. Kelompok yang kedua adalah Antioksidan sekunder, cara kerja antioksidan sekunder yaitu dengan mengkelat logam yang bertindak sebagai

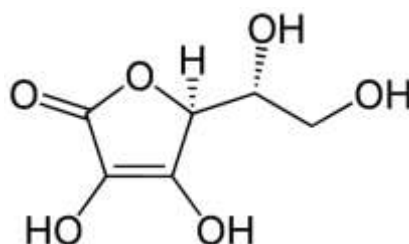
pro-oksidan, dan menangkap radikal serta mencegah terjadinya reaksi berantai. Peran dari antioksidan sekunder yaitu sebagai pengikat ion logam, menguraikan hidroperoksida menjadi senyawa non radikal, penangkap oksigen, dan penyerap radiasi *ultraviolet* (UV). Antioksidan tersier, antioksidan tersier meliputi sistem enzim *deoxyribonucleic acid* (DNA-repair) dan metionin sulfoksida reductase. Enzim-enzim tersebut berfungsi untuk perbaikan biomolekuler rusak yang diakibatkan oleh reaktivitas radikal bebas (Burhan, 2017).

Berdasarkan jenisnya antioksidan digolongkan menjadi 4 yaitu Antioksidan enzimatik, contoh dari antioksidan enzimatik yaitu sebagai berikut *superoksida dismutase* (SOD), *glutation peroksidase*, katalase. Antioksidan hidrofilik, contoh dari antioksidan hidrofilik yaitu asam askorbat, *glutation* (GSH), dan asam urat. Antioksidan lipofilik, contoh antioksidan lipofilik yaitu tokoferol, flavonoid, dan karotenoid. Antioksidan pereduksi contoh dari antioksidan pereduksi yaitu *glutation reductase*, dehidroaskorbat reductase (Burhan, 2017).

Berdasarkan mekanisme pencegahan dampak negatif oksidan, dibagi menjadi 2 golongan yaitu antioksidan pencegah, tujuan dari antioksidan pencegah yaitu untuk mencegah terjadinya radikal hidroksil, yaitu radikal yang sangat berbahaya. Antioksidan pemutus rantai, kelompok antioksidan pemutus rantai yaitu termasuk vitamin E, *carotene*, flavonoid, quinon bersifat lipofilik, sehingga berperan pada membrane sel untuk mencegah peroksidasi lipid. Vitamin C, *glutation* dan sistein memiliki sifat hidrofilik dan berperan dalam sitosol (Sasanthi, 2016).

2.2 Vitamin C

Vitamin C pertama kali dimurnikan oleh Albert Szent-Gyorgyi ahli biokimia yang bekerja di Cambridge, Inggris. Albert merumuskan suatu komponen yang disebut dengan asam heksurat, yang pada akhirnya menjadi asam askorbat (Vitamin C generasi pertama). Vitamin C merupakan nutrisi yang dapat larut dalam air, senyawa organik yang dapat mempertahankan integritas dan metabolisme tubuh normal. Vitamin C disintesis dari D-glukosa dan D-galaktosa dalam tumbuhan, serta sebagian besar hewan. Vitamin C dalam keadaan kering cukup stabil, tetapi dalam keadaan larut, vitamin C mudah rusak oleh proses oksidasi terutama terkena panas. Sehingga sangat mudahnya vitamin C teroksidasi oleh panas, cahaya, dan logam maka digolongkan dalam antioksidan (Pakaya, 2014). Vitamin C bagi tubuh memiliki berbagai manfaat diantaranya yaitu untuk membantu menjaga pembuluh kapiler, meningkatkan penyerapan asupan zat besi, zat pemicu kanker dan memperbaiki sistem kekebalan tubuh, dan menghambat produksi nitrosamine. Vitamin C dalam keadaan murni berbentuk kristal, berwarna putih, memiliki berat molekul 176,13 g/mol, memiliki titik lebur 190-192°C dengan rumus kimia $C_6H_8O_6$ (asam askorbat), struktur dari vitamin C (asam askorbat) ditampilkan pada Gambar 2.1 (Burhan, 2017).



Gambar 2. 1 Struktur asam askorbat

Vitamin C dalam tubuh manusia berbeda-beda tergantung pada usia, jenis kelamin, kemampuan absorpsi dan ekskresi, adanya penyakit tertentu, serta asupan vitamin C harian. Ketika asupan serat rendah dapat mempengaruhi asupan vitamin C, karena bahan makanan sumber serat dan buah-buahan sumber dari vitamin C. apabila tubuh manusia kekurangan vitamin C maka akan terjadi gejala seperti sariawan, berat badan berkurang, lesu, nyeri otot, dan sebagainya. Fungsi vitamin C dalam tubuh yaitu pembentukan karnitin, sintesis kolagen, menjadi asam empedu terlibat dalam metabolisme kolesterol, dan berperan dalam pembentukan *neurotransmitter norepinefrin*. Vitamin C juga dapat menjaga kehamilan, dan mencegah dari diabetes. Vitamin C banyak terdapat di buah dan sayuran. Vitamin C termasuk mudah larut dalam air dan esensial untuk biosintesis kalogen (Tambunan, dkk., 2018).

Kebutuhan harian vitamin C dikenal dengan sebutan RDA. RDA vitamin C adalah 60 mg atau setara dengan sebuah jeruk. Cadangan sebesar 1500 mg yaitu jumlah maksimum yang dapat dimetabolisir pada jaringan tubuh. Dengan jumlah tersebut diperkirakan turn over yaitu 60 mg/ hari. Penyakit infeksi, neoplasma, pasca bedah atau trauma, laktasi, kehamilan, hipertiroid maupun sebagai antioksidan kebutuhan vitamin C dapat meningkat sampai 300-500%. Peran vitamin C selain sebagai antioksidan juga dapat menghambat radikal bebas. Radikal bebas distimulasi dari paparan radiasi sinar UV yang meningkat dari sinar matahari. Vitamin C membantu tubuh untuk menetralkan radikal bebas sebagai pelindung dari paparan ultraviolet. Vitamin C ini bermanfaat untuk tabir surya dengan cara diserap sampai ke sel dan bertahan 30 sampai 36 jam pada kulit (Pakaya , 2014). Vitamin C memiliki aktivitas antioksidan yang ditunjukkan dari

IC_{50} dalam penelitian Azizah, dkk. (2017) vitamin C memiliki nilai IC_{50} sebesar 9,627 $\mu\text{g/mL}$.

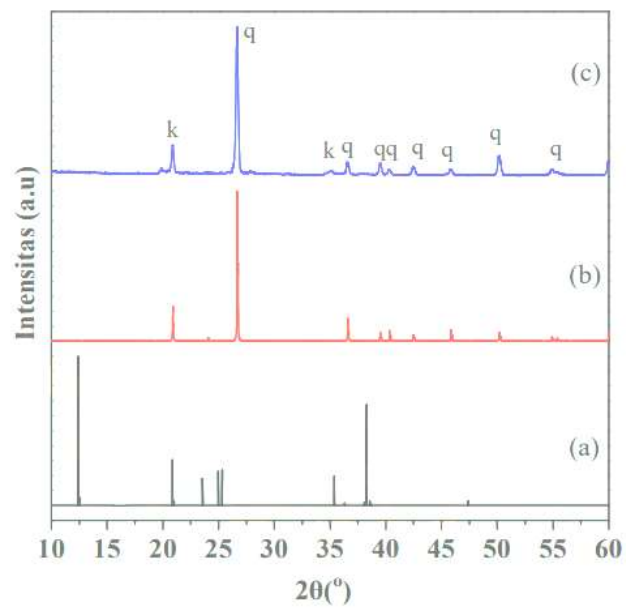
2.3 Kaolin

Kaolin adalah mineral yang terdapat pada batuan sedimen yang dikenal dengan batu lempung. Kaolin tersusun dari material lempung yang berkualitas tinggi dengan komposisi kimia *hyrous aluminium silicate* ($2\text{H}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$). Mineral yang termasuk dalam kelompok kaolin yaitu kaolinat, nakrit, dan haloisit dengan mineral utamanya kaolinat. Komposisi kaolin murni adalah SiO_2 46,54% Al_2O_3 39,5% dan H_2O 13,96%. Kaolin merupakan bahan baku untuk keramik, porselen, kertas, pelapis, plastik, bahan kimia, pestisida, obat-obatan, bahan bangunan, dan minyak (Wang, dkk., 2011). Berdasarkan hasil XRD pada penelitian Fitriana, 2018 menyatakan bahwa komposisi pada kaolin alam yang paling besar adalah Si dan Al, ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kandungan mineral kaolin

Unsur	Konsentrasi (%)	
	sebelum dicuci dengan HCl 1M	setelah dicuci dengan HCl 1M
Al	14	11,7
Si	65,7	72,8
P	3,1	1,2
K	6,18	6,35
Ca	5,41	2,31
Ti	3,01	3,04
V	0,11	0,092
Cr	0,14	0,048
Mn	0,19	0,19
Fe	2,23	2,03
Ni	0,087	0,02
Cu	0,071	0,081
Eu	-	0,05
Yb	0,07	0,09

Kaolin alam memiliki dua puncak kaolin dan kuarsa, ditunjukkan pada hasil XRD gambar 2.2 (Fitriana, 2018). kaolin memiliki dua puncak khas kaolin pada 2θ ($^{\circ}$)= 20,8845 dan 35,1342 dan mengandung senyawa kuarsa dalam jumlah yang dominan. Kaolin memiliki warna putih atau kekuning-kuningan, seperti ditampilkan pada Gambar 2.3.

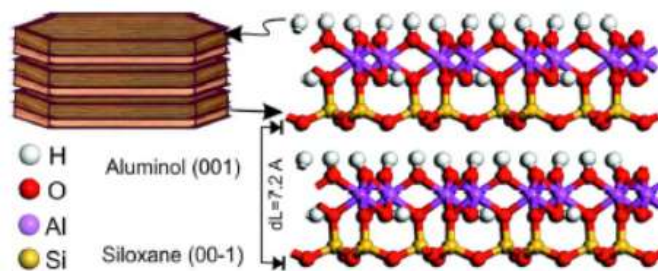


Gambar 2.2 Pola difraksi sinar-X (a) standar kaolin (b) standar kuarsa (c) kaolin alam (k: kaolin dan q: kuarsa).



Gambar 2.3 Kaolin (Sari, 2016).

Kaolin memiliki struktur lapisan 1:1 dengan unit dasar terdiri dari lembaran tetrahedral silika dan lembaran oktahedral alumina (Murray, 2000). Struktur kaolin ditampilkan pada Gambar 2.4 (Awad, dkk., 2017). Kedua lembaran tetrahedral dan oktahedral ini dihubungkan oleh atom O disatu sisi dan atom H disisi yang lainnya. Sehingga membentuk stuktur bertumpuk dengan 8 ikatan hidrogen yang kuat. Setiap lapisan kaolin memiliki interaksi dipol, dimana pada sisi siloksan bersifat hidrofobik dan sisi alumino bersifat hidrofilik. Ketebalan unit dari 2 lapisan tersebut adalah sebesar $7,2\text{\AA}$.



Gambar 2.4 Struktur kaolin.

Kaolin mempunyai muatan negatif yang tetap pada bagian permukaannya. Muatan negatif tersebut disebabkan karena adanya substitusi isomorph Si^{4+} dan Al^{3+} pada lapisan silika (Nandi, dkk., 2009). Kaolin dapat mengalami perubahan struktur dikarenakan pemanasan, kaolin akan mengalami perubahan struktur menjadi metakaolin pada suhu $550 - 600^{\circ}\text{C}$ dengan melepaskan molekul air. Pada suhu $925 - 950^{\circ}\text{C}$ struktur metakaolin berubah menjadi spinel ($\text{Si}_3\text{Al}_4\text{O}_{12}$) dan pada suhu diatas 1050°C akan menjadi mulit dan kristobalit (Kakali, dkk., 2001) Allah SWT telah menciptakan berbagai macam ciptaan, dari benda hidup sampai benda tidak hidup, dimana keanekaragaman tersebut memiliki perbedaan

kandungan didalamnya. Hal ini sesuai dengan firman Allah SWT dalam QS. Fatir ayat 27.

