

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI KOMPOSIT EUGENOL-SILIKA GEL
DARI ABU TONGKOL JAGUNG SERTA ANALISIS DAYA SERAP
TERHADAP AIR**

SKRIPSI

SHERIN NURHAFIDZA AHMAD

062117075



**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
BOGOR
2021**

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI KOMPOSIT EUGENOL-SILIKA GEL
DARI ABU TONGKOL JAGUNG SERTA ANALISIS DAYA SERAP
TERHADAP AIR**

SKRIPSI

Skripsi Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana pada Program Studi Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Pakuan

Sherin Nurhafidza Ahmad

062117075



**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
BOGOR
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Sintesis dan Karakterisasi Komposit Eugenol–Silika Gel dari
Abu Tongkol Jagung serta Analisis Daya Serap terhadap Air
Nama : Sherin Nurhafidza Ahmad
NPM : 062117075

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui
Bogor, Juli 2021

Pembimbing II

Pembimbing I

Muhammad Fathurrahman, S.Pd, M.Si
NIDN. 0011059002

Dr. Ani Iryani, M.Si
NIDN. 0406046201

Mengetahui,

Ketua Program Studi Kimia

Dekan FMIPA

Dr. Ade Heri Mulyati, M.Si
NIDN. 0427067401

Asep Denih, S.Kom, M.Sc, Ph.D
NIDN. 0406097101

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sherin Nurhafidza Ahmad
NPM : 062117075
Judul Skripsi : Sintesis dan Karakterisasi Komposit Eugenol-Silika Gel
dari Abu Tongkol Jagung serta Analisis Daya Serap
terhadap Air

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan-bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Pakuan atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Pakuan.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Bogor, Juli 2021

Yang membuat pernyataan,



Sherin Nurhafidza Ahmad

**PERNYATAAN MENGENAI TUGAS AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA
PELIMPAHAN HAK CIPTA DAN PATEN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sherin Nurhafidza Ahmad
NPM : 062117075
Judul Tugas Akhir : Sintesis dan Karakterisasi Komposit Eugenol-Silika Gel dari Abu Tongkol Jagung serta Analisis Daya Serap Terhadap Air

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir di atas adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun.

Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tugas akhir ini. Dengan ini saya melimpahkan hak cipta karya tulis saya kepada Universitas Pakuan.

Bogor, 30 November 2021



Sherin Nurhafidza Ahmad
062117075

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Sintesis dan Karakterisasi Komposit Eugenol-Silika Gel dari Abu Tongkol Jagung serta Analisis Daya Serap terhadap Air**”. Penulisan skripsi ini untuk memenuhi rangkaian persyaratan kelulusan jenjang strata satu (S1) Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam di Universitas Pakuan.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyusun skripsi ini, terutama kepada:

1. Bapak Asep Denih, S.Kom, M.Sc, Ph.D selaku Dekan FMIPA Universitas Pakuan Bogor.
2. Ibu Dr. Ade Heri Mulyati, M.Si selaku Ketua Program Studi Kimia FMIPA Universitas Pakuan Bogor.
3. Ibu Dr. Ani Iryani, M.Si dan Bapak Muhammad Fathurrahman, S.Pd, M.Si selaku pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama melakukan penelitian dan penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Drs. Eka Herlina, M.Si dan Ibu Uswatun Hasanah, S.Si, M.Si selaku penguji seminar dan sidang yang telah memberikan arahan dan masukan untuk penyusunan skripsi ini.
5. Seluruh dosen yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan.
6. Bunda, Ayah, dan keluarga yang selalu memberikan doa, saran, motivasi, dan dukungan dalam menyusun skripsi ini.
7. Seluruh karyawan Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Pakuan yang membantu jalannya praktikum selama kuliah juga saat penulis melakukan penelitian.
8. Teman-teman program studi kimia angkatan 2017, khususnya Esya, Kak Rani, Puput, Iya, Erna, dan Nida yang menemani penulis melewati masa perkuliahan.
9. Teman satu penelitian, Esya, Fitra, dan Restu yang melakukan penelitian bersama.

10. Ufa dan Taqiyyah, yang telah memberikan dukungan untuk penulis menyusun skripsi ini. *10 years and still counting, let's be happy! 행쇼!*

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, diharapkan adanya kritik dan saran yang dapat menyempurnakan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak.

Bogor, Juli 2021

Penulis

Sherin Nurhafidza Ahmad. 062117075. 2021. “Sintesis dan Karakterisasi Komposit Eugenol-Silika Gel dari Abu Tongkol Jagung serta Analisis Daya Serap terhadap Air”. Di bawah bimbingan Dr. Ani Iryani, M.Si dan Muhammad Fathurrahman, S.Pd, M.Si.

RINGKASAN

Jumlah produksi dan konsumsi jagung di Indonesia meningkat setiap tahunnya yang menyebabkan meningkatnya pula jumlah limbah jagung. Salah satu bagian jagung yang menyumbang cukup banyak limbah adalah tongkol jagung, tetapi pemanfaatan tongkol jagung belum maksimal. Tongkol jagung apabila diabukan mengandung silika yang jumlahnya cukup tinggi, sehingga dapat dimanfaatkan menjadi silika gel. Silika gel bermanfaat sebagai adsorben karena memiliki permukaan yang sangat berpori. Pembuatan silika gel dari abu tongkol jagung menggunakan metode sol-gel, yaitu suatu metode yang memodifikasi material sehingga mendapatkan material baru dengan sifat-sifat baru. Pada penelitian ini silika gel dimodifikasi dengan eugenol menjadi komposit eugenol-silika gel yang berfungsi untuk meningkatkan daya serap silika gel terhadap air. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis dan mengkarakterisasi komposit eugenol-silika gel dari abu tongkol jagung dengan FTIR dan XRD, serta menguji daya serapnya terhadap air.

Penelitian diawali dengan preparasi abu tongkol jagung, pembuatan natrium silikat dan natrium eugenolat. Kemudian komposit yang didapatkan dikarakterisasi dengan FTIR dan XRD untuk mengetahui gugus fungsi dan kristalinitasnya. Selanjutnya, komposit dianalisis daya serapnya terhadap air dengan cara dijenuhkan dengan uap air, dengan variasi waktu 30, 45, dan 60 menit. Daya serap air oleh komposit dibandingkan dengan daya serap air oleh silika gel *food grade*.

Komposit eugenol-silika gel yang dihasilkan berbentuk serbuk berwarna putih. Komposit berhasil disintesis, diketahui dari hasil FTIR yang menunjukkan adanya gugus fungsi yang sama dengan gugus fungsi silika gel standar, yaitu gugus silanol (Si-OH) yang ditunjukkan pada bilangan gelombang $3436,58\text{ cm}^{-1}$ dan $1638,45\text{ cm}^{-1}$ juga gugus siloksan (Si-O-Si) yang ditunjukkan pada bilangan gelombang $1092,43\text{ cm}^{-1}$. Pada komposit juga menunjukkan adanya gugus aromatik (C=C) pada bilangan gelombang $1383,36 - 1515,30\text{ cm}^{-1}$. Dari hasil XRD,

komposit diketahui memiliki struktur amorf yang ditandai dengan adanya daerah difraksi yang lebar dan puncak difraksi sebesar 22° . Daya serap air oleh komposit eugenol-silika gel pada variasi waktu 30 menit sebesar 0,0099 gram/ml, variasi waktu 45 menit sebesar 0,0148 gram/ml, dan variasi waktu 60 menit sebesar 0,0199 gram/ml. Sedangkan daya serap air oleh silika gel *food grade* pada variasi waktu 30 menit sebesar 0,0058 gram/ml, variasi waktu 45 menit sebesar 0,0088 gram/ml, dan variasi waktu 60 menit sebesar 0,0117 gram/ml. Maka, daya serap air oleh komposit eugenol-silika gel lebih tinggi 68-70% dibandingkan dengan daya serap air oleh silika gel *food grade*. Hal ini dikarenakan pada komposit terdapat gugus fungsi baru yang menyebabkan porositas komposit meningkat sehingga bertambahnya daya serap silika gel terhadap air.

Kata kunci: limbah tongkol jagung, silika gel, eugenol, daya serap air

Sherin Nurhafidza Ahmad. 062117075. 2021. “Synthesis and Characterization of Eugenol-Silica Gel Composite from Corncob Ash and Water Absorption Analysis”. Under the guidance of **Dr. Ani Iryani, M.Si dan Muhammad Fathurrahman, S.Pd, M.Si.**

SUMMARY

The amount of corn production and consumption in Indonesia increases every year, which causes an increase of corn waste. One part of corn that contributes quite a lot of waste is corncobs, but the utilization of corncobs is not maximize. Corncobs ash contain a high amount of silica, so it can be used as silica gel. Silica gel is useful as a water absorbent and metal adsorbent because it has a very porous surface. Preparation of silica gel from corncob ash is using the sol-gel method. This method makes it possible to modify the material to obtain a new material with new properties. In this study, silica gel was modified with eugenol to become a composite of eugenol-silica gel, which was used to increase the absorption of silica gel to water. This study aimed to synthesis and characterize the eugenol-silica gel composite from corncob ash using FTIR and XRD, as well as to test its water absorption capacity.

The research began with the preparation of corncob ash, the making of sodium silicate and sodium eugenolate. Then, the composite can be made using the sol-gel method. The composites obtained were characterized by FTIR and XRD to determine their functional groups and crystallinity. Furthermore, the composites were analyzed for their absorption of water by being saturated with water vapor, with variations in time of 30, 45, and 60 minutes. The water absorption by the composite is compared with the water absorption by the food grade silica gel.

Eugenol-silica gel composite form is a white powder. The composite is successfully synthesized, it is known from the FTIR results which showed the presence of the same functional group as the standard silica gel functional group, namely the silanol (Si-OH) indicated at wave numbers 3436.58 cm^{-1} and 1638.45 cm^{-1} as well as siloxane (Si-O-Si) indicated at wave number 1092.43 cm^{-1} . The composite also shows the presence of an aromatic group (C=C) at wave number $1383.36 - 1515.30\text{ cm}^{-1}$. From the XRD results, the composite is known to have an

amorphous structure, which is characterized by the presence of a wide diffraction area and a diffraction peak of 22°. The water absorption capacity of the eugenol-silica gel composite at a time variation of 30 minutes is 0.0099 gram/ml, a time variation of 45 minutes is 0.0148 gram/ml, and a time variation of 60 minutes is 0.0199 gram/ml. While the water absorption by food grade silica gel at a time variation of 30 minutes is 0.0058 gram/ml, a time variation of 45 minutes is 0.0088 gram/ml, and a time variation of 60 minutes is 0.0117 gram/ml. Therefore, the water absorption capacity of the eugenol-silica gel composite is 68-70% higher than the food grade silica gel. This is because in the composite there is a new functional group, which causes the porosity of the composite to increase, so that the absorption of silica gel to water increases.