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ ثَمَرَاتٍ مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهَا ۗ وَمِنَ الْجِبَالِ جُدَدٌ بَيضٌ وَحُمْرٌ
مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهَا وَعَرَابِيٌّ سُودٌ ۚ ٢٧

Artinya : *“Tidakkah kamu melihat bahwasanya Allah menurunkan hujan dari langit lalu Kami hasilkan dengan hujan itu buah-buahan yang beraneka macam jenisnya. Dan di antara gunung-gunung itu ada garis-garis putih dan merah yang beraneka macam warnanya dan ada (pula) yang hitam pekat.”*

Berdasarkan ayat diatas dijelaskan mengenai bukti-bukti kekuasaan Allah agar setiap orang memperhatikan ciptaan Allah yang beraneka ragam. Seperti halnya keanekaragaman pada gunung yang memiliki berbagai warna garis. Garis-garis tersebut memiliki makna adanya kandungan yang berbeda. Seperti halnya warna putih menunjukkan adanya alumino-silika, warna merah adanya mineral logam besi (Fe), dan warna hitam menunjukkan adanya batu bara (Shihab, 2002). Hal tersebut merupakan petunjuk Allah agar memudahkan umat manusia untuk menggali dan mempelajari informasi mengenai kandungan penyusun dari suatu mineral. Kaolin telah banyak digunakan baik dalam bidang industri, farmasi maupun sebagai obat tradisional.

2.4 Kaolin sebagai *Drug Delivery System* (DDS)

Kaolin banyak digunakan sebagai obat antidiare, antibakteri, dan penyakit pencernaan. Kaolin digunakan sebagai antidiare karena kapasitas adsorpsi dan luas permukaan yang besar. Aktivitas dari kaolin untuk mengobati diare tergantung pada kapasitas penyerapan cairan dan cairan sekresi yang berlebih

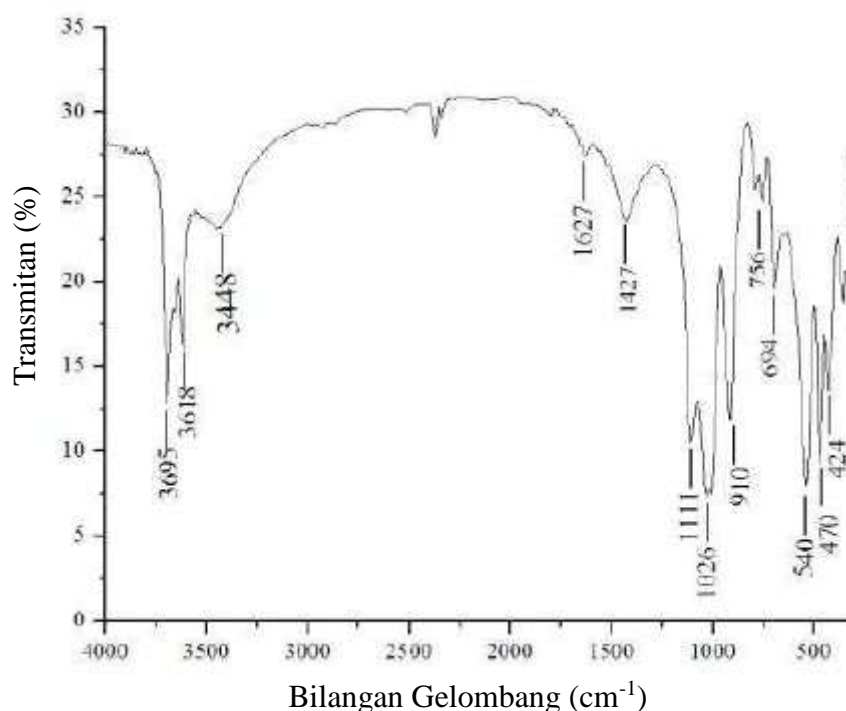
(Carretero & Pozo, 2010; Clark & Ede, 2011). Selain itu kaolin juga dapat berperan sebagai DDS, peran penting dari DDS yaitu untuk meningkatkan kemanjuran dan keamanan obat dengan mengontrol waktu, laju, dan tempat pelepasan obat dalam tubuh (Putra, dkk., 2018). Penelitian tentang penggunaan kaolin sebagai DDS dilakukan oleh Onyishi, dkk (2013) ditunjukkan bahwa kapsul vitamin B6 yang telah diformulasikan dengan kaolin dapat dibuat sistem penghantar obat pelepasan terkendali. Peran kaolin sebagai pembawa obat juga dibuktikan oleh Wardani, dkk (2020) melakukan sintesis zeolit dari kaolin yang digunakan untuk pembawa obat amoksilin, menunjukkan bahwa amoksilin yang terlepas sebesar 1,561 mg/g.

Pelepasan obat yang terkontrol akan meningkatkan efisiensi dari obat tersebut (Lilbaiq, 2017). Rahimi, dkk. (2012) melakukan penelitian pelepasan vitamin A, D3, dan E yang dienkapsulasi pada zeolit klinoptilolit menunjukkan bahwa jumlah pelepasan dari sampel dengan zeolit sekitar 20% lebih tinggi dari pada sampel tanpa zeolit.

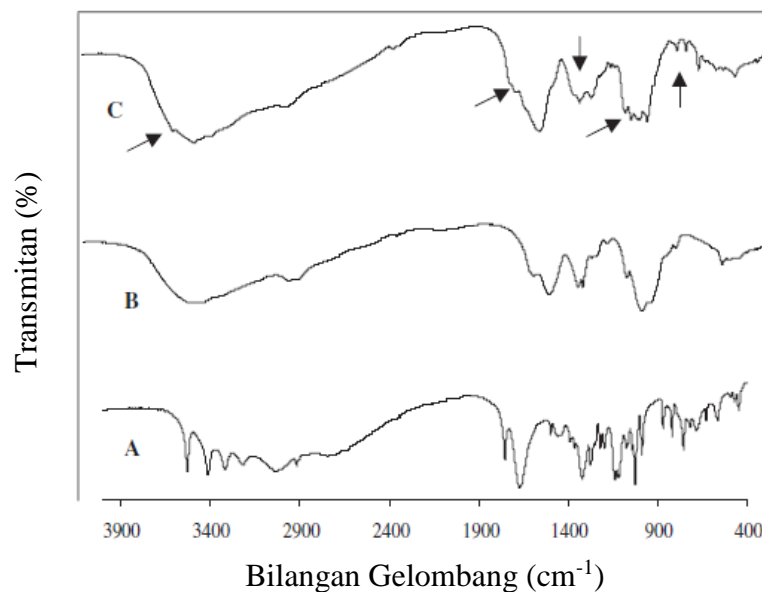
2.5 Spektroskopi Fourier Transform Infra Red (FTIR)

Karakterisasi kaolin dapat dilakukan dengan menggunakan spektroskopi FTIR. Spektroskopi inframerah merupakan metode analisis untuk identifikasi jenis senyawa berdasarkan dengan radiasi inframerah, dan rentang bilangan gelombang yaitu $4000-400\text{ cm}^{-1}$. Analisis ini dapat memberikan informasi pendukung dalam penentuan struktur molekul suatu senyawa serta dapat mengetahui gugus fungsi dari senyawa (Sibilia, 1996). Hasil analisis FTIR kaolin dapat ditampilkan pada Gambar 2.5 (Nugraha Irwan, 2017). Spektra FTIR kaolin

diamati pada bilangan gelombang 3695 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi ulur Al-O-H. puncak serapan pada bilangan gelombang 3618 dan 3448 cm^{-1} merupakan vibrasi ulur gugus hidroksil O-H, 1111 dan 1026 cm^{-1} vibrasi ulur Si-O, 910 cm^{-1} vibrasi ulur gugus fungsi Al-O dari Al-O-H, bilangan gelombang 759 cm^{-1} merupakan vibrasi ulur Al-O dari Al-O, sedangkan 694 , 540 , 470 , dan 424 cm^{-1} mengidentifikasi adanya gugus fungsi dari Si-O (Nugraha Irwan, 2017). Gambar 2.6 menunjukkan adanya senyawa vitamin C dengan bilangan gelombang 1027 , 1120 , 1141 , 1321 , 1673 , 3031 , 3411 , dan 3525 cm^{-1} . Puncak pada 1141 , 1321 , dan 1673 cm^{-1} merupakan vibrasi regangan dan tekuk dari gugus C=O dan gugus OH dalam vitamin C. kitosan pada bilangan gelombang 1072 , 1384 , 1560 , dan 3426 cm^{-1} (Desai, dkk., 2005).



Gambar 2. 5 Spektrum FTIR kaolin



Gambar 2.6 Spektra FTIR (a) vitamin C, (b) kitosan, (c) vitamin C dienkapsulasi pada kitosan

2.6 Metode Impregnasi

Impregnasi atau pengembanan merupakan prosedur preparasi katalis dengan mengadsorpsikan garam prekursor kepada padatan pengemban. Metode impregnasi ini dibedakan menjadi 2 yaitu impregnasi basah dan impregnasi kering. Perbedaan dari kedua impregnasi berdasarkan pada perbandingan volume dari larutan prekursor dengan volume pori pengemban. Dimana impregnasi kering yaitu volume larutan berkisar 1-1,2 kali dari volume pori pengemban. Metode impregnasi kering memiliki keuntungan menghindari penyaringan dan meminimalkan kebutuhan larutan. Sedangkan pada impregnasi basah volume dari larutan prekursor lebih besar yaitu lebih dari 1,5 kali dari volume pori pengemban. Dalam metode impregnasi terdapat tiga tahap, yaitu kontak pendukung dengan larutan dalam jangka waktu tertentu, pengeringan, dan aktivasi katalis.

Menurut Lilbaiq (2017) dalam penelitiannya melakukan pengembanan ekstrak daun sirsak ke zeolit NaX menggunakan impregnasi kering dengan

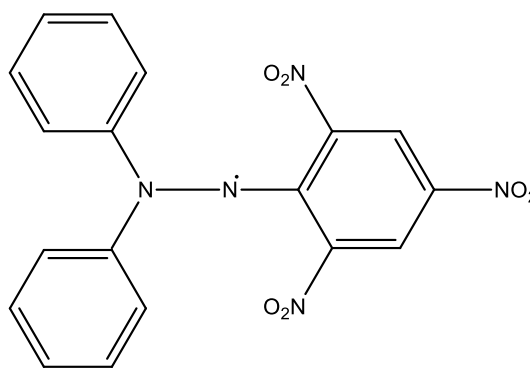
perbandingan 5:10 mendapatkan nilai IC_{50} sebesar 67,343. Pengembangan isolat vitamin C pada kaolin menggunakan impregnasi kering belum ada penelitian yang dilakukan. Rimoli, dkk. (2007) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa senyawa atau obat ketoprofen yang diimbangkan pada zeolit X dan zeolit AX hasil difaktogram yaitu senyawa ketoprofen tidak mengubah difaktogram tetapi hanya menurunkan kristalinitasnya.

2.7 Uji Antioksidan dengan Metode *1,1 difenil-2-pikrilhidrazil* (DPPH)

Metode DPPH merupakan suatu metode yang sering digunakan dalam pengujian aktivitas antioksidan. Metode DPPH ini didasarkan pada reduksi dari radikal bebas DPPH berwarna oleh penghambat radikal bebas. Metode ini akan melibatkan pengukuran serapan DPPH pada panjang gelombang maksimal, dimana panjang gelombang maksimalnya tersebut sebanding dengan konsentrasi penghambat radikal bebas yang ditambahkan ke larutan reagen DPPH. Metode DPPH sering digunakan karena metode uji aktivitas antioksidan yang sederhana, mudah, cepat, peka, dan menggunakan sedikit sampel. Ciri-ciri dari senyawa DPPH yaitu berbentuk padatan yang berwarna ungu kehitaman, memiliki rumus kimia $C_{18}H_{12}N_5O_6$, larut dalam etanol atau methanol 394,3 g/mol. Struktur dari DPPH ditampilkan pada Gambar 2.7 (Burhan, 2017).

Prinsip metode pengujian antioksidan dengan DPPH yaitu pengukuran penangkapan radikal bebas sintetik dalam pelarut organik polar, yaitu etanol. Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan secara spektrofotometri menggunakan larutan pembanding berdasarkan kemampuannya dalam mekanisme pengambilan atom hidrogen dari senyawa antioksidan oleh radikal bebas. Senyawa DPPH yang

bereaksi dengan senyawa antioksidan dengan pengambilan atom hidrogen dari antioksidan sehingga mendapatkan pasangan elektron yang akan menghasilkan bentuk tereduksi difenil pikril hidrazin yang stabil (Afriani, dkk., 2014).