Keywords: corncob waste, silica gel, eugenol, water absorption

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
RINGKASAN	iii
SUMMARY	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Hipotesis Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Jagung	4
2.1.1 Tongkol Jagung.....	4
2.2 Silika Gel.....	5
2.2.1 Sintesis Silika Gel Metode Sol-Gel	7
2.2.2 Modifikasi Silika Gel	8
2.3 Eugenol	8
2.4 Spektrofotometer Inframerah/ <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR).....	9
2.5 Difraksi Sinar-X (XRD).....	12
2.6 Absorpsi	13
BAB III METODE PENELITIAN	15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	15
3.2 Alat dan Bahan.....	15
3.3 Metode Penelitian.....	15
3.4 Prosedur Kerja.....	16
3.4.1 Preparasi Abu Tongkol Jagung	16
3.4.2 Pembuatan Larutan Natrium Silikat (Na_2SiO_3).....	16
3.4.3 Pembuatan Natrium Eugenolat	16

3.4.4 Pembuatan Komposit Eugenol–Silika Gel.....	16
3.4.5 Penentuan Kadar Air Komposit Eugenol–Silika Gel.....	16
3.4.6 Analisis Gugus Fungsi Komposit dengan FTIR	17
3.4.7 Analisis Kristalinitas Komposit dengan XRD	17
3.4.8 Analisis Daya Serap Air oleh Komposit	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Sintesis Komposit Eugenol-Silika Gel.....	18
4.1.1 Analisis Abu Tongkol Jagung.....	18
4.1.2 Analisis Pembuatan Larutan Natrium Silikat (Na_2SiO_3)	19
4.1.3 Analisis Pembuatan Larutan Natrium Eugenolat.....	19
4.1.4 Analisis Pembentukan Komposit Eugenol-Silika Gel	20
4.2 Karakterisasi Komposit Eugenol-Silika Gel.....	21
4.2.1 Analisis Gugus Fungsi Komposit Eugenol-Silika Gel.....	21
4.2.2 Analisis Kristalinitas Komposit Eugenol-Silika Gel	24
4.2.3 Penentuan Kadar Air Komposit Eugenol-Silika Gel	25
4.3 Analisis Daya Serap Air oleh Komposit Eugenol-Silika Gel	26
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	28
5.1 Kesimpulan	29
5.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN.....	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur Silika Gel	6
Gambar 2. Struktur Eugenol	9
Gambar 3. Skema Komponen FTIR	12
Gambar 4. Skema Komponen XRD	13
Gambar 5. Abu Tongkol Jagung.....	18
Gambar 6. Larutan Natrium Silikat	19
Gambar 7. Larutan Natrium Eugenolat	20
Gambar 8. Komposit Eugenol-Silika Gel.....	21
Gambar 9. Spektrum FTIR Komposit Eugenol-Silika Gel	21
Gambar 10. Spektrum FTIR Kiesel Gel 60G	23
Gambar 11. Gabungan Spektrum FTIR Komposit dan Silika Gel Standar....	25
Gambar 12. Difraktogram XRD Komposit Eugenol-Silika Gel	26
Gambar 13. Difraktogram XRD Kiesel Gel 60G	27

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Karakteristik Fisika Tongkol Jagung	5
Tabel 2. Komposisi Kimia dari Tongkol Jagung	5
Tabel 3. Hasil FTIR Komposit Eugenol-Silika Gel	22
Tabel 4. Hasil Daya Serap Air Komposit dan Silika Gel <i>Food Grade</i>	26

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Bagan Alir Umum Penelitian.....	32
Lampiran 2. Bagan Alir Prosedur Kerja.....	33
Lampiran 3. Perhitungan Jumlah Abu Tongkol Jagung.....	36
Lampiran 4. Perhitungan Kadar Air Komposit Eugenol-Silika Gel	36
Lampiran 5. Hasil Uji FTIR Komposit Eugenol-Silika Gel.....	37
Lampiran 6. Hasil Uji XRD Komposit Eugenol-Silika Gel.....	38
Lampiran 7. Perhitungan Daya Serap Air Kompost Eugenol-Silika Gel.....	41
Lampiran 8. Dokumentasi Penelitian	43

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jumlah produksi maupun konsumsi jagung di Indonesia menurut Badan Pusat Statistik (BPS) meningkat tiap tahunnya. Produksi jagung nasional pada 2018 mencapai 30 juta ton. Meningkatnya produksi jagung ini tentu saja menghasilkan jumlah limbah yang meningkat. Limbah yang dihasilkan berasal dari batang jagung 50%, daun jagung 20%, tongkol jagung 20%, dan kulit jagung 10% per tahun (Umiyasih & Wina, 2008). Limbah batang dan kulit jagung banyak dimanfaatkan sebagai pakan ternak, kertas, dan kerajinan, sedangkan tongkol jagung lebih banyak dimanfaatkan sebagai pakan ternak saja sehingga belum banyak pemanfaatannya. Oleh karena itu, penanganan untuk mengolah dan memanfaatkan tongkol jagung diperlukan agar tidak menjadi limbah yang merusak lingkungan serta meningkatkan nilai ekonomi hasil pemanfaatan limbah tongkol jagung.

Tongkol jagung apabila diabukan mengandung silika yang jumlahnya cukup tinggi. Bahan alam dengan kandungan silika yang cukup tinggi dapat dimanfaatkan sebagai daya serap air serta adsorben seperti silika gel dan zeolit. Pada penelitian Iryani, dkk (2017), *Zeolite Socony Mobile-5 (ZSM-5)* dari kaolin yang mengandung silika sebesar 45,86% dapat mengadsorpsi pewarna *congo red (CR)*. Menurut Mujedu *et al.*, (2014) abu tongkol jagung memiliki kandungan silika sebesar 67,41% sehingga tongkol jagung dapat menjadi bahan baku utama dalam pembuatan silika gel.

Silika gel merupakan butiran seperti kaca dengan bentuk yang sangat berpori, sehingga banyak dimanfaatkan sebagai daya serap air. Permintaan silika gel tiap tahunnya mengalami peningkatan, tetapi tidak diimbangi dengan jumlah produksi yang disebabkan bahan baku utama berupa batu bara dan pasir kuarsa semakin berkurang. Oleh karena itu, tongkol jagung bisa menjadi pengganti bahan baku utama untuk membuat silika gel. Selain harganya yang lebih ekonomis, tongkol jagung sebagai limbah mudah diperoleh dan dapat mengurangi limbah dari jagung.

Pembuatan silika gel dari abu tongkol jagung dibuat dengan mencampurkan abu tongkol jagung dengan natrium hidroksida yang kemudian akan membentuk gel berupa natrium silika (metode sol-gel). Metode ini memungkinkan untuk memodifikasi material sehingga mendapatkan material baru dengan sifat-sifat baru. Beberapa penelitian silika gel yang dimodifikasi telah dilakukan. Seperti pada penelitian Anggun (2017) yang memodifikasi silika gel dengan setiltrimetilamonium bromida untuk pembentukan silika nanopartikel, serta penelitian Irma, dkk. (2017) yang mensintesis silika dari abu sekam padi termodifikasi 2-merkaptobenzotiazol untuk adsorpsi ion logam. Pada penelitian Tania, dkk (2014), dilakukan sintesis Cu(II)/Silika sebagai antibakteri terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* menunjukkan Cu(II)/Silika dengan konsentrasi 163 ppm dapat membunuh bakteri tersebut dalam waktu dua jam.

Eugenol ditambahkan dalam pembuatan silika gel dari abu tongkol jagung yang berperan sebagai modifikator. Penambahan eugenol dalam pembuatan silika gel bertujuan untuk meningkatkan daya serap silika gel terhadap air. Komposit eugenol-silika gel yang dihasilkan akan diuji dengan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) dan *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk diketahui karakteristiknya, serta dilakukan analisis daya serap air oleh komposit.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Sintesis komposit eugenol-silika gel dari abu tongkol jagung menggunakan metode sol-gel dan karakterisasi komposit eugenol-silika gel dengan FTIR dan XRD.
2. Analisis daya serap komposit eugenol-silika gel terhadap air.

1.3 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini yaitu:

1. Komposit eugenol-silika gel dapat disintesis dari abu tongkol jagung sebagai sumber silika gel dan natrium eugenolat.
2. Daya serap air oleh komposit eugenol-silika gel lebih tinggi dibandingkan dengan silika gel *food grade*.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya pada sintesis dan karakterisasi komposit eugenol-silika gel dan dapat menangani masalah limbah jagung.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jagung

Jagung merupakan tanaman berumah satu (*monoecious*) di mana letak bunga jantan dengan bunga betina terpisahkan pada satu tanaman (Muhadjir, 1988). Sumber genetik tanaman jagung berasal dari benua Amerika. Seorang ahli botani, Linnaeus, memberikan nama *Zea mays* untuk tanaman jagung. *Zea* berasal dari bahasa Yunani yang digunakan untuk mengklasifikasi jenis padi-padian. Sedangkan *mays* berasal dari bahasa Indian, yaitu *Mahiz* atau *Marisi* yang selanjutnya digunakan untuk sebutan spesies. Sampai sekarang nama latin jagung disebut *Zea mays* Linn (Rukmana, 1997).

Menurut Rukmana (1997), dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan, kedudukan tanaman jagung diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*
Divisio : *Spermatophyta*
Subdivisio : *Angiospermae*
Kelas : *Monocotyledoneae*
Ordo : *Poales*
Famili : *Peaceae (Graminae)*
Genus : *Zea*
Spesies : *Zea mays* L.

Di Indonesia, tanaman jagung didatangkan oleh orang Portugis dan Spanyol sejak 400 tahun yang lalu. Pusat produksi jagung di Indonesia pada awalnya berpusat di wilayah Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Madura. Selanjutnya, tanaman jagung lambat laun meluas ditanam di luar Pulau Jawa. Tanaman jagung termasuk jenis tumbuhan semusim (*annual*). Susunan tubuh (morfologi) tanaman jagung terdiri atas akar, batang, daun, bunga, dan buah (Rukmana, 1997).

2.1.1 Tongkol Jagung

Bagian dari buah jagung setelah biji dipipil disebut tongkol jagung (Tangejaya & Wina, 2006). Kandungan nutrisi tongkol jagung meliputi kadar air sebesar 24,54%, bahan kering 70,45%, protein kasar 2,67%, dan serat kasar 46,52%

(Wardhani & Musofie, 1991). Tongkol jagung adalah bahan baku biomassa dengan potensi langsung sebagai sumber energi yang dapat digunakan untuk produksi energi. Berdasarkan penelitian Anukam *et al.*, (2017), karakteristik fisika dari tongkol jagung yaitu,

Tabel 1. Karakteristik Fisika Tongkol Jagung

Karakteristik	Presentase (%)
Kandungan kelembapan	5,1
Kandungan bahan volatil	65,1
Kandungan abu	8,5
Karbon tetap	21,3

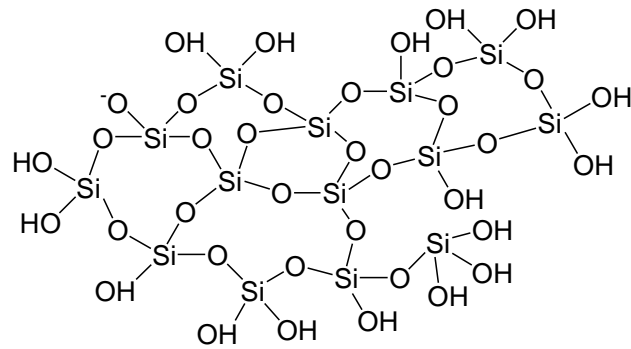
Menurut Mujedu *et al.*, (2014), tongkol jagung adalah pusat dari jagung yang keras, tebal, dan berbentuk silinder. Komposisi kimia dari tongkol jagung adalah sebagai berikut,

Tabel 2. Komposisi Kimia dari Tongkol Jagung

Komposisi	Presentase (%)
SiO ₂	67,41
CaO	10,87
Al ₂ O ₃	8,39
Fe ₂ O ₃	5,00
MgO	2,27
SO ₃	1,59

2.2 Silika Gel

Silika gel merupakan silika amorf yang terdiri atas SiO₄ tetrahedral yang tersusun secara acak dan beragregasi membentuk kerangka tiga dimensi yang lebih besar. Secara umum, rumus kimia silika gel adalah SiO₂.xH₂O (Oscik, 1982).



Gambar 1. Struktur Silika Gel (Oscik, 1982)

Terdapat dua jenis gugus pada permukaan silika gel, yaitu gugus silanol dan gugus siloksan. Ada dua macam gugus siloksan, yaitu Si-O-Si berantai lurus dan gugus siloksan yang membentuk struktur lingkaran dengan empat anggota. Selain mempunyai oksigen sebagai atom donor yang sifatnya lemah, gugus silanol (-SiOH) mempunyai keasaman yang rendah. Adanya gugus silanol dan siloksan ini memungkinkan terjadinya modifikasi (Oscik, 1982).

Silika gel banyak dimanfaatkan sebagai adsorben karena silika gel bersifat inert, hidrofilik, mudah diproduksi, mempunyai kestabilan termal dan mekanik yang tinggi, serta relatif tidak mengembang dalam pelarut organik jika dibandingkan dengan padatan resin polimer organik (Sulastri, 2010). Silika gel merupakan material kimia yang dapat digunakan sebagai *slow release reagent* yang dapat melepaskan ion-ion logam yang semula berada di dalam menjadi ke luar matriks secara sedikit demi sedikit. Ion logam yang lepas tersebut dapat bertindak sebagai antibakteri akibat adanya muatan positif ion logam dan muatan negatif di dalam membran sel bakteri yang akan mengakibatkan terjadinya tarik menarik antara ion logam dan bakteri sehingga menyebabkan kematian bakteri (Barkow & Gabbay, 2005). Silika yang mengandung antibiotik seperti *ciprofloxacin* terbukti efektif sebagai bahan antibakteri *Escherichia coli* dan *Lactococcus lactis* (Rosemary *et al.*, 2006).

Silika gel banyak ditemukan dalam bentuk bungkusan kecil yang di dalamnya terdapat butiran-butiran seperti pasir dalam produk kulit, makanan, elektronik, dan sebagainya. Jumlah maksimum kelembapan yang dapat diserap oleh silika gel biasanya berkisar 40% dari berat totalnya.

2.2.1 Sintesis Silika Gel Metode Sol-Gel

Silika gel dari bahan alam telah banyak disintesis dengan berbagai metode. Metode yang paling sederhana adalah dengan pembakaran pada temperatur tinggi. Hasil silika gel dengan metode ini masih mengandung banyak pengotor sehingga mengurangi komposisi silika di dalamnya. Oleh karena itu, dikembangkan beberapa metode untuk menghasilkan silika gel dengan kandungan silika yang lebih optimal (Trisunaryanti, 2018). Salah satunya adalah metode sol-gel.

Sol adalah suspensi koloid yang fasa pendispersinya berbentuk cairan dan fasa terdispersinya berbentuk padat. Gel adalah jaringan partikel atau molekul, baik padatan dan cairan, dimana polimer yang terjadi di dalam larutan digunakan sebagai tempat pertumbuhan zat anorganik. Pertumbuhan anorganik saat energi ikat lebih rendah (Paveena *et al.*, 2010). Proses metode sol-gel meliputi:

1. Hidrolisis. Pada proses ini alkohol melarutkan logam prekursor (alkoksida) dan terjadi hidrolisis karena adanya penambahan air pada kondisi asam, netral atau basa yang menghasilkan sol koloid. Ligan (-OR) digantikan dengan gugus hidroksil (-OH) pada proses hidrolisis ini.
2. Kondensasi. Proses ini terdapat tiga tahap, yaitu polimerisasi monomer-monomer membentuk partikel, penumbuhan partikel, pengikatan partikel membentuk rantai, kemudian jaringan yang terbentuk diperpanjang dalam medium cairan dan mengental menjadi suatu gel.
3. Pematangan. Pada proses ini jaringan gel membentuk jaringan yang lebih kuat, kaku, dan menyusut dalam larutan.
4. Pengeringan. Larutan dan cairan yang tidak diinginkan mengalami proses penguapan agar struktur sol gel yang memiliki luas permukaan yang tinggi didapatkan. (Fernandez, B. R., 2011)

Metode sol-gel memiliki beberapa keunggulan, antara lain, prosesnya relatif lebih mudah, dapat diaplikasikan dalam segala kondisi, proses berlangsung pada suhu rendah, dan menghasilkan produk dengan kemurnian dan kehomogenan yang tinggi apabila parameternya divariasikan maka ukuran dan distribusi pori dapat dikontrol. Selain itu, biaya untuk proses sol-gel murah dan produk berupa xerogel silika tidak beracun (Zawrah *et al.*, 2009)

2.2.2 Modifikasi Silika Gel

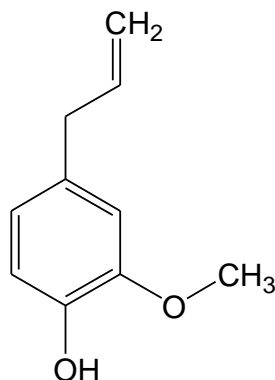
Modifikasi permukaan silika gel bertujuan untuk mengubah komposisi kimia pada permukaan. Proses modifikasi yaitu dengan mengubah gugus -Si-OH menjadi -Si-OM , dimana M adalah beberapa unsur sederhana maupun kompleks selain hidrogen (H). Modifikasi akan mempengaruhi secara signifikan terhadap proses adsorpsi (Sulastri, 2010).

Menurut Jal *et al.*, (2004), modifikasi silika gel dapat dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan jenis senyawa yang digunakan, yaitu organofungsionalisasi jika pemodifikasinya adalah gugus organik dan anorganofungsionalisasi jika gugus pemodifikasi pada permukaan adalah senyawa organologam atau oksidasi logam. Permukaan silika gel dapat dimodifikasi dengan dua macam perlakuan, yaitu perlakuan kimia (*chemical treatment*) dan perlakuan fisik (*physical treatment*). Untuk mengubah karakteristik permukaan silika gel dilakukan modifikasi dengan perlakuan kimia. Sedangkan, untuk mengubah perbandingan gugus silanol dan siloksan, dilakukan dengan perlakuan fisik seperti proses termal atau hidrotermal.

Modifikasi silika gel dapat dilakukan dengan proses sol-gel. Reaksi dilakukan terhadap bahan dasar pembentuk silika gel, yang biasa disebut silika prekursor. Pada proses pembentukan gel, *modifier* ditambahkan pada silika prekursor sehingga gugus silanol tersubstitusi dengan *modifier* tersebut. Proses ini akan menghasilkan senyawa yang mengandung gugus siloksan, silanol, serta gugus termodifikasi yang diberi notasi -Si-OM (Sulastri, 2010).

2.3 Eugenol

Eugenol merupakan cairan tidak berwarna atau berwarna kuning pucat, larut dalam pelarut eter, alkohol, atau kloroform, dan memiliki bau yang sedap dan pedas (Berger, 2009). Eugenol pertama kali diisolasi pada tahun 1929 sebagai senyawa volatil dari *Eugenia caryophyllata* and diberi nama dari spesies tersebut (Marchese, 2017). Eugenol dapat ditemukan pada jenis rempah-rempah berbentuk daun dan juga kuncup bunga. Rumus molekul eugenol adalah $\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}_2$. Bobot molekul eugenol adalah 164,20 dan titik didihnya 250-255 °C (Putri, 2018). Eugenol termasuk ke dalam kelompok fenilpropana seperti *anethol*, *estragole*, dan *cinnamaldehyde* (Berger, 2009).



Gambar 2. Struktur Eugenol (Freires, 2015)

Eugenol dapat disintesis dengan menggabungkan guaiakol dan alil klorida. Eugenol juga dapat diproduksi dengan metode bioteknologi seperti biotransformasi dari berbagai mikroorganisme, misalnya *Pseudomonas* sp. HR199, *Corynebacterium* sp., *Streptomyces* sp. dan *Amycolatopsis* sp. (Marchese, 2017).

Eugenol diakui memiliki sifat farmakologi seperti anestesis, antioksidan, antibakteri, antiinflamasi, dll. Pada penelitian Ratna, dkk (2018) menyatakan bahwa eugenol mampu menghambat pertumbuhan *Escherichia coli*. Hasil tersebut sejalan dengan hasil penelitian dari Pei *et al.*, (2009) yang menyatakan bahwa eugenol mampu menghambat pertumbuhan dan membunuh *Escherichia coli* dengan kadar hambat minimum (KHM) dan kadar bunuh minimum (KBM) sebesar 1.600 mg/L. Pada bakteri *Salmonella typhi*, eugenol juga mempunyai efek antibakteri dengan KHM sebesar 0,0125% dan KBM sebesar 0,025% (Devi *et al.*, 2010).

2.4 Spektrofotometer Inframerah/Fourier Transform Infra Red (FTIR)

FTIR adalah spektroskopi menggunakan inframerah (IR). Spektrometer IR mengidentifikasi substansi gugus kompleks suatu senyawa. FTIR menggunakan radiasi inframerah dari sumber cahaya benda hitam yang meliputi seluruh spektrum inframerah. Sumber radiasi diubah dengan interferometer Michelson dan seluruh frekuensi optikal direkam secara simultan dalam interferogram yang terukur. Spesifikasi kimia dari FTIR berasal dari interaksi (absorpsi) dari sinar inframerah dengan metode vibrasi dari molekul yang diinterogasi. Informasi yang lengkap dari spektra inframerah memungkinkan pendeteksian banyak spesies kimia dalam satu kali pengukuran (Wibisono, 2017).

Cara kerja FTIR adalah sampel *discan*, yang berarti sinar inframerah akan dilalukan ke sampel. Sampel meneruskan gelombang yang nantinya akan ditangkap oleh detektor yang terhubung ke komputer. Detektor akan memberikan gambaran spektrum sampel yang diuji. Dasar bentuk spektrum yang diperoleh dari hasil analisis sampel yang diuji yaitu stuktur kimia dan bentuk ikatan molekul serta gugus fungsional tertentu. Dengan demikian, FTIR dapat digunakan untuk uji kualitatif maupun uji kuantitatif. Ribuan spektrum inframerah dan panjang gelombang absorpsi masing-masing gugus fungsi telah ditetapkan oleh para ahli kimia. Vibrasi suatu gugus spesifik pada bilangan gelombang tertentu (Sari, 2011).

Teknologi pencitraan yang cepat dan tanpa memerlukan pelabelan, seperti bahan pewarna menjadi keunggulan dari FTIR. FTIR dapat digunakan pada semua frekuensi dari sumber cahaya secara simultan sehingga analisis berlangsung lebih cepat daripada menggunakan cara sekuensial atau pemindaian. Sensitifitas dari metode FTIR lebih besar daripada cara dispersi, sebab radiasi yang masuk ke sistem detektor lebih banyak karena tanpa harus melalui celah (Sari, 2011).

Komponen dasar dari FTIR meliputi:

- Interferometer

Moving mirror merupakan satu-satunya komponen yang bergerak pada spektrometer FTIR. Posisi dari *moving mirror* dikontrol dengan tepat sehingga perbedaan jalur optik dapat diukur dengan akurat. Interferometer memiliki bantalan untuk mengurangi gesekan dan agar pergerakan cermin lancar.

- Sumber Radiasi Inframerah

Tujuan dari sumber radiasi inframerah adalah untuk memberikan energi radiasi dari spektrum elektromagnetik. Sumber radiasi paling sederhana dinamakan *air cooled source*. Temperatur dari sumber dijaga oleh udara saat itu pada spektrometer. Sering kali sumber ini terpasang dengan cermin di belakangnya untuk menangkap radiasi yang akan lepas dari sampel. Hal ini membantu meningkatkan jumlah radiasi inframerah yang sampai ke detektor. *Air cooled source* biasanya berjalan pada temperatur 1100 – 1400 K. Kelebihan dari sumber ini yaitu tidak mahal dan mudah karena tidak memerlukan perlakuan khusus.