Gambar 2. 7 Struktur DPPH

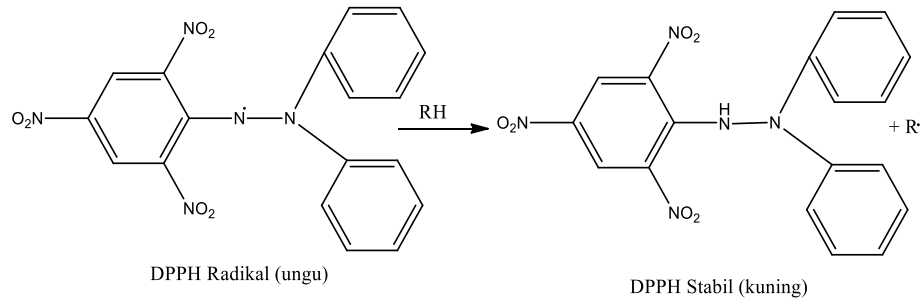
Kemampuan antioksidan dalam penangkapan radikal DPPH, dinyatakan dengan nilai persen penangkapan radikal. Nilai tersebut jika semakin tinggi nilai persen penangkapan menunjukkan bahwa sampel senyawa yang digunakan memang berpotensi sebagai antioksidan. Reaksi DPPH dengan antioksidan dapat menyebabkan DPPH yang berwarna ungu dapat berubah menjadi senyawa yang lebih stabil dengan warna kuning. Elektron yang tidak berpasangan pada senyawa DPPH akan memberikan nilai absorbansi yang kuat pada panjang gelombang maksimum yaitu 517 nm. Perendaman radikal bebas oleh antioksidan terjadi saat elektron tidak berpasangan (PEB) menjadi elektron berpasangan dengan adanya donor, sehingga membentuk DPPH yang stabil. Struktur dari DPPH beserta reaksinya dengan antioksidan ditunjukkan pada Gambar 2.8 (Sastrawan, dkk., 2013). Adapun mekanisme yang terjadi antara vitamin C dengan DPPH ketika kedua larutan dicampurkan ditampilkan pada Gambar 2.9 (Cholisoh, dkk., 2008) .

Metode DPPH menggunakan IC_{50} sebagai parameter untuk menentukan konsentrasi suatu senyawa antioksidan yang dapat menghambat oksidasi sebesar 50%. Dimana semakin kecil nilai dari IC_{50} maka akan semakin tinggi aktivitas antioksidan. Nilai IC_{50} yaitu bilangan yang menunjukkan konsentrasi ekstrak yang dapat menghambat 50% oksidasi. Rumus dalam penentuan % antioksidan ditampilkan pada Persamaan 2. 1.

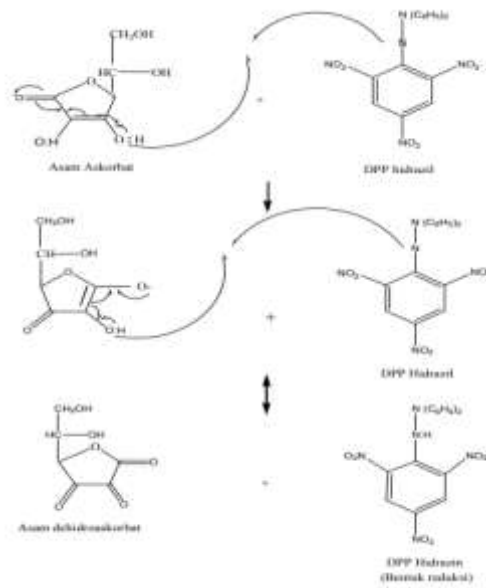
$$\% \text{ Antioksidan} = \frac{A-B}{A} \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

Dengan A adalah nilai absorbansi kontrol dan B adalah nilai absorbansi sampel.

Suatu senyawa jika memiliki nilai IC_{50} sebesar 50 maka dikatakan antioksidan sangat kuat, rentang antioksidan dikatakan kuat yaitu (50-100), dikatakan antioksidan sedang memiliki kisaran (100-150), lemah memiliki kisaran (151-200). Dimana semakin kecil IC_{50} maka semakin tinggi dari aktivitas antioksidan (Purwanto, 2017). Menurut Sari, dkk. (2018) dalam penelitiannya membandingkan antioksidan antara ekstrak biji dan daging buah karamunting dengan vitamin C menggunakan metode DPPH, ekstrak biji buah karamunting memiliki antioksidan sebesar 99,52 ppm, daging dari buah karamunting memiliki antioksidan sebesar 618,98 ppm dan vitamin C memiliki antioksidan sebesar 20,50 ppm, dalam penelitian tersebut nilai dari antioksidan vitamin C merupakan antioksidan yang sangat kuat, karena memiliki nilai IC_{50} kurang dari 50. Pada penelitian Irnawati, dkk. (2017) antioksidan vitamin C yaitu 24,63 mg/L.



Gambar 2.8 Reaksi antara DPPH dengan senyawa antioksidan



Gambar 2. 9 Mekanisme reaksi vitamin C dengan DPPH

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari-Juni 2022 di Laboratorium Kimia Analitik dan Laboratorium Kimia Anorganik Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya kaca arloji, spatula, erlenmeyer, *beaker glass*, alumunium foil, *hot plate*, pipet ukur, pipet volume, bola hisap, tabung reaksi, rak tabung reaksi, oven, tissue, neraca analitik, labu ukur, *magnetic stirrer*, kuvet, inkubator, mortar batu *agate*, alat pengepres, spatula, botol semprot, spektrofotometer FTIR, dan spektrofotometer UV-Vis.

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya asam askorbat, kaolin, aquades, padatan KBr, etanol 96%, AgNO₃, HCl 0,1 N, *Phosphate Buffer Saline* (PBS) dan larutan DPPH.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan suatu pengujian antioksidan vitamin C yang diimbangkan pada kaolin. Tahap awal pengujian tersebut yaitu sampel vitamin C diimbangkan pada kaolin dengan menggunakan metode impregnasi kering dengan variasi antara vitamin C dengan kaolin yaitu 5:5, dan 5:10. Kemudian campuran

vitamin C dan kaolin di stirer selama 2 hari (48 jam). Setelah campuran tercampur sempurna, selanjutnya dioven yang bertujuan untuk memaksimalkan hasil impregnasi. Setelah diembankan maka di uji antioksidan dengan menggunakan metode DPPH. Selanjutnya dilakukan analisis pelepasan obat dari vitamin C/kaolin.

3.4 Tahapan Penelitian

Tahapan-tahapan dalam penelitian ini yaitu meliputi :

- a. Preparasi sampel
- b. Pengembanan vitamin C tablet pada kaolin dengan metode impregnasi kering
- c. Analisis hasil impregnasi menggunakan spektroskopi FTIR
- d. Uji antioksidan dengan metode DPPH
- e. Analisis % pelepasan obat dengan spektroskopi UV-Vis
- f. Analisis data

3.5 Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Preparasi Sampel

Sampel kaolin dihaluskan dan ditimbang sebanyak 50 gram, setelah itu dicuci dengan aquades 250 mL, disaring kemudian endapan dioven pada suhu 120°C selama 3 jam sampai dengan kering, setelah itu dihaluskan dan diayak menggunakan ayakan 200 mesh. Dilakukan aktivasi kaolin, ditimbang 30 gram kaolin, ditambahkan 60 mL HCl 2M, diaduk selama 5 jam menggunakan *magnetic stirrer*. Campuran selanjutnya disaring dan dicuci dengan air panas kemudian ditambahkan AgNO₃ dengan konsentrasi 0,1 M tetes pertetes pada

filtrat hasil pencucian, sampai terbebas dari ion klorida yang ditandai dengan tidak terbentuknya endapan putih AgCl.

3.5.2 Pengembanan Vitamin C pada Kaolin dengan Impregnasi Kering

Pengembanan vitamin C ke dalam kaolin dilakukan dengan menggunakan metode impregnasi kering. Pengembanan dilakukan dengan variasi sebagai berikut: (1) Vitamin C 5 mg/2,5 mL : 5 mg kaolin (2) Vitamin C 5 mg/2,5 mL : 10 mg. Selanjutnya dari masing-masing campuran tersebut diletakkan pada *magnetic stirrer* dengan kecepatan 300 rpm selama 48 jam pada suhu ruang. Kemudian hasil dari pengembanan vitamin C dengan kaolin dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 40°C selama 12 jam. Sampel kaolin dan hasil pengembanan dianalisis menggunakan spektrofotometer FTIR, dan diuji aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH dan diuji pelepasan obat dari campuran vitamin C dan kaolin.

3.5.3 Analisis dengan Spektroskopi Fourier Transform Infra Red (FTIR)

Kaolin, vitamin C dan hasil impregnasi dari vitamin C dengan kaolin akan dianalisis dengan menggunakan FTIR. Langkah awal yang dilakukan yaitu cuplikan dihaluskan menggunakan mortar *agate* sampai menjadi bentuk *powder* dengan dicampurkan padatan KBr. Selanjutnya sampel ditempatkan pada preparat dan dipres bertujuan untuk menjadikan bentuk pelet. Pelet kemudian ditempatkan pada *sample holder* dan dianalisis pada bilangan gelombang 4000-400 cm⁻¹.

3.5.4 Uji Antioksidan dengan Metode *1,1 difenil-2-pikrilhirazil* (DPPH)

3.5.4.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum *1,1 difenil-2-pikrilhirazil* (DPPH)

Etanol 96% dipipet sebanyak 3 mL, setelah itu ditambahkan 0,2 mM larutan DPPH sebanyak 1 mL. kemudian dimasukkan dalam kuvet dan dicari λ_{maks} untuk digunakan pada tahap berikutnya.

3.5.4.2 Pengukuran Aktivitas Antioksidan pada Sampel

Sampel dilarutkan dalam pelarut etanol 96% dengan variasi konsentrasi 1, 2, 3, 4, 5 ppm. Dipipet ekstrak dari masing-masing konsentrasi sebanyak 3 mL dan ditambahkan 1 mL larutan DPPH 0,2 mM. Perlakuan tersebut diulangi sebanyak tiga kali. Selanjutnya diinkubasi pada suhu 37°C selama 30 menit, kemudian diukur absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada λ_{maks} yang telah didapatkan. Rumus dalam penentuan % aktivitas antioksidan ditampilkan pada Persamaan 2.1.

Kontrol yang digunakan yaitu larutan DPPH 0,2 mM sebanyak 1 mL dalam 3 mL etanol 96%. Perbandingan asam askorbat digunakan sebagai sampel. Nilai IC_{50} dihitung dalam persamaan $y = ax + b$ yang diperoleh dari kurva regresi linier dari hubungan persen aktivitas antioksidan dan konsentrasi ekstrak fraksi antioksidan. IC_{50} dihitung dengan memasukkan nilai 50% ke dalam persamaan kurva standar sebagai sumbu y dan dihitung nilai x sebagai konsentrasi IC_{50} .

3.5.5 Analisis Pelepasan Obat Vitamin C/Kaolin

3.5.5.1 Analisis Standar Vitamin C

Vitamin C diambil sebanyak 0,75; 1,5; 2,25; 3; dan 3,75 mL. kemudian ditambahkan dengan akuades sampai volume mencapai 5 mL, sehingga diperoleh

vitamin C dengan berkonsentrasi 3; 6; 9; 12; dan 15 ppm. Dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum dan hasil absorbansi dibuat kurva absorbansi sebagai kurva standar.

3.5.5.2 Analisis Pelepasan Obat

Pelepasan obat vitamin C/kaolin dapat diketahui dengan spektrofotometer UV-Vis. Sampel yang digunakan merupakan vitamin C/kaolin dengan nilai IC_{50} yang terbaik. Cairan tubuh yang disimulasikan dibuat menggunakan jumlah yang diketahui dari larutan buffer fosfat. DDS yang diketahui dicampur 0,01 gram dalam 0,1 N HCl. Dibuat campuran sampai pH 1,2 untuk mensimulasikan pH lambung, dan untuk mensimulasikan pH usus yaitu pH sebesar 7,4. Kemudian campuran diaduk sampai larut dengan kecepatan 100 rpm pada suhu 37°C. Larutan dicuplik setiap 1 jam selama 24 jam sehingga 24 kali cuplikan sampel dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum dan dapat diketahui banyaknya vitamin C yang terlepas.

3.5.6 Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini yaitu menghitung nilai IC_{50} dengan menggunakan software “*graphPad prism6 software*” dengan persamaan non regresi linier “*Regression for analyzing dose-response data*” yang menyatakan hubungan antara log konsentrasi ekstrak (x) dengan persen (%) antioksidan (y) Semakin kecil nilai IC_{50} maka semakin tinggi kemampuan antioksidannya.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kajian Hasil Penelitian berdasarkan Perspektif Islam

Ilmu tentang mineral alam merupakan salah satu topik penelitian yang perlu dikaji dalam perspektif al-Qur'an. Allah Swt. memerintahkan kepada manusia untuk menelaah ciptaan Allah baik yang ada di bumi maupun di langit. Al-Qur'an menunjukkan bahwa Allah Swt. telah menciptakan segala sesuatu yang ada di muka bumi tanpa ada yang sia-sia. Sebagaimana firman Allah dalam QS. Yunus ayat 101.

قُلْ انظُرُوا مَاذَا فِي السَّمٰوٰتِ وَالْاَرْضِ ۗ وَمَا تُعٰنِي الْاٰيٰتُ وَالنُّذُرُ عَنْ قَوْمٍ لَا يُؤْمِنُوْنَ

Artinya : *Katakanlah, “Perhatikanlah apa yang ada di langit dan di bumi!”
Tidaklah bermanfaat tanda-tanda (kebesaran Allah) dan rasul-rasul
yang memberi peringatan bagi orang yang tidak beriman.*

Berdasarkan QS. Yunus ayat 101, menjelaskan kepada manusia bahwa Allah Swt. telah menciptakan segala sesuatu yang ada di langit dan di bumi dengan berbagai manfaat. Manusia juga diperintahkan untuk memahami, memikirkan serta mempercayai bahwa semua hal yang diciptakan oleh Allah tidak ada yang sia-sia. Hal ini menjadikan manusia untuk dapat memanfaatkan sesuatu yang ada di bumi (Shihab, 2002). Salah satu ciptaan Allah yaitu mineral alam, kaolin merupakan mineral alam yang dapat dimanfaatkan dan jumlahnya berlimpah di kerak bumi, yang dapat ditemukan pada bebatuan sedimen yang dikenal sebagai batu lempung. Kaolin dapat digunakan dalam bidang industri

farmasi, dan kosmetik untuk beberapa penggunaan seperti eksipien. Dalam penelitian ini kaolin diembankan pada vitamin C untuk diuji aktivitas antioksidan.

Antioksidan merupakan suatu senyawa yang dapat meredam atau memerangi efek negatif yang berasal dari radikal bebas. Dimana radikal bebas ini merupakan atom atau molekul yang memiliki elektron tidak berpasangan, sehingga dapat menarik elektron dari senyawa lain. Paparan radikal bebas yang terlalu banyak dapat menyebabkan berbagai penyakit. Segala macam penyakit pasti ada obatnya, hal tersebut diterangkan dalam hadist maupun kitab suci al-Quran.

مَا أَنْزَلَ اللَّهُ دَاءً إِلَّا أَنْزَلَ لَهُ شِفَاءً

Artinya : *“Tidaklah Allah menurunkan penyakit kecuali Dia juga menurunkan penawarnya.” (HR Bukhari).*

Allah Swt. menurunkan berbagai jenis penyakit seperti penyakit akibat paparan radikal bebas pasti terdapat penawarannya, salah satunya yaitu dengan vitamin C yang mengandung antioksidan yang tinggi. Hasil penelitian uji aktivitas antioksidan vitamin C yang diembankan pada kaolin dengan perbandingan tertentu memiliki potensi aktivitas antioksidan yang berbeda-beda. Nilai aktivitas antioksidan pada perbandingan 5:5 memiliki nilai IC_{50} sebesar 16,90 ppm dan perbandingan 5:10 sebesar 13,17 ppm. Nilai aktivitas antioksidan tersebut masuk ke dalam golongan antioksidan sangat kuat karena nilai dari $IC_{50} < 50$.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

- a. Hasil karakterisasi vitamin C yang diembankan pada kaolin alam muncul pada serapan khas vitamin C yakni vibrasi C=C pada bilangan gelombang 1457 cm^{-1} , vibrasi C=O stretching pada vitamin C muncul pada bilangan gelombang 1754 cm^{-1} , kaolin alam muncul vibrasi ulur simetri muncul pada bilangan gelombang $691\text{-}694\text{ cm}^{-1}$, dan vibrasi Si-O-Si bending muncul di bilangan gelombang 469 cm^{-1} .
- b. Uji aktivitas antioksidan dari kombinasi vitamin C/kaolin pada perbandingan 5:5 memiliki nilai IC_{50} sebesar 16,90 ppm dan pada perbandingan vitamin C/kaolin 5:10 memiliki nilai IC_{50} yaitu sebesar 13,17 ppm nilai tersebut termasuk kedalam golongan aktivitas antioksidan sangat kuat, karena memiliki nilai $IC_{50} < 50$.
- c. Hasil uji pelepasan vitamin C yang diembankan pada kaolin alam pada pH usus (7,4) lebih tinggi dibandingkan dengan pH lambung (1,2).

5.2 Saran

Perlu dilakukan modifikasi pada kaolin sebelum digunakan dalam uji pelepasan obat untuk mendapatkan hasil yang lebih efektif. Serta perlu dilakukan uji pelepasan obat dengan variasi pengemban sebagai pembanding, untuk mengetahui yang lebih efektif dalam penggunaan DDS.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriani, S., Idiawati, N., Destiarti, L., Arianie, L. 2014. Uji Aktivitas Antioksidan Daging Buah Asam Paya (*Eleiodoxa conferta Burret*) dengan Metode DPPH dan Tiosianat. *JKK*. 3(1):49-56.
- Aleanizy, F. S., Alqahtani, F., Al-Gohary, O., El-Tahir, E., Al-Shalabi, R. 2014. Determination and Characterization of Metronidazole-Kaolin Interaction. *Saudi Pharmaceutical Journal*. 23(2):167-176.
- Auterhoff dan Kovar. 2002. *Identifikasi Obat*. Bandung : ITB.
- Awad, M. E., Lopez-Galindo, A., Setti, M., El-Rahmany, M. M., dan Iborra, C. V. 2017. Kaolinite in Pharmaceutics and Biomedicine. *International Journal of Pharmaceutics*. 533(1):34-48.
- Anggraini, D. 2020. Pengaruh pH dan Waktu Kontak terhadap Adsorpsi Fe (III) dan Cu (II) menggunakan Kaolin Alam Teraktivasi. *Skripsi*. Bangka Belitung.
- Ansory, H. M., Binugraheni, R., Anas, A. K. 2016. Penetapan Kadar Vitamin C dan Aktivitas Antioksidan Buah Carica (*Vasconcellea cundinamarcensis*) Wonosobo. *Jurnal Farmasi Indonesia*. 13(1) : 58-63.
- Azizah, L. 2019. Aktivitas Doxorubicin yang Diemban pada Zeolit NaX sebagai Obat Antikanker Payudara (T47D) dengan Variasi Doxorubicin Terhadap Zeolit. *Skripsi*. Malang : UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Azizah, Z., Zulharmita, Z., Zulfian, E. 2017. Uji Aktivitas Antioksidan dan Penetapan Kadar Vitamin C Ekstrak Buah Naga Merah Keunggulan (*Hylocereus lemairei* (Hook.) Britton & Rose) Secara Spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Farmasi Higea*. 9(1): 41-47.
- Baek, J., Ramasamy, M., Willis, N.C., Kim, D.A., Anderson, W.A., Tam, K.C., 2021. Encapsulasi and Contolled Release of Vitamin C in Modified Cellulose Nanocrystal/Chitosan Nanocapsules. *Current Research in Food Science*. 4: 215-223.
- Burhan, M. 2017. Uji Aktivitas Antioksidan Hasil Fraksi Etil Asetat Kulit Batang Kemiri (*Aleurites moluccana* (L.)Willd) dengan Metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil). *Skripsi*. Makassar : UIN Alauddin.
- Carretero, M. I., dan Pozo, M. 2010. Clay and Non-Clay Minerals in The Pharmaceutical and Cosmetic Industries Active Ingredients. *Applied Clay Science*. 47(3-4):171-181.
- Cholisoh, Z., dan Utami, W. 2008. Aktivitas Penangkap Radikal Ekstrak Etanol 70% Biji Jengkol (*Archidendron jiringa*). *Pharmacon*.9(1): 33-40.

- Clark, A., dan Ede, R. 2011. Acute Diarrhoea: Causes and Recommended Management. *Prescriber*. 22(22):20-30.
- Dong, F., dan Wang, Y., 2016. Encapsulation of Vitamin C by A Double-Layer Zein/Chitosan Structure with Improved Stability and Controlled Release. *International Journal of Nanomedicine and Nanosurgery*. 2(1): 1-7.
- Fitriana, L. 2018. Sintesis dan Karakterisasi Zeolit NaX dari Kaolin Blitar dengan *Pre-Treatment* Alkali Fusi menggunakan Metode Hidrotermal Variasi Suhu Kristalisasi. *Skripsi*. Malang : UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Gustandy, M., dan Soegihardjo C. J. 2013. Uji Aktivitas Antioksidan Menggunakan Radikal 1,1-Difenil-2-Pikrilhidrazil dan Penetapan Kandungan Fenolik Total Fraksi Etil Asetat Ekstrak Etanol Buah Anggur Bali (*Vitis vinifera L.*). *Jurnal Farmasi Sains dan Komunitas*. 10(2):109-120.
- Irnawati, Purba, M., Mujadilah, R., Sarmayani. 2017. Penetapan Kadar Vitamin C dan Uji Aktifitas Antioksidan Sari Buah Songi (*Dillenia serrate Thunb.*) terhadap Radikal DPPH (Diphenylpicrylhydazyl). *Jurnal Ilmiah Farmasi*. 6(2): 40-44.
- Iswara, A. 2009. Pengaruh Pemberian Antioksidan Vitamin C dan E terhadap Kualitas Spermatozoa Tikus Putih Terpapar *Allethrin*. *Skripsi*. Semarang : Universitas Negeri Semarang.
- Kakali, G., Perrak, T., Tsivilis, S., dan Badogiannis, E. 2001. Thermal Treatment of Kaolin : The Effect of Mineralogy on the Puzzolanic Activity. *Applied Clay Science*. 20:73-80.
- Laila, A. K. 2016. Uji Aktivitas Antikanker Payudara (T47D) Ekstrak Etanol Daun Sirsak (*Annona Muricata Linn*) yang Diembankan pada Zeolit NaX. *Skripsi*. Malang : UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Lilbaiq, F. Z. 2017. Uji Aktivitas Ekstrak Etanol Daun Sirsak (*Annona Muricata Linn.*) yang Diembankan pada Zeolit NaX Menggunakan Metode Impregnasi Kering sebagai Antikanker Payudara T-47D. *Skripsi*. Malang : UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Marxen, K., Vanselow. K. H., Lippemeir, S., Hintze, R., Ruser, A., dan Hansen, U. 2007. Determination of DPPH Radical Oxidation Caused by Methanolic Extracts of Some Microalgal Species by Linear Regression Analysis of Spectrophotometric Measurements. *Sensors*. 7: 2080-2095.
- Murray, H. H. 2000. Traditional and new Application for Kaolin, Smectit, and Polygorskite. A General Overview. *Appl Clay Sci* . 17:207-221.
- Nandi, S., Anbazhagan, R., Kumar, M., Chauhan, R. S. 2009. Molecular Characterization of Canine Parvo Virus Strains in Vaccines by