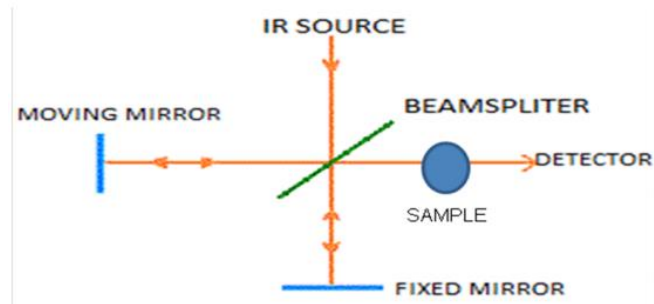
Sumber radiasi yang lain adalah *water cooled source* atau yang dikenal sebagai globar. Globar terdiri dari sebuah batang *silicone carbide* yang dipanaskan secara resistif. Sumber ini didinginkan oleh air mengalir untuk menjaga FTIR agar tidak panas berlebih. Globar beroperasi pada temperatur di atas 1400 K, maka memiliki kelebihan memberikan lebih banyak radiasi inframerah. Ini berarti FTIR akan memiliki hasil yang lebih tinggi dan *noise* yang lebih rendah pada spektrum.

- *Beamsplitter*

Kegunaan dari *beamsplitter* adalah untuk membagi sinar cahaya menjadi dua, sehingga beberapa cahaya memantul pada *moving mirror* dan lainnya akan memantul pada *fixed mirror*. Kalium bromida (KBr) hampir secara umum digunakan sebagai bahan dalam *beamsplitter*. Walaupun *beamsplitter* ini dikatakan terbuat dari KBr, bahan ini tidak membagi sinar karena KBr mentransmisikan inframerah. Maka dari itu, sebuah lapisan tipis germanium mengapit KBr dan lapisan inilah yang membagi cahaya. Ge dan KBr *beamsplitter* dapat digunakan dari 4000 – 400 cm^{-1} . Bahan lain yang dapat digunakan untuk *beamsplitter* adalah sesium iodida (CsI). Bahan ini mentransmisi dari 4000 – 200 cm^{-1} .

- Detektor

Cermin terakhir dalam FTIR yang membawa sinar inframerah menjadi fokus yang tajam pada bagian kecil dari suatu bahan dikenal sebagai detektor. Detektor biasanya tertutup di belakang jendela transparan inframerah untuk menjaga dari sekelilingnya. Komponen ini terhubung dengan spektrometer elektronik dan fungsinya adalah sebagai *transducer* (mengubah intensitas inframerah menjadi sinyal elektrik). Sinyal tersebut akhirnya berubah menjadi voltase, yang diperkuat, diproses, dan didigitalkan sebelum menjadi spektrum. Detektor yang paling umum digunakan adalah *deuterated triglycine sulfate* (DTGS). (Smith, 1996)

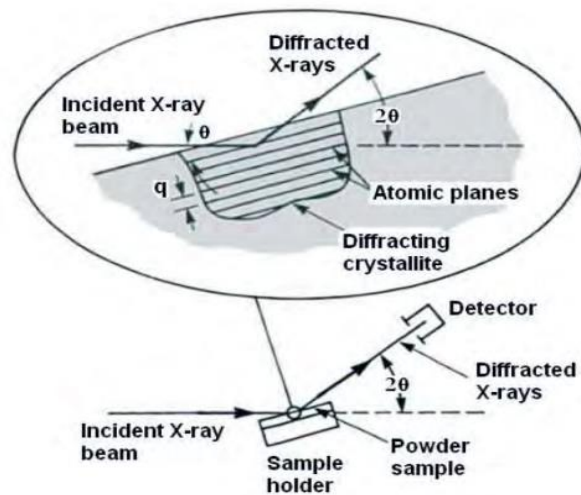


Gambar 3. Skema Komponen FTIR (Kumar *et al.*, 2015)

2.5 Difraksi Sinar-X (XRD)

Sinar-X ditemukan pertama kali oleh Wilhelm Conrad Rontgen tahun 1895. Sinar-X digunakan untuk menghasilkan pola difraksi tertentu yang dapat digunakan dalam analisis kualitatif dan kuantitatif material. Difraksi Sinar-X/*X-Ray Diffraction* (XRD) merupakan salah satu analisis non-destruktif yang penting untuk menganalisis semua jenis materi, mulai dari cairan, serbuk, dan kristal. XRD merupakan metode yang diperlukan untuk karakterisasi bahan dan kontrol kualitas untuk penelitian, produksi, sampai rekayasa. Teknik XRD ini digunakan dengan cara menentukan parameter struktur kisi untuk mengidentifikasi fasa kristalin dalam material serta untuk mendapatkan ukuran partikel (Sujarwata & Astuti, 2015).

Prinsip dasar XRD adalah mendifraksi cahaya (sinar-X) yang melalui celah kristal. Panjang gelombang sinar-X yaitu 0,5 – 2,0 mikron. Penembakan logam dengan elektron yang berenergi tinggi menghasilkan sinar-X. Elektron tersebut mengalami perlambatan pada saat masuk ke dalam logam dan menyebabkan elektron kulit atom logam terpental sehingga membentuk kekosongan. Elektron yang memiliki energi lebih tinggi masuk ke dalam tempat kosong tersebut dengan memancarkan kelebihan energinya (Sujarwata & Astuti, 2015).



Gambar 4. Skema Komponen XRD (Billah, 2016)

Hasil pengukuran dengan XRD berupa grafik difraktogram. Difraktogram adalah suatu *output* yang merupakan grafik antara 2θ (*diffraction angle*) pada sumbu X versus intensitas pada sumbu Y. Intensitas sinar-X didifraksikan dan direkam secara terus menerus dan detektor berputar melalui masing-masing sudut. Informasi yang dapat diperoleh dari analisis XRD adalah sebagai berikut:

1. Radiasi elektromagnetik dihasilkan oleh pembangkit sinar-X setelah dikendalikan oleh celah penyimpang (S).
2. Parameter kisi (a), jarak antar bidang (d_{hkl}), struktur kristal dan orientasi dari sel satuan (d_{hkl}), dan orientasi dari sel satuan digambarkan oleh posisi puncak difraksi
3. Intensitas relatif puncak difraksi memberikan informasi gambaran tentang posisi atom dalam satuan sel.
4. Ukuran kristal dan ketidaksempurnaan kisi digambarkan dengan bentuk puncak difraksi.

Keuntungan menggunakan sinar-X dalam karakterisasi material adalah kemampuan penetrasinya, sebab sinar-X memiliki energi sangat tinggi akibat panjang gelombang pendek (Sujarwata & Astuti, 2015).

2.6 Absorpsi

Absorpsi adalah suatu proses penyerapan zat dimana ion, atom, atau molekul memasuki atau dibawa ke suatu fase/zat lainnya yang biasanya berupa cair,

padat, ataupun gas. Senyawa atau media penyerap disebut absorben, sedangkan senyawa yang terserap disebut absorbat (Muchlisyyah, 2017).

Absorpsi dibagi menjadi dua jenis berdasarkan proses terjadinya, yaitu absorpsi fisikk dan absorpsi kimia. Absorpsi fisik merupakan proses penyerapan suatu zat karena adanya interaksi fisik dan tidak disertai dengan reaksi kimia. Contohnya yaitu absorpsi gas H_2S dengan air, propilen, metanol, dan karbonat. Absorpsi kimia merupakan proses penyerapan suatu zat yang disertai dengan reaksi kimia. Contoh absorpsi kimia adalah absorpsi dengan adanya larutan MEA, K_2CO_3 , NaOH, dan sebagainya. Prinsip absorpsi kimia ini sering digunakan untuk mengeluarkan zat pelarut dalam campuran gasnya secara lebih sempurna (Muchlisyyah, 2017).

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses absorpsi adalah sebagai berikut:

- a. Suhu. Semakin rendah suhu yang digunakan maka penyerapan akan semakin baik.
- b. Tekanan. Semakin tinggi tekanan yang digunakan maka penyerapan akan semakin baik, namun sampai pada batas tertentu.
- c. Laju alir air. Semakin besar laju alir maka penyerapan semakin baik.
- d. Komposisi dalam aliran air. Bila di dalam sistem terdapat senyawa yang mampu bereaksi dengan zat lainnya maka penyerapan akan semakin baik.
- e. Laju alir gas. Semakin kecil laju alir gas maka penyerapan akan semakin efektif.

(Muchlisyyah, 2017)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni – September 2020 di Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Pengetahuan Alam Universitas Pakuan Bogor. Karakteristik menggunakan FTIR dilakukan di Laboratorium Pusat Studi Biofarmaka IPB serta karakteristik menggunakan XRD dilakukan di Laboratorium Uji Material Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju BATAN, Serpong.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu oven (Memmert), mesin penggiling listrik (Saichi), neraca analitik, tungku pembakaran (Nabertherm), pemanas listrik, pengaduk magnet, pH meter, cawan porselein, gelas piala, tabung reaksi, erlenmeyer, bulb pipet, pipet volumetrik, corong, batang pengaduk, kertas saring (Whatman No. 41), labu büchner dan desikator. Instrumen yang digunakan yaitu spektrofotometer inframerah (Bruker Tensor 37) dan alat difraksi sinar-X (Panalytical Empyrean).

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu tongkol jagung dari limbah rumah tangga, eugenol, NaOH 1 M, H₂SO₄ 3 M, dan akuades.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian diawali dengan sintesis komposit eugenol–silika gel menggunakan metode sol-gel, kemudian dikarakterisasi dengan spektrofotometer inframerah (FTIR), alat difraksi sinar-X (XRD), kadar air, serta diuji daya serapnya terhadap air.

3.4 Prosedur Kerja

3.4.1 Preparasi Abu Tongkol Jagung (Okoronkwo et al., 2013)

Sampel tongkol jagung seberat 2.500 gram dibersihkan dan dikeringkan di bawah sinar matahari selama satu hari. Setelah kering sampel dipanaskan pada suhu 150 °C selama lima jam, kemudian dihaluskan dan diarang dengan pemanas listrik dengan suhu 120 °C. Arang tongkol jagung diabukan dalam tungku pembakaran pada suhu 650 °C selama empat jam menggunakan cawan porselein, kemudian dimasukkan ke dalam desikator dan ditimbang.

3.4.2 Pembuatan Larutan Natrium Silikat (Na_2SiO_3) (Okoronkwo et al., 2013)

Lima gram abu tongkol jagung dilarutkan dengan 75 ml NaOH 1 M sambil diaduk menggunakan pengaduk magnet selama satu jam, kemudian didiamkan selama satu malam. Larutan natrium silikat yang terbentuk disaring menggunakan kertas saring Whatman No. 41.

3.4.3 Pembuatan Natrium Eugenolat

2,5 ml eugenol ditambahkan dengan NaOH 1 M (perbandingan 1:1).

3.4.4 Pembuatan Komposit Eugenol–Silika Gel (Okoronkwo et al., 2013)

25 ml natrium silikat dicampurkan dengan natrium eugenolat dan ditambahkan H_2SO_4 3 M tetes demi tetes sambil diaduk dengan pengaduk magnet hingga terbentuk gel dan diteruskan hingga pH 7, kemudian didiamkan selama satu malam. Gel yang terbentuk disaring dengan kertas saring Whatman No. 41 dan dilakukan pencucian dengan akuades sampai pH 7. Hasil yang terdapat pada kertas saring dikeringkan dalam oven pada suhu 120 °C selama empat jam dan ditimbang menggunakan neraca analitik. Silika gel yang dihasilkan kemudian dikarakterisasi menggunakan instrumen inframerah (FTIR), alat difraksi sinar-X (XRD).