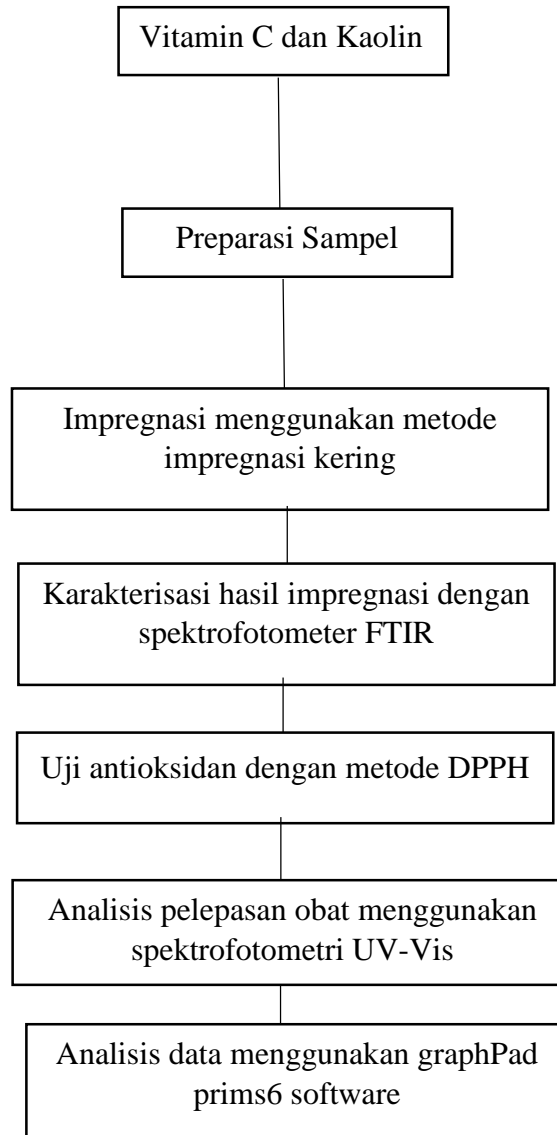
- Polymerase Chain Reaction and restriction endonuclease Analysis. *Indian Journal of Virology*, 120: 12-15.
- Nugraha, I., dan Kulsum, U. 2017. Sintesis dan Karakterisasi Material Komposit Kaolin-ZVI (*Zero Valent Iron*) serta Uji Aplikasinya sebagai Adsorben Kation Cr (VI). *Jurnal Kimia Valensi*. 3(1):59-70.
- Nurjanah. Jacob, A. M., Nugraha, R., Permatasari, M., Sejati, T. K. A. 2014. Perubahan Komposisi Kimia, Aktivitas Antioksidan, Vitamin C dan Mineral Tanaman Genjer (*Limnoch flava*) Akibat Pengukusan. *Jurnal Inovasi dan Kewirausahaan*. 3(3):185-195.
- Onyishi, V. I., Chime, S. A., Adibe, C. V. 2013. Formulation of Pyridoxine Hydrochloride Sustained Release Capsules: Effect of Propylene Glycol co-solvent on the In Vitro Release. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 7(15):809-815.
- Pakaya, D. 2014. Peranan Vitamin C pada Kulit. *Jurnal Ilmiah Kedokteran*.1(2):46-47.
- Putra, I. M. W. A., dan Kusumawati, I. G. A. W. 2018. The Use Clinoptilolites as Carrier of Metformin Hydrochloride in *Drug Delivery System* : In Vitro Drug Release Study. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. 1(11): 2455-3891.
- Purwanto, D., Bahri, S., Ridhay, A. 2017. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Buah Purnajiwa (*Kopsia arborea Blume*) dengan Berbagai Pelarut. *Jurnal Riset Kimia*. 3(1): 24-32.
- Rahimi, M., Mobedi, H., Behnamghader, A., Baygi, A. N., Mivehchi, H., dan Baizar, H. 2012. Fat-Soluble Vitamins Release Based on Clinoptilolite Zeolit as an Oral *Drug Delivery System*. *Letters in Drug Design & Discovery*. 9(2): 213-217.
- Ridho, E. A. 2013. Uji Aktivitas Antoksidan Ekstrak Metanol Buah Lakum (*Cayratia trifolia*) dengan Metode DPPH (2,2-Difenil-1-Pikrilhidrazil). *Naskah Publikasi*. Pontianak : Universitas Tanjungpura.
- Rimoli, M. G., Rabaioli, M. R., Melisi, D., Curcio, A., Mondello, S., Mirabwlli, R., dan Abignente, E. 2007. Synthetic Zeolites as a New Tool for Drug Delivery. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*. 87: 156-164.
- Sari, E. R., Hilma., dan Cendrakasih, A. 2018. Penentuan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Biji dan Daging Buah Karamunting (*Rhodomyrtus tomentosa*) W. AIT. Hassk Menggunakan Metoda DPPH. *Jurnal Farmasi dan Kesehatan*. 8(1): 37-43.

- Sari, T. I. W., Muhsin, dan Wijayanti, H. 2016. Pengaruh Metode Aktivasi pada Kemampuan Kaolin sebagai Adsorben Besi (Fe) Air Sumur Garuda. *Konversi*. 5(2) :20-25.
- Sasanthi, I. Y. 2016. Pemberian Ekstrak Ethanol Anggur (*Vitis vinifera*) Mencegah Penurunan Osteoblas dan Densitas Tulang Serta Mencegah Peningkatan Osteoklas pada Tikus (*Rattus norvegicus*) Jantan dengan Aktivitas Fisik Berlebih. *Tesis*. Denpasar : Universitas Udayana.
- Sastrawan, I. N., Sangi, M., Kamu, V. 2013. Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Biji Adas (*Foeniculum vulgare*) Menggunakan Metode DPPH. *Jurnal Ilmiah Sains*. 13(2): 110-115.
- Shihab, M. Q. 2002. *Tafsir Al Misbah*. Jakarta : Lentera Hati.
- Siami, L. N. 2020. Aktivitas Doxorubicin Diembankan pada Zeolit Sodalit (SOD) sebagai Obat Antikanker Payudara (T47D). *Skripsi*. Malang : UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Sibilia, P. 1996. *Guide to Material Characterization and Chemical Analysis, 2nd Edition*. New York: John Willey-VCH.
- Sinala, S., dan Dewi, S. T. R. 2019. Penentuan Aktivitas Antioksidan secara *In Vitro* dari Ekstrak Etanol Propolis dengan Metode DPPH (1,1-Difenil-2-pikrilhidrazil). *Media Farmasi*. 15(1):2622-0962.
- Suarya, P. 2008. Adsorpsi Pengotor Minyak Daun Cengkeh oleh Lempung Teraktivasi Asam. *Jurnal Kimia*. 2(1): 19-24.
- Tambunan, L. R., Ningsih, W., Ni, P. A., Haula, N. 2018. Penentuan Kadar Vitamin C Beberapa Jenis Cabai (*Capsicum sp.*) dengan Spektrofotometri Uv-Vis. *Jurnal Kimia Riset*. 3(1): 1-5.
- Tomagola, N., Muthiawati, N., Wiyani, L., Jaya, F. 2016. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kayu Manis (*Cinnamomum burmanii*) untuk Mengatasi Ketengikan (*Rancidity*) pada Minyak Goreng. *Journal Of Chemical Process Engineering*. 1(2): 7-15.
- Toripah, S. S., Abidjulu, J., Wehantouw, F. 2014. Aktivitas Antioksidan dan Kandungan Total Fenolik Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam). *Pharmacon*. 3(4):37-43.
- Vilaca, N., Amorim, R., Machado, A. F., Parpot, P., Pereira, M. F. R., Sardo, M., Rocha, J., Fonseca, A. M., Neves, I. C., Baltazar, F. 2013. Potentiation of 5-Fluorouracil Encapsulated in Zeolites as Drug Delivery System for *In Vitro* Models of Colorectal Carcinoma. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. 112: 237-244.
- Wang, H., Li, C., Peng, Z., dan Zhang, S. 2011. Characterization and Thermal Behavior of Kaolin. *J. Therm Anal Calorim*. 105:157-160.

- Wardhana, Y. W., Hasanah, A. N., Primandini, P. 2014. Deformation and Adsorption Capacity of Kaolin that is Influenced by Temperature Variation on Calcination. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Science*. 6(3) : 1-2.
- Winahyu, D. A., Retnaningsih, A., & Aprilia, M. (2019). Penetapan Kadar Flavonoid Pada Kulit Batang Kayu Raru (*Cotylelobiummelanoxylo*nP) Dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Analisis Farmasi*, 4(1), 29-36.
- Yaneva, Z. L., Georgieva, N. V., Bekirska, L. L., dan Lavrova, S. 2018. Drug Mass Transfer Mechanism, Thermodynamics, and In Vitro Release Kinetics of Antioxidant-Encapsulated Zeolit Microparticles as a Drug Carrier System. *Chem. Biochem. Eng. Q.* 3(32): 281-298.
- Zhang, Y., Long, M., Huang, P., Yang, H., Chang, S., Hu, Y., Tang, A., dan Mao, L. 2016. Emerging Integrated Nanoclay Facilitated Drug Delivery System for Papillary Thyroid Cancer Therapy. *Scientific Reports*. 6:33335 DOI:10.1038/srep33335.