3.4.5 Penentuan Kadar Air Komposit Eugenol–Silika Gel (Kristinaningrum dkk., 2011).

Sebanyak 0,1 gram komposit dipanaskan dalam oven pada suhu 100 °C selama empat jam, kemudian didinginkan dan ditimbang. Setelah itu, dipijarkan dalam *muffle furnace* pada suhu 600 °C selama dua jam. Sampel didinginkan dan ditimbang kembali. Kadar air dihitung dengan mengurangi berat komposit sebelum pemijaran (sesudah pemanasan pada suhu 100 °C selama empat jam) dengan berat

komposit setelah pemijaran dibagi berat silika gel awal dikali 100%. Penentuan kadar air ini dilakukan pada komposit hasil sintesis serta Kiesel Gel 60G.

3.4.6 Analisis Gugus Fungsi Komposit dengan FTIR

Sampel dicampurkan dengan serbuk kalium bromida (KBr) sampai homogen dalam *press holder*. Kemudian dimasukkan ke dalam plat dan dianalisis pada bilangan gelombang 4500-400 cm^{-1} .

3.4.7 Analisis Kristalinitas Komposit dengan XRD

Sampel ditaruh pada *holder* sampai menjadi lebih padat. Kemudian *holder* diletakkan pada alat XRD dan diradiasi dengan sinar-X.

3.4.8 Analisis Daya Serap Air oleh Komposit

Sebanyak 100 ml air dipanaskan dalam labu büchner pada suhu 150 °C. Uap air yang dihasilkan, dialirkan ke dalam desikator yang sudah terdapat 0,5 gram komposit eugenol-silika gel dengan variasi waktu 30, 45, dan 60 menit. Massa komposit sebelum dan sesudah dialiri uap air ditimbang.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Sintesis Komposit Eugenol–Silika Gel

Dalam sintesis komposit eugenol–silika gel terdiri dari beberapa tahap, yaitu tahap pembuatan abu tongkol jagung, tahap pembuatan larutan natrium silikat, tahap pembuatan larutan natrium eugenolat, dan tahap pembentukan komposit eugenol–silika gel.

4.1.1 Analisis Abu Tongkol Jagung

Tongkol jagung dipisahkan dari biji jagung yang melekat di tongkol jagung, kemudian dilakukan pencucian. Tongkol jagung sebanyak 2,5 kg dijemur di bawah sinar matahari selama satu hari.

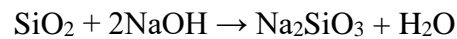
Tongkol jagung yang sudah kering dioven selama lima jam pada suhu 150 °C, lalu dihaluskan dan diarangkan. Arang yang didapatkan sebesar 126,4086 gram, maka persentasinya yaitu 4,94%. Tongkol jagung yang sudah halus dan berbentuk arang kemudian diabukan dengan *muffle furnace* pada suhu 650 °C selama empat jam. Banyaknya abu tongkol jagung yang didapatkan adalah 17,0941 gram, maka persentase abu yang didapatkan adalah 13,52%.



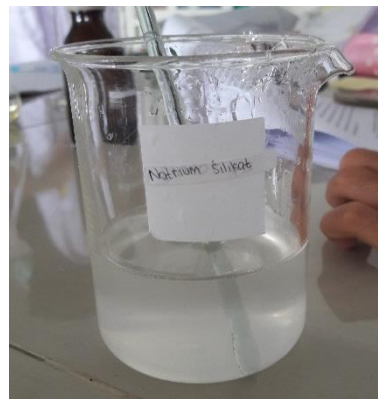
Gambar 5. Abu Tongkol Jagung

4.1.2 Analisis Pembuatan Larutan Natrium Silikat (Na_2SiO_3)

Natrium silikat merupakan bahan utama dalam pembuatan silika gel. Pembuatan larutan natrium silikat dilakukan dengan cara mereaksikan silika dengan natrium hidroksida (NaOH). Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



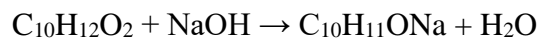
Sebanyak 5 gram abu tongkol jagung dilarutkan dengan 75 ml NaOH 1 M, lalu dipanaskan selama satu jam sambil diaduk dengan *magnetic stirrer*. Pemanasan dan pengadukan dilakukan untuk melarutkan abu tongkol jagung. Setelah larut, didiamkan selama satu malam, lalu larutan disaring dengan kertas saring whatman no. 41 untuk memisahkan larutan dari pengotornya. Didapati larutan natrium silikat berwarna keruh.



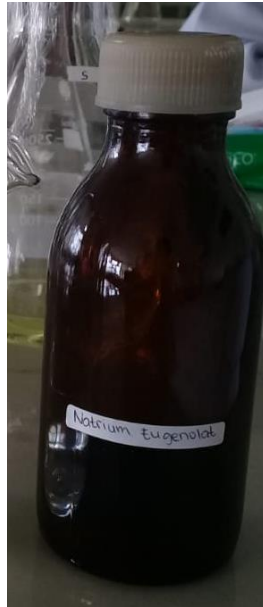
Gambar 6. Larutan Natrium Silikat

4.1.3 Analisis Pembuatan Larutan Natrium Eugenolat

Natrium Eugenolat dibuat dengan cara mereaksikan eugenol dengan natrium hidroksida. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



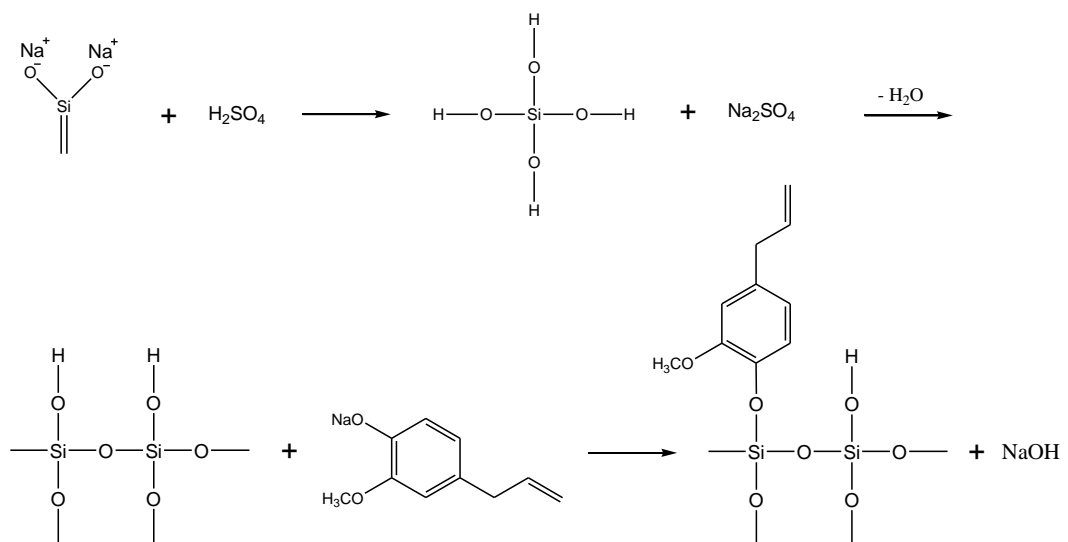
Sebanyak 2,5 ml eugenol direaksikan dengan 2,5 ml NaOH 1 M (perbandingan 1:1), lalu diaduk agar larutan menjadi homogen. Larutan natrium eugenolat yang didapat berwarna kuning.



Gambar 7. Larutan Natrium Eugenolat

4.1.4 Analisis Pembentukan Komposit Eugenol–Silika Gel

Larutan natrium silikat dicampur dengan larutan natrium eugenolat, larutan berwarna kuning keruh. Kemudian ditambahkan larutan H_2SO_4 3 M dan diaduk dengan *magnetic stirrer*. Penambahan H_2SO_4 sebanyak 22 ml, dilakukan setetes demi setetes yang bertujuan untuk membentuk gel sampai pH 7 karena pH silika gel adalah 7 dan larutan menjadi warna krem. Selanjutnya, larutan didiamkan selama satu malam dengan tujuan untuk terjadinya polimerisasi silika gel dari bentuk cairan menjadi bentuk padatan (hidrogel). Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Hidrogel yang terbentuk disaring dengan kertas saring whatman no. 41 dan dilakukan pencucian dengan akuades hingga pH 7. Pencucian dilakukan untuk menghilangkan garam-garam mineral yang terkandung dalam hidrogel dan menjadikan pH larutan menjadi netral. Hidrogel yang didapat berwarna putih.

Hidrogel kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 120 °C selama empat jam. Pengeringan bertujuan untuk menghilangkan kandungan air. Hasil pengeringan berupa serbuk berwarna putih dengan bobot 5,9030 gram (Lampiran 3). Serbuk ini merupakan komposit eugenol–silika gel.



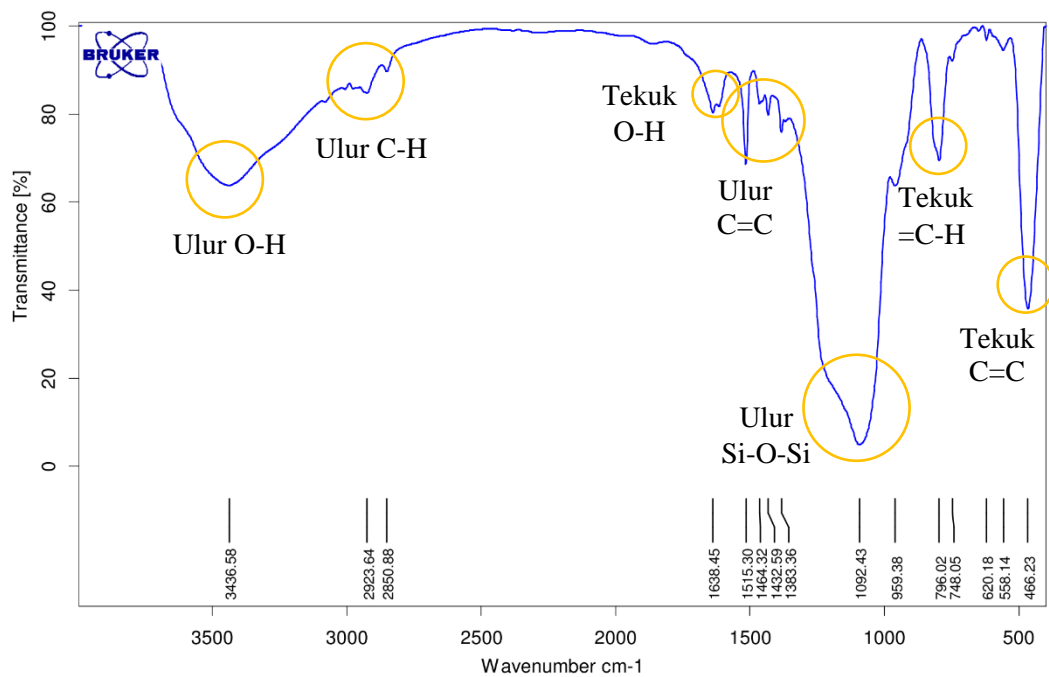
Gambar 8. Komposit Eugenol – Silika Gel

4.2 Karakterisasi Komposit Eugenol–Silika Gel

Karakterisasi komposit meliputi analisis kandungan dari komposit dengan spektrofotometer inframerah (FTIR) dan analisis kristalinitas komposit dengan difraksi sinar-X (XRD).