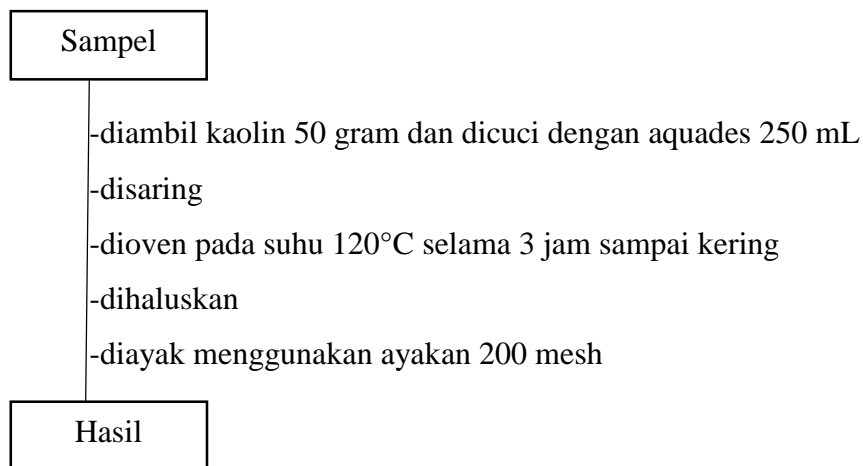
LAMPIRAN

Lampiran 1. Rancangan Penelitian

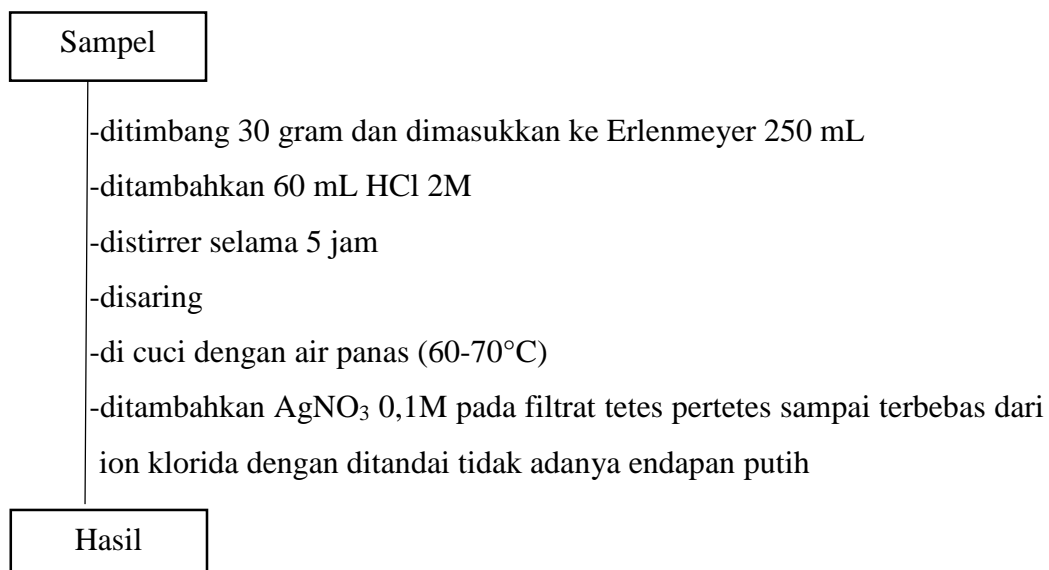


Lampiran 2. Diagram Alir

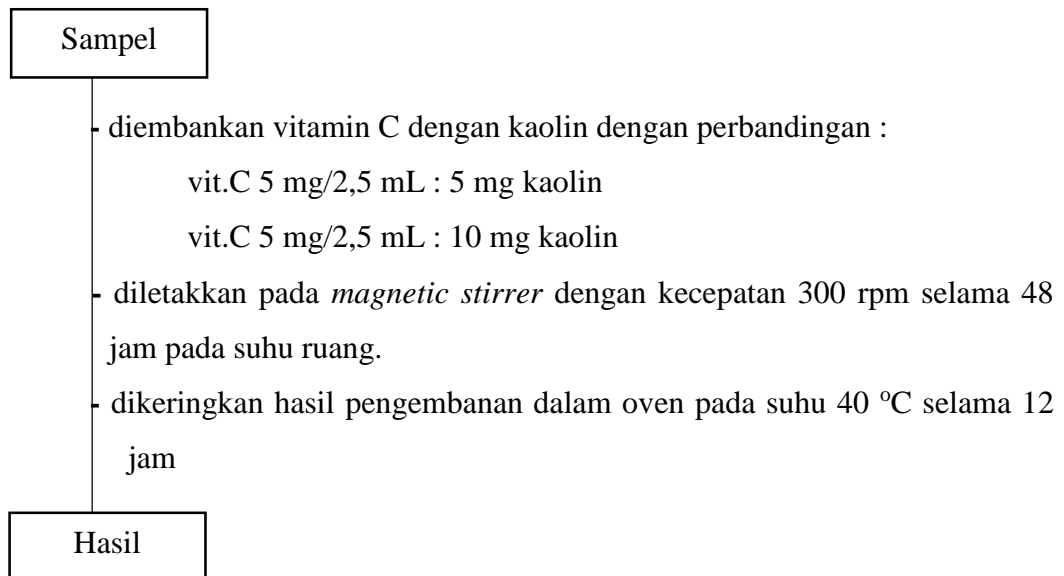
1.1 Preparasi Sampel Kaolin



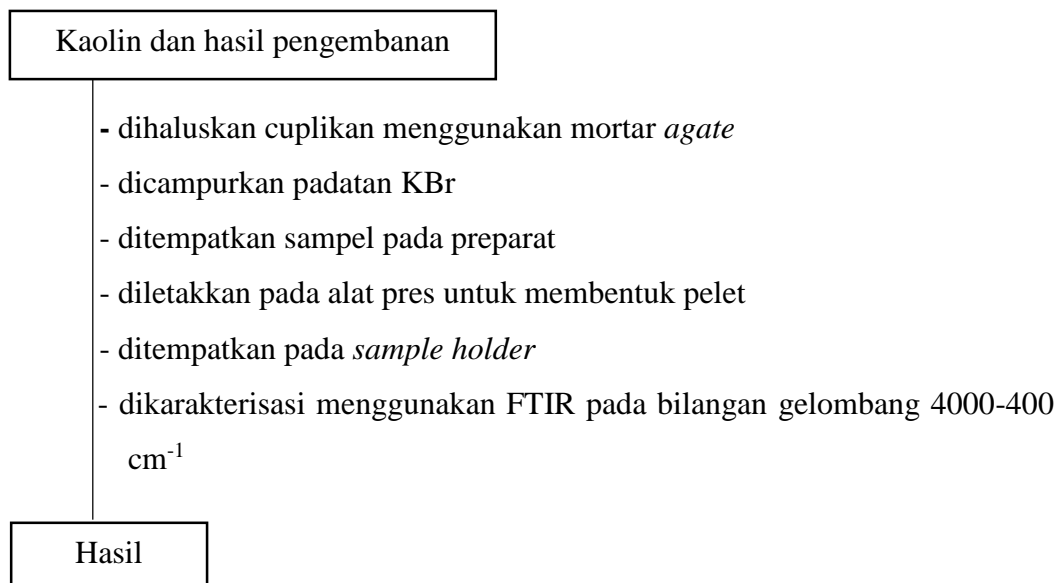
Aktivasi kaolin alam



1.2 Pengembanan Vitamin C pada Kaolin dengan Metode Impregnasi Kering.

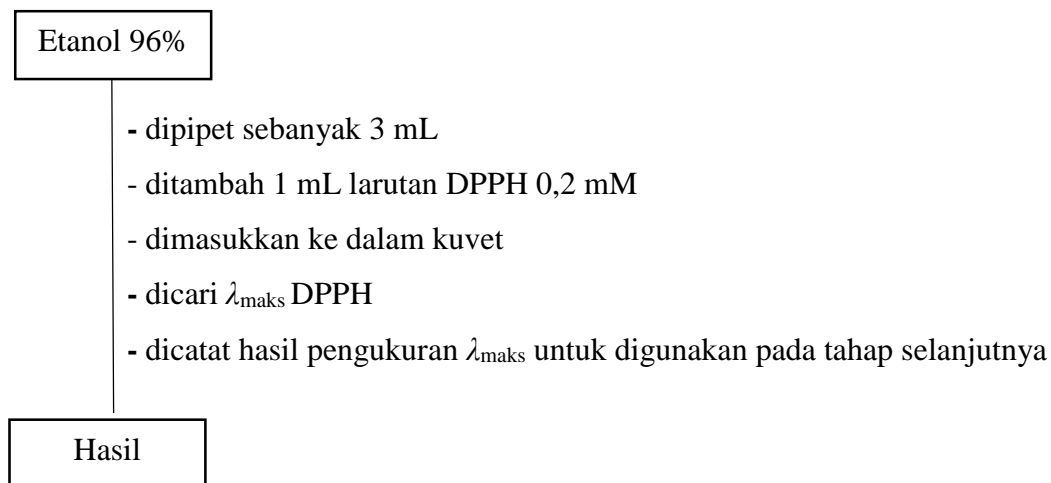


1.3 Analisis Menggunakan Fourier Transform Infra-Red (FTIR)

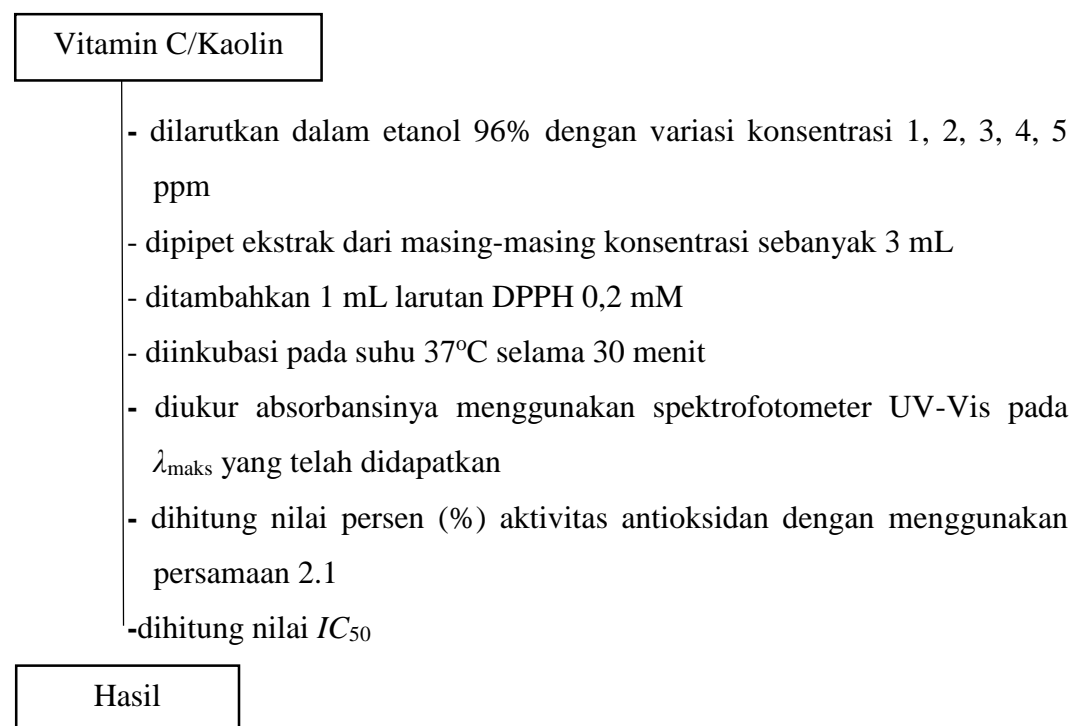


1.4 Uji Antioksidan dengan Metode DPPH

1.3.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

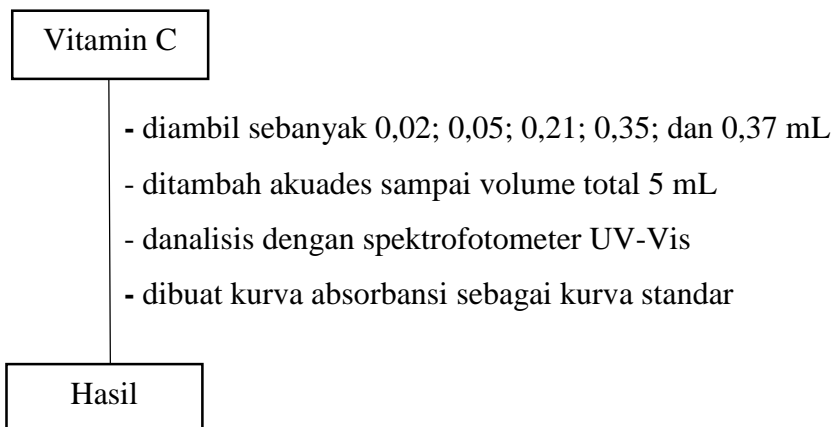


1.3.2 Pengukuran Aktivitas Antioksidan pada Sampel

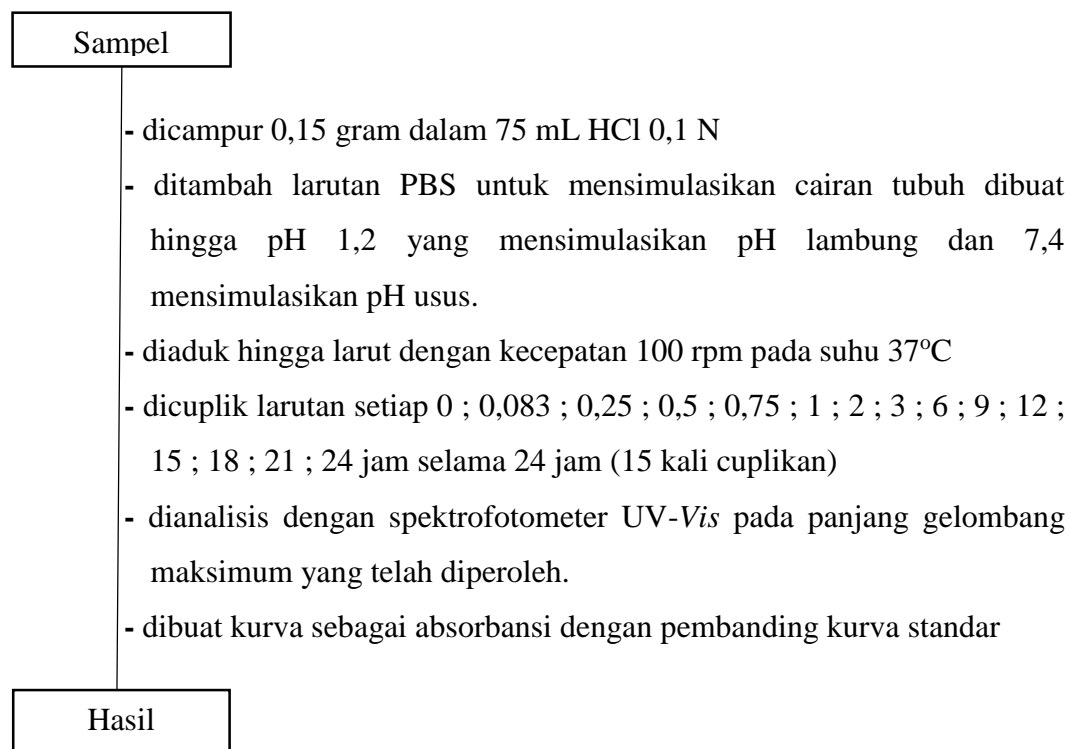


1.5 Analisis Pelepasan Obat dari Vitamin C/ Kaolin Alam

1.5.2 Analisis Standar



1.5.3 Analisis Pelepasan Obat



Lampiran 3. Perhitungan

1.1 Pembuatan Larutan HCl 0,1 N

$$\text{BJ HCl pekat} = 1,159 \text{ g/mL}$$

$$\text{Konsentrasi} = 32\% = \frac{32 \text{ g HCl}}{100 \text{ g larutan}}$$

$$\text{BM HCl} = 36,5 \text{ g/mol}$$

$$n = 1 \text{ (jumlah mol ion H}^+\text{)}$$

$$\text{mol} = \frac{\text{g HCl}}{\text{Mr HCl}} = \frac{32 \text{ g}}{36,5 \text{ g/mol}} = 0,8767 \text{ mol}$$

$$100 \text{ g larutan} = \frac{100 \text{ g}}{36,5 \text{ g/mol}} = 86,2813 \text{ mL} = 0,0863 \text{ L}$$

$$\text{Molaritas} = \frac{\text{mol}}{\text{L}} = \frac{0,8767 \text{ mol}}{0,0863 \text{ L}} = 10,1587 \text{ M}$$

$$\text{Normalitas} = n \times \text{Molaritas}$$

$$= 1 \times 10,1587 \text{ M} = 10,1587 \text{ N}$$

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$10,1587 \text{ M} \cdot V_1 = 0,1 \text{ M} \cdot 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = 0,98 \text{ mL}$$

Cara membuat 100 mL HCl 0,1 N adalah diambil 0.98 mL larutan HCl pekat menggunakan pipet ukur dan dimasukkan ke labu ukur 100 mL yang terlebih dahulu diisi ± 15 mL akuades. Kemudian ditambahkan akuades sampai tanda batas dan dihomogenkan.

1.2 Pembuatan Larutan DPPH 0,2 mM

DPPH 0,2 mM dalam 20 mL etanol p.a

$$\text{Mr DPPH} = 394,33 \text{ g/mol}$$

$$\text{Mol DPPH} = 20 \text{ mL} \times 0,2 \text{ mM}$$

$$= 20 \text{ mL} \times \frac{0,2 \text{ M}}{1000}$$

$$= 0,004 \text{ mmol}$$

$$\text{Mg DPPH} = 0,004 \text{ mmol} \times \text{Mr DPPH}$$

$$= 0,004 \text{ mmol} \times 394,33 \text{ g/mol}$$

$$= 1,57 \text{ mg}$$

Serbuk DPPH ditimbang sebanyak 1,57 mg, dilarutkan dalam pelarut etanol 96%.