4.2.1 Analisis Gugus Fungsi Komposit Eugenol–Silika Gel

Analisis gugus fungsi komposit eugenol-silika gel dilakukan dengan FTIR. FTIR yang digunakan adalah model Bruker Tensor 37 yang terdapat di Laboratorium Pusat Studi Biofarmaka IPB. Hasil spektrum pengujian komposit dengan FTIR adalah sebagai berikut:



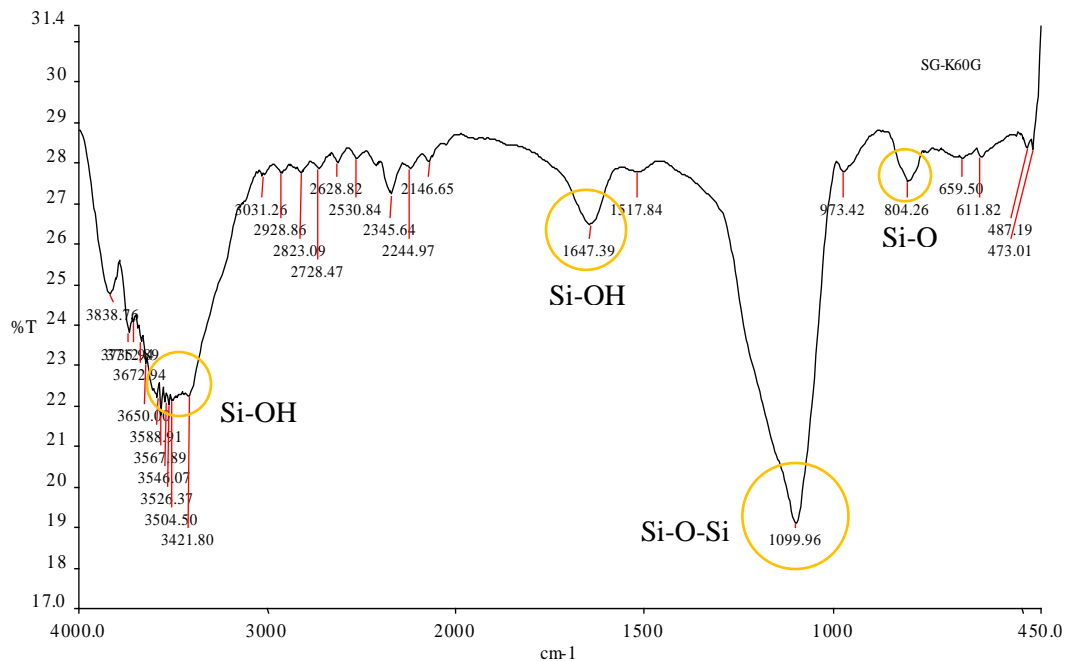
Gambar 9. Spektrum FTIR Komposit Eugenol-Silika Gel

Berdasarkan spektrum komposit pada Gambar 9, pada bilangan gelombang $3436,58 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya vibrasi ulur gugus O-H dari Si-OH, sedangkan pada $1638,45 \text{ cm}^{-1}$ terdapat vibrasi tekuk gugus O-H dari Si-OH. Pada bilangan gelombang $2850,88 \text{ cm}^{-1}$ dan $2923,64 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan vibrasi ulur dari gugus metil C-H. Pada bilangan gelombang $1383,36 - 1515,30 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan gugus aromatik C=C. Bilangan gelombang $1092,43 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus Si-O-Si. Vibrasi tekuk gugus =C-H terbentuk pada bilangan gelombang $748,05 \text{ cm}^{-1}$ dan pada bilangan gelombang $466,23 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan terjadinya vibrasi tekuk gugus C=C.

Tabel 3. Hasil FTIR Komposit Eugenol-Silika Gel

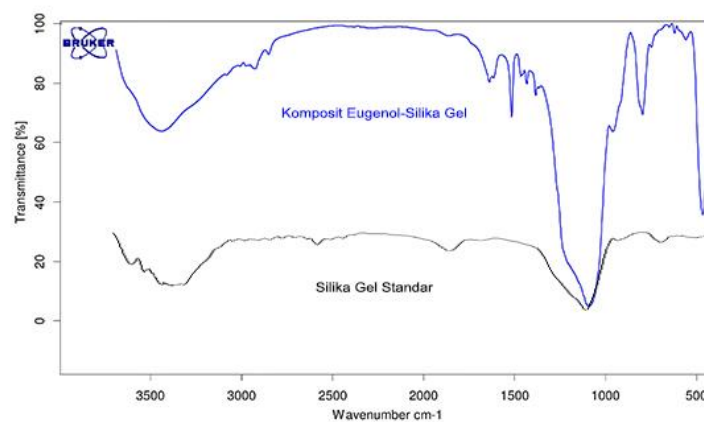
Bilangan gelombang (cm^{-1})	Gugus Fungsi	Jenis Vibrasi
3436,58	O-H dari Si-OH	Ulur
2850,88 dan 2923,64	C-H	Ulur
1638,45	O-H dari Si-OH	Tekuk
1383,36 ; 1464,32 ; 1515,30	C=C	Ulur
1092,43	Si-O-Si	Ulur
748,05	=C-H	Tekuk keluar bidang
466,23	C=C	Tekuk keluar bidang

Untuk melihat keberhasilan sintesis komposit ini, maka spektrum komposit eugenol–silika gel ini dibandingkan dengan spektrum silika gel Kiesel Gel 60G. sebagai acuan standar untuk silika gel. Gambar 10 menunjukkan spektrum FTIR dari Kiesel Gel 60G,



Gambar 10. Spektrum FTIR Kiesel Gel 60G (Hidayat, 2015)

Pada spektrum FTIR silika gel Kiesel Gel 60G, bilangan gelombang 1099,96 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus siloksan Si-O-Si. Pada bilangan gelombang 1647,39 cm^{-1} dan 3421,80 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus silanol Si-OH. Sedangkan pada bilangan gelombang 804,26 cm^{-1} adalah gugus Si-O.

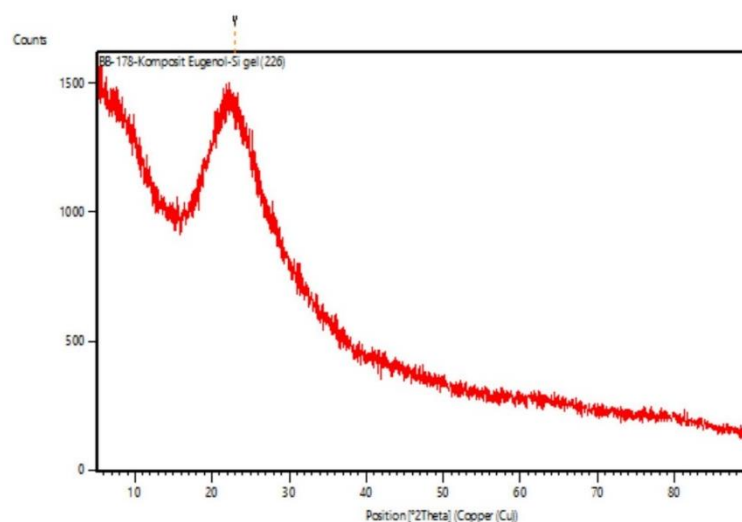


Gambar 11. Gabungan Spektrum FTIR Komposit dan Silika Gel Standar

Dari kedua spektrum FTIR dapat disimpulkan bahwa komposit berhasil disintesis karena menunjukkan adanya gugus silanol dan siloksan yang merupakan gugus utama pada silika gel. Pada spektrum FTIR komposit juga terdapat gugus aromatik karena komposit mengandung senyawa aromatik eugenol.

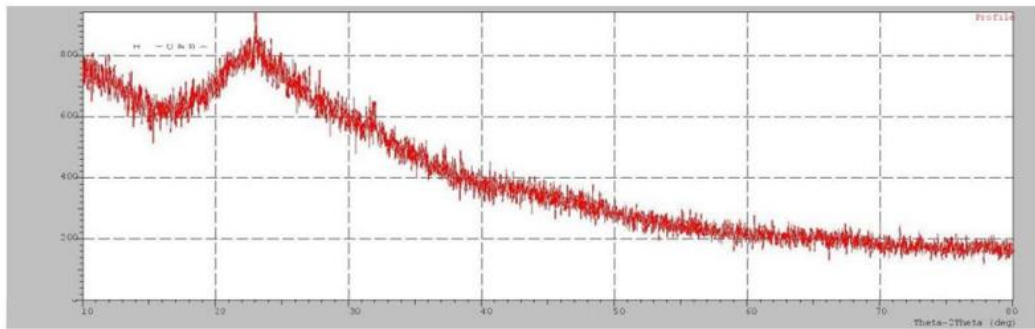
4.2.2 Analisis Kristalinitas Komposit Eugenol – Silika Gel

Analisis kristalinitas komposit eugenol-silika gel dilakukan dengan menggunakan X-Ray Diffraction (XRD). Instrumen XRD yang digunakan yaitu Panalytical Empyrean yang berada di Laboratorium Uji Material Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN), Serpong. Gambar 11. menunjukkan difraktogram XRD dari komposit Eugenol-Silika Gel yang dihasilkan.



Gambar 12. Difraktogram XRD Komposit Eugenol-Silika Gel

Berdasarkan difraktogram XRD yang dihasilkan, diketahui komposit memiliki struktur amorf terlihat dari ciri-ciri grafik yang dihasilkan memiliki daerah difraksi yang lebar dan puncak difraksi sebesar 22° (Javed *et al.*, 2011). Senyawa amorf memiliki ciri-ciri yaitu difraksi yang melebar dan $2\theta = 20^\circ - 27^\circ$ (Kalapathy *et al.* 2000).



Gambar 13. Difraktogram XRD Kiesel Gel 60G (Hidayat, 2015)

Untuk silika gel standar Kiesel Gel 60G juga menunjukkan difraktogram XRD (Gambar 13) dengan struktur amorf, dilihat dari ciri-ciri difraktogram yang sama seperti difraktogram XRD komposit eugenol-silika gel, yaitu menghasilkan daerah difraksi yang lebar dengan puncak difraksi sebesar 23° . Hal ini menunjukkan bahwa dengan penambahan eugenol sebagai modifikator tidak mengubah struktur silika gel yang berstruktur amorf.

4.2.2 Penentuan Kadar Air Komposit Eugenol-Silika Gel

Komposit eugenol-silika gel yang telah dihasilkan selanjutnya dilakukan analisis kadar air untuk mengetahui kandungan air yang dilepaskan oleh komposit selama pemanasan pada temperatur 120°C dan 600°C . Terdapat dua jenis air pada silika gel, yaitu air yang teradsorpsi secara fisika dan air hasil reaksi kondensasi gugus silanol pada permukaan silika gel. Pelepasan air yang teradsorpsi secara fisika atau terikat secara lemah akibat pemanasan pada temperatur 120°C . Sedangkan, pelepasan air hasil kondensasi gugus silanol menjadi gugus siloksan dilakukan dengan pemanasan pada 600°C (Solikha, dkk., 2010).

Analisis kadar air dilakukan dengan menimbang sebanyak 0,1 gram komposit lalu dipanaskan dalam oven dengan suhu 100°C selama empat jam, kemudian didinginkan dan ditimbang. Selanjutnya komposit dipijarkan dalam *muffle furnace* dengan suhu 600°C selama dua jam, didinginkan dan ditimbang. Kadar air diperoleh dengan menghitung selisih berat komposit sebelum pemijaran dan setelah pemijaran, lalu dibagi dengan berat awal dan dikali 100%. Diperoleh kadar air dalam komposit eugenol-silika gel sebesar 6,6% (Lampiran 4).

Berdasarkan penelitian Hidayat (2015), silika gel standar berupa Kiesel Gel 60G memiliki kadar air sebesar 13,664%. Hal ini menunjukkan bahwa komposit eugenol-silika gel memiliki kadar air yang lebih rendah dibandingkan dengan silika gel standar.

Hasil analisis kadar air ini juga dapat digunakan untuk menentukan rumus kimia silika gel dengan asumsi bahwa silika hanya terdiri dari SiO_2 dan H_2O . Rumus kimia untuk silika gel pada komposit adalah $\text{SiO}_2 \cdot 0,2357 \text{H}_2\text{O}$, sedangkan untuk silika gel standar adalah $\text{SiO}_2 \cdot 0,5277 \text{H}_2\text{O}$.