1.3 Pembuatan Konsentrasi Larutan untuk Antioksidan

1.3.1 Pembuatan Larutan Stok 20 ppm dalam 20 mL

$$\text{ppm} = \text{mg/L}$$

$$20 \text{ ppm} = \frac{\text{mg}}{0,02 \text{ L}}$$

$$\text{mg} = 0,4 \text{ mg}$$

1.3.2 Pembuatan larutan sampel 2 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 20 \text{ ppm} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ L} \times 2 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{10 \cdot 10^{-3} \text{ L} \times 2 \text{ ppm}}{20 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,001 \text{ L} = 1 \text{ mL}$$

1.3.3 Pembuatan larutan sampel 3 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 20 \text{ ppm} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ L} \times 4 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{10 \cdot 10^{-3} \text{ L} \times 4 \text{ ppm}}{20 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,002 \text{ L} = 2 \text{ mL}$$

1.3.4 Pembuatan larutan sampel 6 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 20 \text{ ppm} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ L} \times 6 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{10 \cdot 10^{-3} \text{ L} \times 6 \text{ ppm}}{20 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,003 \text{ L} = 3 \text{ mL}$$

1.3.5 Pembuatan larutan sampel 8 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 20 \text{ ppm} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ L} \times 8 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{10 \cdot 10^{-3} \text{ L} \times 8 \text{ ppm}}{20 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,004 \text{ L} = 4 \text{ mL}$$

1.3.6 Pembuatan larutan sampel 10 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 20 \text{ ppm} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ L} \times 10 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{10 \cdot 10^{-3} \text{ L} \times 10 \text{ ppm}}{20 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,005 \text{ L} = 5 \text{ mL}$$

1.4 Pembuatan Larutan Buffer Fosfat pH 7 (pH usus)

- **Na₂HPO₄ 0,1 M 100 mL**

$$\text{Mr Na}_2\text{HPO}_4 = 142 \text{ g/mol}$$

$$M = \frac{\text{gr}}{\text{Mr}} \times \frac{1000}{100}$$

$$0,1 \text{ M} = \frac{\text{gr}}{142} \times \frac{1000}{100}$$

$$14,2 = \text{gr} \times 10$$

$$\text{gr} = 1,42 \text{ gram}$$

Dilarutkan Na₂HPO₄ sebanyak 1,42 gram, ditandabatkan dengan akuades sampai 100 mL.

- **NaH₂PO₄ 0,1 M 100 mL**

Mr NaH₂PO₄ = 138 ge/mol

$$M = \frac{gr}{Mr} \times \frac{1000}{100}$$

$$0,1 M = \frac{gr}{138} \times \frac{1000}{100}$$

$$13,8 = gr \times 10$$

$$gr = 1,38 \text{ gram}$$

Dilutkan NaH₂PO₄ sebanyak 1,38 dengan akuades, dan ditandabatkan sampai 100 mL untuk membuat larutan NaH₂PO₄ 0,1 M

Pembuatan larutan buffer fosfat pH 7 dengan mencampurkan larutan Na₂HPO₄ 0,1 M dan NaH₂PO₄ 0,1 M sampai pH 7, diukur dengan pH meter.

1.5 Pembuatan Standar Vitamin C

Diketahui : Vitamin C 0,75; 1,5; 2,25; 3; dan 3,75 mL

Caranya :

Vitamin C 0,75; 1,5; 2,25; 3; dan 3,75 mL diencerkan dengan akuades, kemudian ditandabatkan sampai 5 mL, sehingga diperoleh konsentrasi 3, 6, 9, 12, dan 15 ppm

Lampiran 4. Data Pengamatan dan Perhitungan

L.4.1 Perhitungan Aktivitas Antioksidan

L.4.1.1 Aktivitas Antioksidan Perbandingan 5:5

C (ppm)	Pengulangan ke-1		Pengulangan ke-2		Pengulangan ke-3	
	Abs. Kontrol	Abs. Sampel	Abs. Kontrol	Abs. Sampel	Abs. Kontrol	Abs. Sampel
2	0,7229	0,6621	0,7221	0,6436	0,7209	0,6701
4	0,7178	0,638	0,7191	0,5777	0,7195	0,6401
6	0,719	0,5961	0,7159	0,5064	0,7151	0,5475
8	0,7165	0,5175	0,7243	0,5451	0,7194	0,5573
10	0,7184	0,4918	0,7187	0,3556	0,7191	0,5059

Berdasarkan hasil data tersebut, maka % aktivitas antioksidan dapat dihitung menggunakan persamaan 2.1.

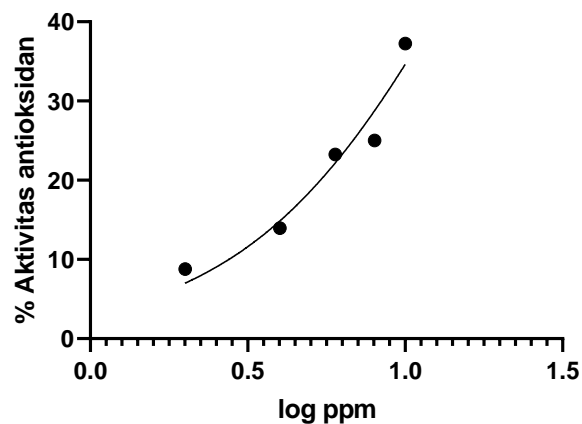
Konsentrasi (ppm)	Log Konsentrasi (x)	% Aktivitas Antioksidan			
		Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Rata-rata
2	0,301	8,410569	10,87107	7,046747	8,776129
4	0,602	11,1173	19,66347	11,03544	13,93874
6	0,778	17,09318	29,26386	23,43728	23,26478
8	0,903	27,7739	24,74113	22,53267	25,0159
10	1,000	31,54232	50,52178	29,64817	37,23742

Nilai IC_{50} dapat dihitung menggunakan “*Graphad prism 8 software, Regression of analyzing doseresponse data*” sehingga diperoleh hasil sebagai berikut :

Comparison of Fits	Global (shared)
Null hypothesis	Can't calculate
Alternative hypothesis	Different curve for each data set
P value	One curve for all data sets
Conclusion (alpha = 0.05)	Models have the same DF
Preferred model	Different curve for each data set
F (DFn, DFd)	
Different curve for each data set	
Best-fit values	
Bottom	= 0.000
Top	= 100.0
Log IC_{50}	1.228
HillSlope	1.212
IC_{50}	16.90
Span	= 100.0

95% CI (profile likelihood)		
Log IC_{50}	1.073 to 1.647	
HillSlope	0.6099 to 2.083	
IC_{50}	11.84 to 44.40	
Goodness of Fit		
Degrees of Freedom		3
R squared		0.9458
Sum of Squares		26.14
Sy.x		2.952
Constraints		
Bottom	Bottom = 0	
Top	Top = 100	
One curve for all data sets		
Best-fit values		
Bottom	= 0.000	
Top	= 100.0	
Log IC_{50}	1.228	1.228
HillSlope	1.212	1.212
IC_{50}	16.90	16.90
Span	= 100.0	
95% CI (profile likelihood)		
Log IC_{50}	1.073 to 1.647	1.073 to 1.647
HillSlope	0.6099 to 2.083	0.6099 to 2.083
IC_{50}	11.84 to 44.40	11.84 to 44.40
Goodness of Fit		
Degrees of Freedom		3
R squared	0.9458	0.9458
Sum of Squares	26.14	26.14
Sy.x		2.952
Constraints		
Bottom	Bottom = 0	
Top	Top = 100	
Log IC_{50}	Log IC_{50} is shared	
HillSlope	HillSlope is shared	
Number of points		
# of X values		5
# Y values analyzed		5

Aktivitas Antioksidan Impregnasi 5 : 5



L.4.1.2 Aktivitas Antioksidan Perbandingan 5:10

C (ppm)	Pengulangan ke-1		Pengulangan ke-2		Pengulangan ke-3	
	Abs. Kontrol	Abs. Sampel	Abs. Kontrol	Abs. Sampel	Abs. Kontrol	Abs. Sampel
2	0,6348	0,5379	0,6413	0,5454	0,6365	0,5267
4	0,6408	0,4861	0,6371	0,4946	0,6362	0,4502
6	0,6406	0,4369	0,6368	0,4453	0,6349	0,442
8	0,6367	0,3883	0,6368	0,4105	0,6356	0,4078
10	0,6331	0,3367	0,637	0,3505	0,6372	0,3419

Berdasarkan hasil data tersebut, maka % aktivitas antioksidan dapat dihitung menggunakan persamaan 2.1.

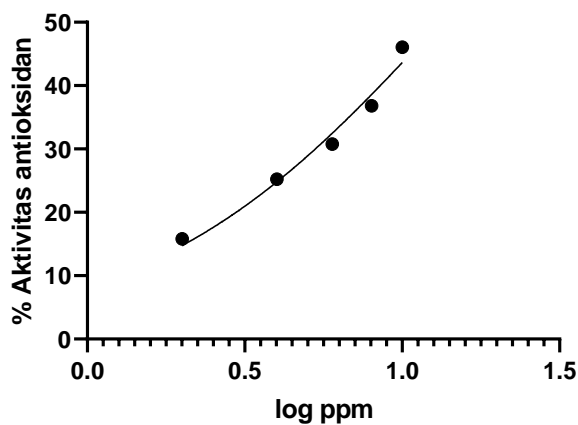
Konsentrasi (ppm)	Log Konsentrasi (x)	% Aktivitas Antioksidan			
		Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Rata-rata
2	0,301	15,26465	14,954	17,25059	15,82308
4	0,602	24,1417	22,36698	29,23609	25,24825
6	0,778	31,79831	30,07224	30,38274	30,7511
8	0,903	39,01366	35,53706	35,84015	36,79696
10	1,000	46,81725	44,97645	46,34338	46,04569

Nilai IC_{50} dapat dihitung menggunakan “*Graphad prism 8 software, Regression of analyzing doseresponse data*” sehingga diperoleh hasil sebagai berikut :

	Global (shared)
Comparison of Fits	Can't calculate
Null hypothesis	Different curve for each data set
Alternative hypothesis	One curve for all data sets
P value	
Conclusion (alpha = 0.05)	Models have the same DF
Preferred model	Different curve for each data set
F (DFn, DFd)	
Different curve for each data set	
Best-fit values	
Bottom	= 0.000
Top	= 100.0
Log IC_{50}	1.120
HillSlope	0.9304
IC_{50}	13.17
Span	= 100.0
95% CI (profile likelihood)	
Log IC_{50}	1.020 to 1.300
HillSlope	0.6244 to 1.285
IC_{50}	10.48 to 19.95
Goodness of Fit	
Degrees of Freedom	3
R squared	0.9743

Sum of Squares	13.45	
Sy.x	2.118	
Constraints		
Bottom	Bottom = 0	
Top	Top = 100	
One curve for all data sets		
Best-fit values		
Bottom	= 0.000	
Top	= 100.0	
Log IC_{50}	1.120	1.120
HillSlope	0.9304	0.9304
IC_{50}	13.17	13.17
Span	= 100.0	
95% CI (profile likelihood)		
Log IC_{50}	1.020 to 1.300	1.020 to 1.300
HillSlope	0.6244 to 1.285	0.6244 to 1.285
IC_{50}	10.48 to 19.95	10.48 to 19.95
Goodness of Fit		
Degrees of Freedom		3
R squared	0.9743	0.9743
Sum of Squares	13.45	13.45
Sy.x		2.118
Constraints		
Bottom	Bottom = 0	
Top	Top = 100	
Log IC_{50}	Log IC_{50} is shared	
HillSlope	HillSlope is shared	
Number of points		
# of X values	5	
# Y values analyzed	5	

Aktivitas Antioksidan Impregnasi 5 : 10



L.4.1.3 Aktivitas Antioksidan Kaolin

C (ppm)	Pengulangan ke-1		Pengulangan ke-2		Pengulangan ke-3	
	Abs. Kontrol	Abs. Sampel	Abs. Kontrol	Abs. Sampel	Abs. Kontrol	Abs. Sampel
2	0,6096	0,5375	0,6097	0,5319	0,4908	0,4339
4	0,6112	0,5386	0,6197	0,5489	0,4914	0,4334
6	0,6111	0,5073	0,6101	0,5118	0,4884	0,4299
8	0,6096	0,4219	0,609	0,4226	0,4901	0,427
10	0,6197	0,454	0,6197	0,4458	0,4992	0,4325

Berdasarkan hasil data tersebut, maka % aktivitas antioksidan dapat dihitung menggunakan persamaan 2.1.