4.3 Analisis Daya Serap Air oleh Komposit Eugenol-Silika Gel

Analisis daya serap air bertujuan untuk mengetahui kemampuan daya serap air oleh komposit eugenol-silika gel. Analisis dilakukan dengan cara mengalirkan uap air yang dihasilkan dengan memanaskan air di labu büchner ke dalam desikator yang sudah terdapat 0,5 gram komposit dengan variasi waktu 30, 45, dan 60 menit. Kemudian, dihitung selisih massa komposit sebelum dan sesudah dialirkan uap air. Hasil daya serap air oleh komposit pada variasi waktu 30 menit sebesar 0,0099 gram/ml, variasi waktu 45 menit sebesar 0,0148 gram/ml, dan variasi waktu 60 menit sebesar 0,0199 gram/ml (Lampiran 7).

Daya serap air oleh komposit eugenol-silika gel selanjutnya dibandingkan dengan daya serap air oleh silika gel *food grade*. Silika gel *food grade* diberi perlakuan yang sama seperti analisis pada komposit. Hasil daya serap air oleh silika gel *food grade* pada variasi waktu 30 menit sebesar 0,0058 gram/ml, variasi waktu 45 menit sebesar 0,0088 gram/ml, dan variasi waktu 60 menit sebesar 0,0117 gram/ml (Lampiran 7).

Tabel 4. Hasil Daya Serap Air Komposit dan Silika Gel *Food Grade*

Waktu (menit)	Daya Serap Air (gram/ml)		Presentase Perbandingan Komposit dengan Silika Gel <i>Food Grade</i> (%)
	Komposit	Silika Gel <i>Food Grade</i>	
30	0,0099	0,0058	70,69
45	0,0148	0,0088	68,18
60	0,0199	0,0117	70,06

Dari hasil ini diketahui bahwa daya serap air oleh komposit eugenol-silika gel lebih tinggi 68–70% dibandingkan dengan daya serap air oleh silika gel *food grade*. Hal ini disebabkan adanya modifikasi gugus pada komposit membuat strukturnya berbeda dengan silika gel *food grade*, sehingga pori-pori pada komposit meningkat. Pada penelitian Saliba (2016) menunjukkan daya serap terhadap air bergantung pada banyaknya gugus silanol, porositas, juga gugus termodifikasi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Komposit eugenol-silika gel berhasil disintesis, diketahui dari hasil FTIR yang menunjukkan adanya perbedaan daerah *finger print* dengan hasil FTIR silika gel standar. Pada hasil FTIR komposit juga menunjukkan adanya gugus aromatik (C=C).
2. Dari hasil analisis dengan XRD, komposit eugenol-silika gel memiliki struktur amorf atau susunan partikelnya tidak beraturan.
3. Komposit eugenol-silika gel memiliki kadar air sebesar 6,6% dan rumus struktur silika gel adalah $\text{SiO}_2 \cdot 0,2357 \text{H}_2\text{O}$.
4. Daya serap air oleh komposit lebih tinggi 68-70% dibandingkan dengan daya serap air silika gel *food grade*.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka penulis dapat memberi saran, yaitu:

1. Melakukan optimasi lebih lanjut terhadap sintesis eugenol-silika gel.
2. Melakukan penelitian lebih lanjut dengan variasi kadar eugenol pada komposit.
3. Melakukan penelitian lebih lanjut dengan variasi waktu penyerapan terhadap air.
4. Melakukan karakterisasi lebih lanjut seperti ukuran partikel dan luas permukaan komposit.
5. Melakukan penelitian tentang daya adsorpsi komposit terhadap logam juga sifat antibakterinya.

DAFTAR PUSTAKA

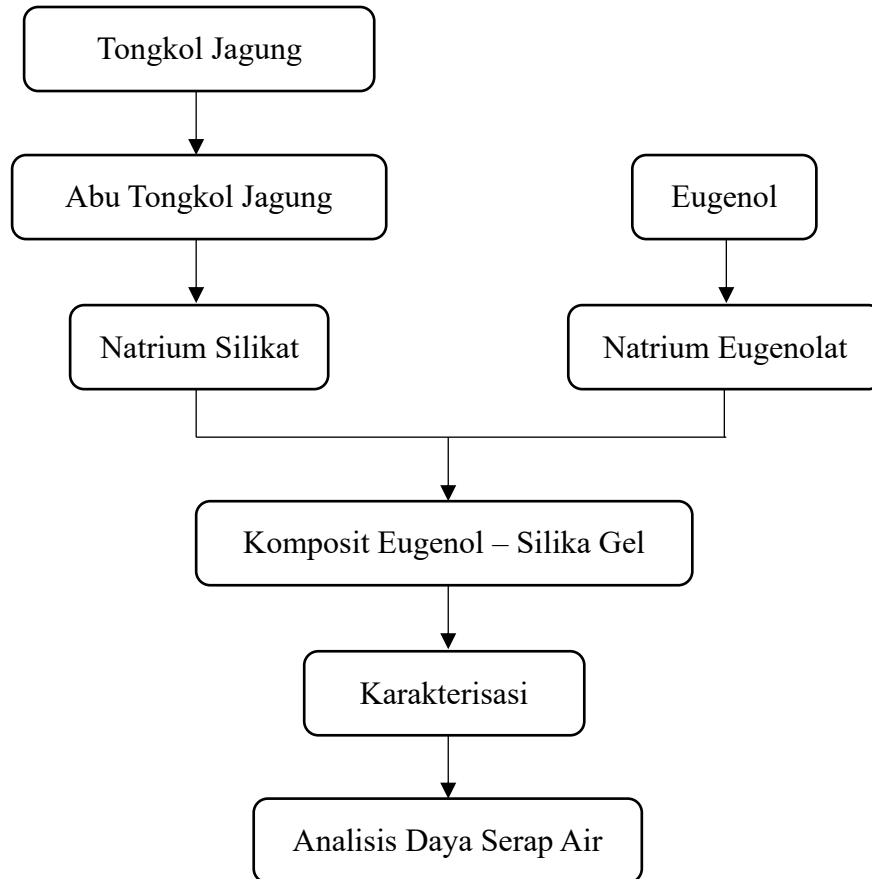
- Anukam, Anthony I., dkk. 2017. Studies on Characterization of Corn Cob for Application in a Gasification Process for Energy Production. *Journal of Chemistry*: 1-9.
- Barkow, G., Gabbay, J. 2005. Copper as a Biocidal Tool, *Curr. Med. Chem.*, 12: 2163-2175.
- Berger, Stefan & Dieter Sicker. 2009. *Classics in Spectroscopy*. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Billah, A. H. M. Areef. 2016. *Investigation of Multiferroic and Photocatalytic Properties of Li Doped BiFeO₃ Nanoparticles Prepared by Ultrasonication*. Departement of Physics, Bangladesh University of Engineering.
- Fernandez, B. R. 2011. *Sintesis Nanopartikel*. Padang: Universitas Andalas.
- Freires, Irlan Almeida, *et al.* 2015. Antibacterial Activity of Essential Oils and Their Isolated Constituents against Cariogenic Bacteria: A Systematic Review. *Molecules*, 20: 7329-7358.
- Hidayat, Fajar Dwi. 2015. *Sintesis Silika Gel dari Abu Tongkol Jagung dan Uji Sifat Adsorptifnya terhadap Ion Logam Tembaga (II)*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pakuan: Bogor.
- Iryani, Ani, Moh. Mualliful Ilmi, Djoko Hartanto. 2017. Adsorption study of congo red dye with ZSM-5 directly synthesized from bangka kaolin without organic template. *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 13 (4): 832-839.
- Javed, S. H., Anam S. Umair A., Tajwar S. Precipitated Silica from Wheat Husk. *Journal of Pakistan Institute of Chemical Engineers*, 39: 51-54.
- Kalapathy, U., A. Proctor and J. Shultz. 2000. A Simple Method For Production of Pure Silica From Rice Hull Ash. *Bioresource Technology*, 73: 257-262.
- Kumar, Dipesh, Bhaskar Singh, Kuldeep Bauddh, John Korstad. 2015. Bio-oil and Biodiesel as Biofuels Derived from Microalgal Oil and Their Characterization by Using Instrumental Techniques. *Developments in Applied Physiology*, 7: 1-24.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2019. *Produksi dan Kualitas Jagung Indonesia Tidak Kalah Saing dengan Impor*. <https://www.pertanian.go.id/home/?show=news&act=view&id=3934>. Diakses pada 20 Juli 2020.

- M. F. Zawrah, A.A. El-Kheshen and H. M. Abd-ElAali. 2009. Facile and economic synthesis of silica nanoparticles. *Journal of Ovonic Research*, 5(5): 129-133.
- Marchese, Anna, Ramona Barbieri, Erika Coppo, Ilkay Erdogan Orhan, Maria Daglia, Seyed Fazel Nabavi, Morteza Izadi, Mohammad Abdollahi, Seyed Mohammad Nabavi & Marjan Ajami. 2017. Antimicrobial Activity of Eugenol and Essential Oils Containing Eugenol: A Mechanistic Viewpoint. *Critical Reviews in Microbiology*. DOI: 10.1080/1040841X.2017.1295225.
- Muchlisyyah, Jhauharotul, Rosalina A. L, Widya D. R. P. 2017. *Kimia Fisik Pangan*. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Muhadjir, F. 1988. *Karakteristik Tanaman Jagung*. In *Jagung*. Bogor: Central Research Institute for Food Crops (CRIFC).
- Mujedu, K. A., S. A. Adebara, I. O. Lamidi. 2014. The Use of Corn Ash and Saw Dust Ash as Cement Replacement in Concrete Works. *The International Journal of Engineering and Sciences (IJES)*, 3(4): 22-28.
- Okoronkwo, E. A., P. E. Imoisili, S. O. O. Olusule. 2013 Extraction and Characterization of Amorphous Silica from Corn Cob Ash by Sol-Gel Method. *Chemistry and Materials Research*, 3(4): 68-72.
- Oscik, J. 1982. *Adsorption*. New York: John Wiley & Sons.
- P. K. Jal, S. Patel & B. K. Mishra. 2004. Chemical Modification of Silica Surface by Immobilization of Functional Group for Extractive Concentrations of Metal Ions. *Talanta*, 62.
- Paveena, L., A. Vittaya, S. Supapan and M. Santi. 2010. Characterization and Magnetic Properties of Nanocrystalline CuFe_2O_4 , NiFe_2O_4 , and ZnFe_2O_4 Powders Prepared by Aloe Vera Extract Solution. *Current Applied Physics*, 11, 101-108.
- Pratomo, Ilham, Sri Wardhani, Danar Purwonugroho. 2013. *Pengaruh Teknik Ekstraksi dan Konsentrasi HCl dalam Ekstraksi Silika dari Sekam Padi Untuk Sintesis Silika Xerogel*. Vol. 2 No. 1 pp 358-364. Universitas Brawijaya: Malang.
- Putri, Widya Dwi Rukmi & Kiki Fibrianto. 2018. *Rempah untuk Pangan dan Kesehatan*. Malang: UB Press.
- Rosemary, M.J., MacLaren, I., Pradeep, T., 2006, Investigations of The Antibacterial Properties of Ciprofloxacin@ SiO_2 , *Langmuir*, 22: 10125-10129.
- Rukmana, Rahmat. 1997. *Usaha Tani Jagung*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Saliba, S, *et al.* 2016. Combined influence of pore size distribution and surface hydrophilicity on the water adsorption characteristics of micro-and mesoporous silica. *Micropor. Mesopor. Mat.*, 226: 221–228.