Konsentrasi (ppm)	Log Konsentrasi (x)	% Aktivitas Antioksidan			
		Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Rata-rata
2	0,301	11,82743	12,76037	11,59332	12,06037
4	0,602	11,87827	11,42488	11,80301	11,70206
6	0,778	16,98576	16,11211	11,97789	15,02525
8	0,903	30,79068	30,60755	12,87492	24,75772
10	1,000	26,73874	28,06197	13,36138	22,7207

Nilai IC_{50} dapat dihitung menggunakan "Graphad prism 8 software, Regression of analyzing doseresponse data" sehingga diperoleh hasil sebagai berikut :

Comparison of Fits	Global (shared)
Null hypothesis	Can't calculate
Alternative hypothesis	Different curve for each data set
P value	One curve for all data sets
Conclusion (alpha = 0.05)	Models have the same DF
Preferred model	Different curve for each data

set

F (DFn, DFd)

Different curve for each data
set

Best-fit values

Bottom = 0.000

Top = 100.0

Log IC_{50} 1.770

HillSlope 0.6673

 IC_{50} 58.88

Span = 100.0

95% CI (profile likelihood)

Log IC_{50} 1.208 to +infinity

HillSlope -0.03332 to 1.761

 IC_{50} 16.15 to ???

Goodness of Fit

Degrees of Freedom 3

R squared 0.7521

Sum of Squares 36.93

Sy.x 3.509

Constraints

Bottom Bottom = 0

Top Top = 100

One curve for all data sets

Best-fit values

Bottom = 0.000

Top = 100.0

Log IC_{50} 1.770 1.770

HillSlope 0.6673 0.6673

 IC_{50} 58.88 58.88

Span = 100.0

95% CI (profile likelihood)

Log IC_{50} 1.208 to +infinity 1.208 to +infinity

HillSlope -0.03332 to 1.761 -0.03332 to 1.761

 IC_{50} 16.15 to ??? 16.15 to ???

Goodness of Fit

Degrees of Freedom 3

R squared 0.7521 0.7521

Sum of Squares 36.93 36.93

Sy.x 3.509

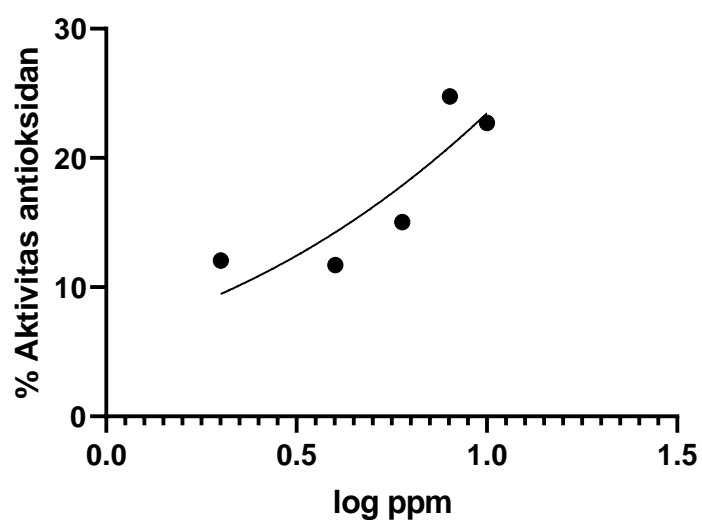
Constraints

Bottom Bottom = 0

Top Top = 100

LogIC_{50} LogIC_{50} is shared
 HillSlope HillSlope is shared
 Number of points
 # of X values 5
 # Y values analyzed 5

Aktivitas Antioksidan Kaolin



L.4.1.4 Aktivitas Antioksidan Vitamin C

C (ppm)	Pengulangan ke-1		Pengulangan ke-2		Pengulangan ke-3	
	Abs. Kontrol	Abs. Sampel	Abs. Kontrol	Abs. Sampel	Abs. Kontrol	Abs. Sampel
2	0,6561	0,4442	0,6594	0,4253	0,6578	0,4426
4	0,6578	0,2112	0,6584	0,2112	0,6586	0,2223
6	0,6561	0,156	0,6586	0,1517	0,6578	0,1699
8	0,6561	0,1432	0,6561	0,1508	0,6586	0,1213
10	0,6586	0,1259	0,6594	0,1189	0,6594	0,1213

Berdasarkan hasil data tersebut, maka % aktivitas antioksidan dapat dihitung menggunakan persamaan 2.1.

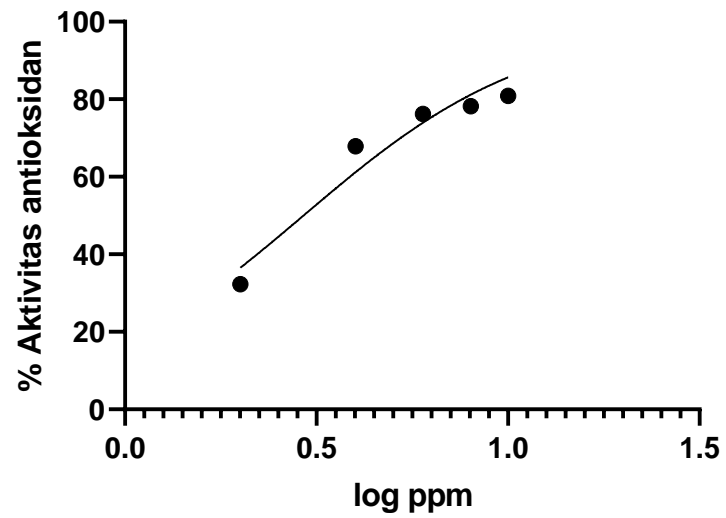
Konsentrasi (ppm)	Log Konsentrasi (x)	% Aktivitas Antioksidan			
		Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Rata-rata
2	0,301	32,29691	35,50197	32,71511	33,50466281
4	0,602	67,89298	67,92224	66,24658	67,35393199
6	0,778	76,22314	76,96629	74,17148	75,78696985
8	0,903	78,17406	77,0157	81,58214	78,9239672
10	1,000	80,88369	81,96846	81,60449	81,48554593

Nilai IC_{50} dapat dihitung menggunakan “*Graphad prism 8 software, Regression of analyzing doseresponse data*” sehingga diperoleh hasil sebagai berikut :

Comparison of Fits	Global (shared)
Null hypothesis	Can't calculate
Alternative hypothesis	Different curve for each data set
P value	One curve for all data sets
Conclusion (alpha = 0.05)	Models have the same DF
Preferred model	Different curve for each data set
F (DFn, DFd)	set
Different curve for each data set	
Best-fit values	
Bottom	= 0.000
Top	= 100.0
Log IC_{50}	0.4661
HillSlope	1.453
IC_{50}	2.925
Span	= 100.0
95% CI (profile likelihood)	
Log IC_{50}	0.2377 to 0.5927

HillSlope	0.7316 to 2.419	
IC_{50}	1.729 to 3.915	
Goodness of Fit		
Degrees of Freedom	3	
R squared	0.9379	
Sum of Squares	99.88	
Sy.x	5.770	
Constraints		
Bottom	Bottom = 0	
Top	Top = 100	
One curve for all data sets		
Best-fit values		
Bottom	= 0.000	
Top	= 100.0	
Log IC_{50}	0.4661	0.4661
HillSlope	1.453	1.453
IC50	2.925	2.925
Span	= 100.0	
95% CI (profile likelihood)		
Log IC_{50}	0.2377 to 0.5927	0.2377 to 0.5927
HillSlope	0.7316 to 2.419	0.7316 to 2.419
IC_{50}	1.729 to 3.915	1.729 to 3.915
Goodness of Fit		
Degrees of Freedom		3
R squared	0.9379	0.9379
Sum of Squares	99.88	99.88
Sy.x		5.770
Constraints		
Bottom	Bottom = 0	
Top	Top = 100	
Log IC_{50}	LogIC50 is shared	
HillSlope	HillSlope is shared	
Number of points		
# of X values	5	
# Y values analyzed	5	

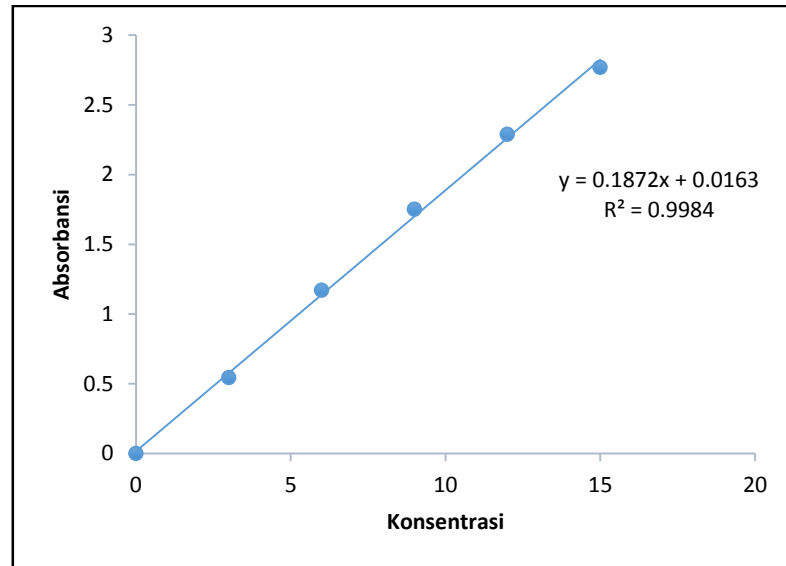
Aktivitas Antioksidan Vitamin C



L.4.2 Uji Pelepasan Obat

L.4.2.1 Kurva standar pelepasan obat

Konsentrasi	Absorbansi
0	0
3	0.5435
6	1.1703
9	1.7512
12	2.2885
15	2.7680



Cara menghitung konsentrasi pelepasan vitamin C yaitu dengan menggunakan persamaan garis $y = ax + b$ dari hasil kurva standar yang diperoleh, memasukkan $y =$ absorbansi dan $x =$ konsentrasi, sehingga diperoleh hasil perhitungan konsentrasi.

$$y = 0,1872x + 0,0163$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi pada waktu 1 jam (x)} &= \frac{\text{absorbansi} - 0,0613}{0,1872} \\ &= \frac{6,1577 - 0,0613}{0,1872} \\ &= 32,80662393 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [C]_{\text{terlepas}} &= [C]_{t'} - [C]_t \\ &= 21,22809829 \text{ ppm} - 21,08173077 \text{ ppm} \\ &= 0,146368 \end{aligned}$$

Dimana $[C]_{t'}$ = konsentrasi pada waktu tertentu, sedangkan $[C]_t$ = konsentrasi pada waktu 1 jam

L.4.2.2 Hasil Uji Pelepasan Obat pada pH 1,2

Waktu (jam)	Absorbansi	Konsentrasi (ppm)	Konsentrasi Terlepas (ppm)
1	3,9628	21,08173077	
1.05	3,9407	20,96367521	
1.15	3,9902	21,22809829	0,146368
1.30	7,9824	42,55395299	
1.45	6,1645	32,84294872	11,76122
3	4,0543	21,57051282	
4	6,4198	34,20673077	13,125
5	3,9319	20,91666667	
8	4,3167	22,97222222	
11	6,3381	33,77029915	
14	3,9353	20,93482906	
17	10	53,33173077	32,25
20	10	53,33173077	32,25
23	4,564	24,29326923	
26	4,1268	21,95779915	

L.4.2.3 Hasil Uji Pelepasan Obat pada pH 7,4

Waktu (jam)	Absorbansi	Konsentrasi (ppm)	Konsentrasi Terlepas (ppm)
1	0,3651	1,863247863	
1.05	0,3733	1,907051282	0,043803
1.15	1,4844	7,84241453	5,979167
.30	1,6179	8,555555556	6,692308
1.45	1,7301	9,15491453	7,292667
3	1,2832	6,767628205	
4	1,1002	5,790064103	
5	0,705	3,678952991	
8	0,7665	4,007478632	
11	0,8979	4,709401709	
14	10,0000	53,33170477	44,17682
17	0,9579	5,02991453	
20	1,0837	5,701923077	
23	1,0827	5,696581197	
26	1,4285	7,543803419	

L.5 Dokumentasi



Hasil aktivasi



Hasil impregnasi



Uji aktivitas antioksidan Vitamin C/Kaolin 5:5



Uji aktivitas antioksidan Vitamin C/Kaolin 5:10



Uji aktivitas antioksidan vitamin C



Kurva Standar



Uji pelepasan obat

L.6 Karakterisasi FTIR

L.6.1 Spektra FTIR Kaolin