- Sari, Mayang. 2011. *Identifikasi Protein Menggunakan Fouries Transform Infrared (FTIR)*. Universitas Indonesia.
- Smith, Brian C. 1996. *Fundamentals of Fourier Transform Infrared Spectroscopy*. Florida: CRC Pess LLC.
- Solikha, Ismiati, dkk. 2010. Sintesis dan Karakterisasi Silika Gel dari Limbah Abu Sekam Padi (*Oryza sativa*) dengan Variasi Konsentrasi Pengasaman. *Jurnal Penelitian Mahasiswa UNY*, 5(2): 1-13.
- Sulastri, Siti & Susila Kristianingrum. 2010. Berbagai Macam Senyawa Silika: Sintesis, Karakterisasi dan Pemanfaatan. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian Pendidikan dan Penerapan MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta*: 211-216.
- Trisunaryanti, Wega. 2018. *Material Katalis dan Karakternya*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Umiyah, U. & E. Wina. 2008. Pengolahan dan Nilai Nutrisi Limbah Tanaman Jagung sebagai Pakan Ternak Ruminansia. *Buletin Ilmu Peternakan Indonesia*, 18(3): 127-136.
- Vanit, S. P. Suppakul & T. Jinkarn. 2010. Antimicrobial Effects of Coating Solution Containing Clove Oil and Hydrophobic Starch for Coating Paper Board. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*, 3(2): 204-212.
- Wibisono, Yusuf. 2017. *Biomaterial dan Bioproduk*. Malang: UB Press.
- Yuliani, Ratna, Muhammad Nur Prasetyo, Sternatami Liberitera. 2018. Aktivitas Antibakteri Beberapa Ekstrak Tanaman terhadap Escherichia coli Resisten Antibiotik. *The 8th University Research Colloquium 2018 Universitas Muhammadiyah Purwokerto*: 80-87.

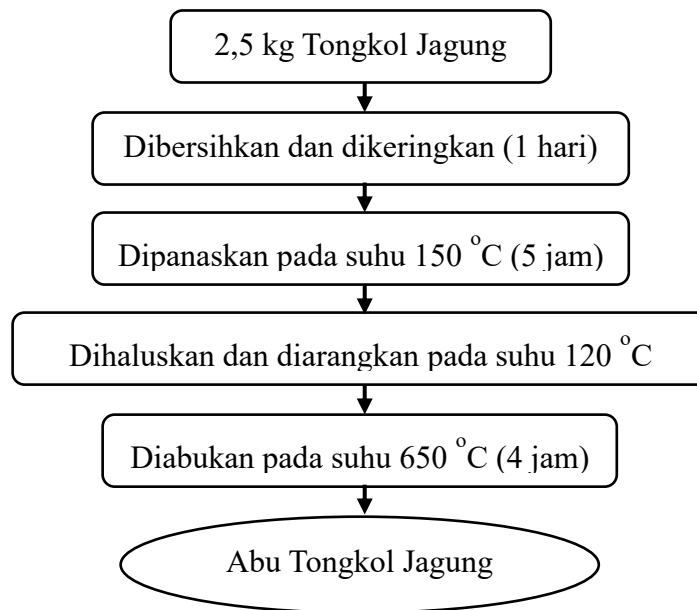
LAMPIRAN

Lampiran 1. Bagan Alir Umum Penelitian

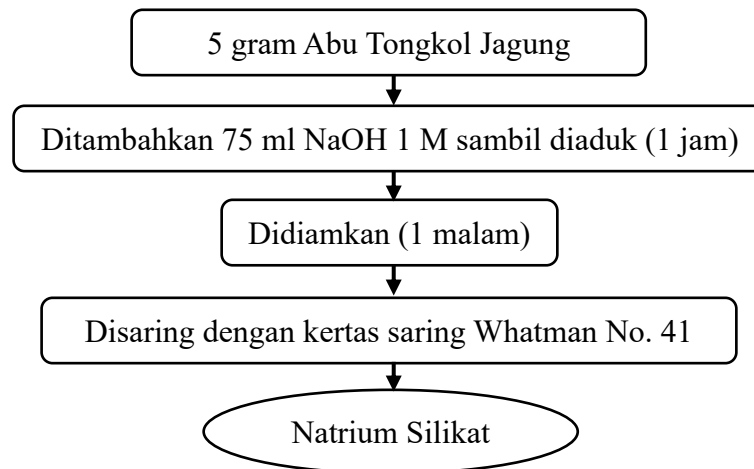


Lampiran 2. Bagan Alir Prosedur Kerja

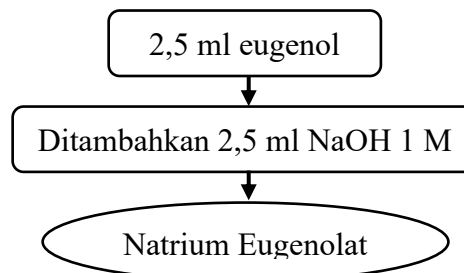
1. Preparasi Abu Tongkol Jagung



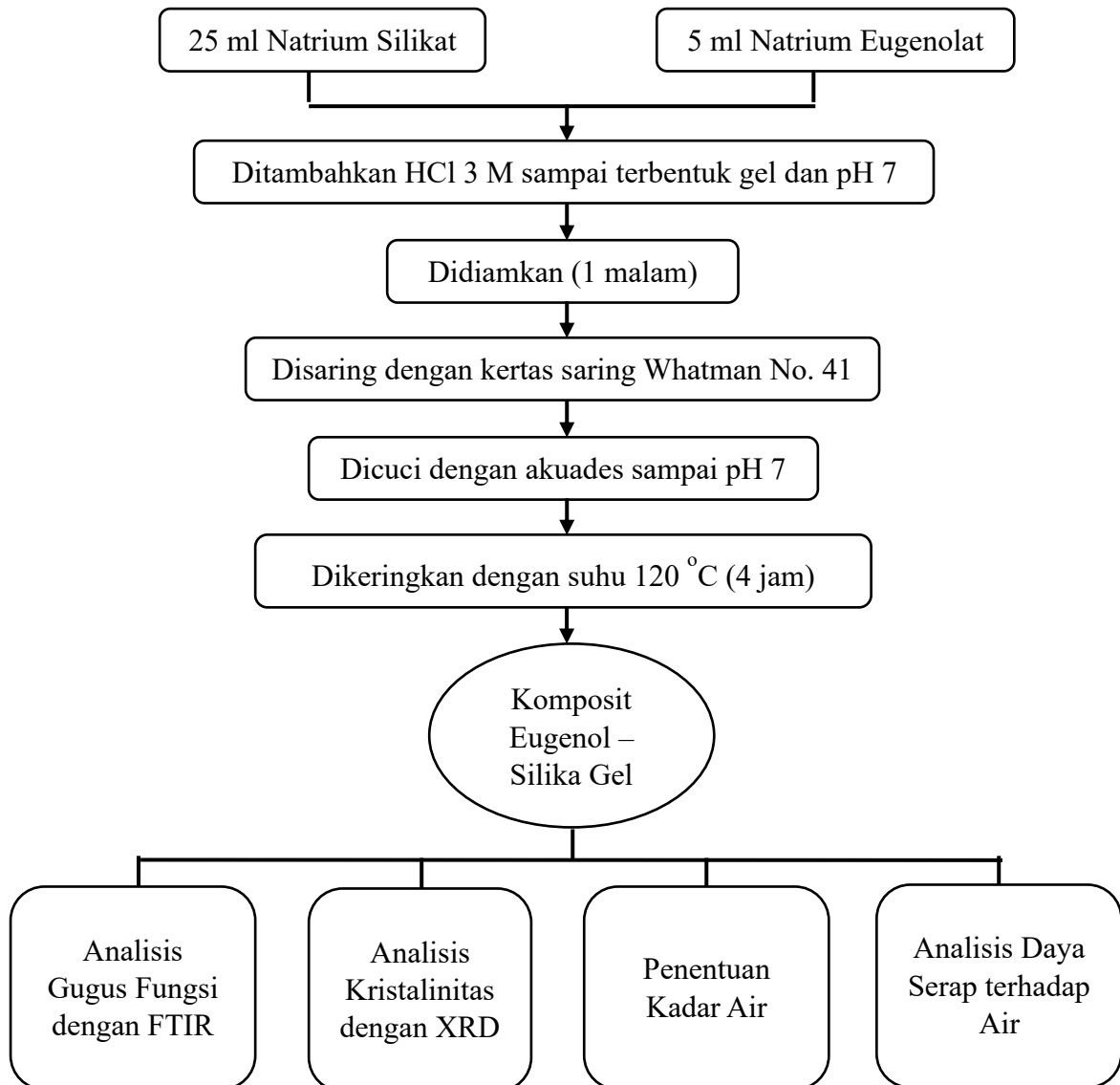
2. Pembuatan Natrium Silikat



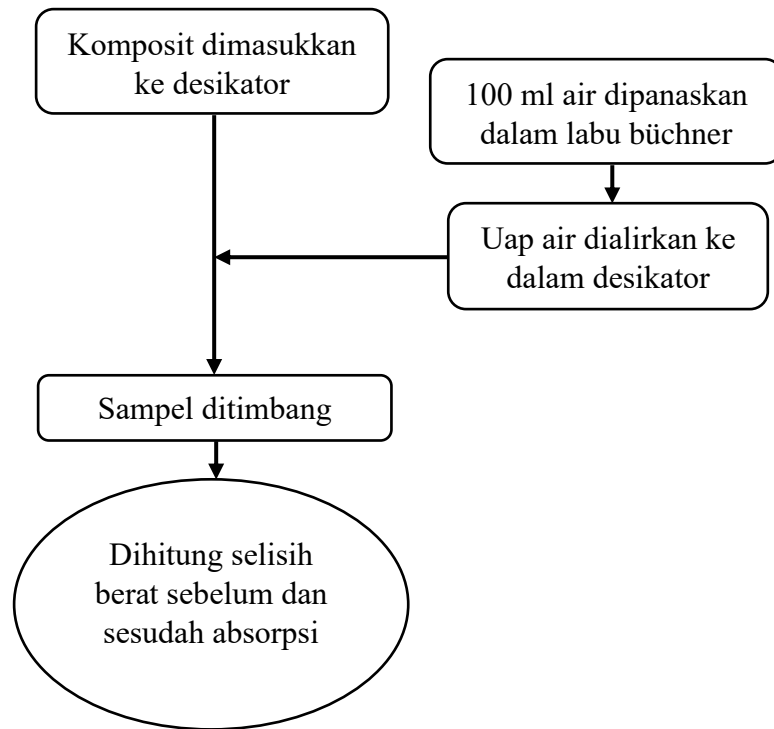
3. Pembuatan Natrium Eugenolat



4. Pembuatan dan Karakterisasi Komposit Eugenol – Silika Gel



5. Analisis Daya Serap Air oleh Komposit Eugenol – Silika Gel



Lampiran 3. Perhitungan Jumlah Abu Tongkol Jagung

Bobot tongkol jagung basah = 2560 gram

Bobot arang tongkol jagung = 126,4086 gram

Bobot abu tongkol jagung = 17,0941 gram

$$\begin{aligned} \text{Presentase arang yang dihasilkan} &= \frac{\text{bobot arang tongkol jagung}}{\text{bobot tongkol jagung basah}} \times 100\% \\ &= \frac{126,4086 \text{ gram}}{2560 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 4,94\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Presentase abu yang dihasilkan} &= \frac{\text{bobot abu tongkol jagung}}{\text{bobot arang jagung basah}} \times 100\% \\ &= \frac{17,0941 \text{ gram}}{126,4086 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 13,52\% \end{aligned}$$

Lampiran 4. Perhitungan Kadar Air Komposit Eugenol-Silika Gel

Bobot awal komposit = 0,1004 gram

Bobot cawan kosong = 28,7573 gram

Bobot setelah pemanasan = 28,8116 gram

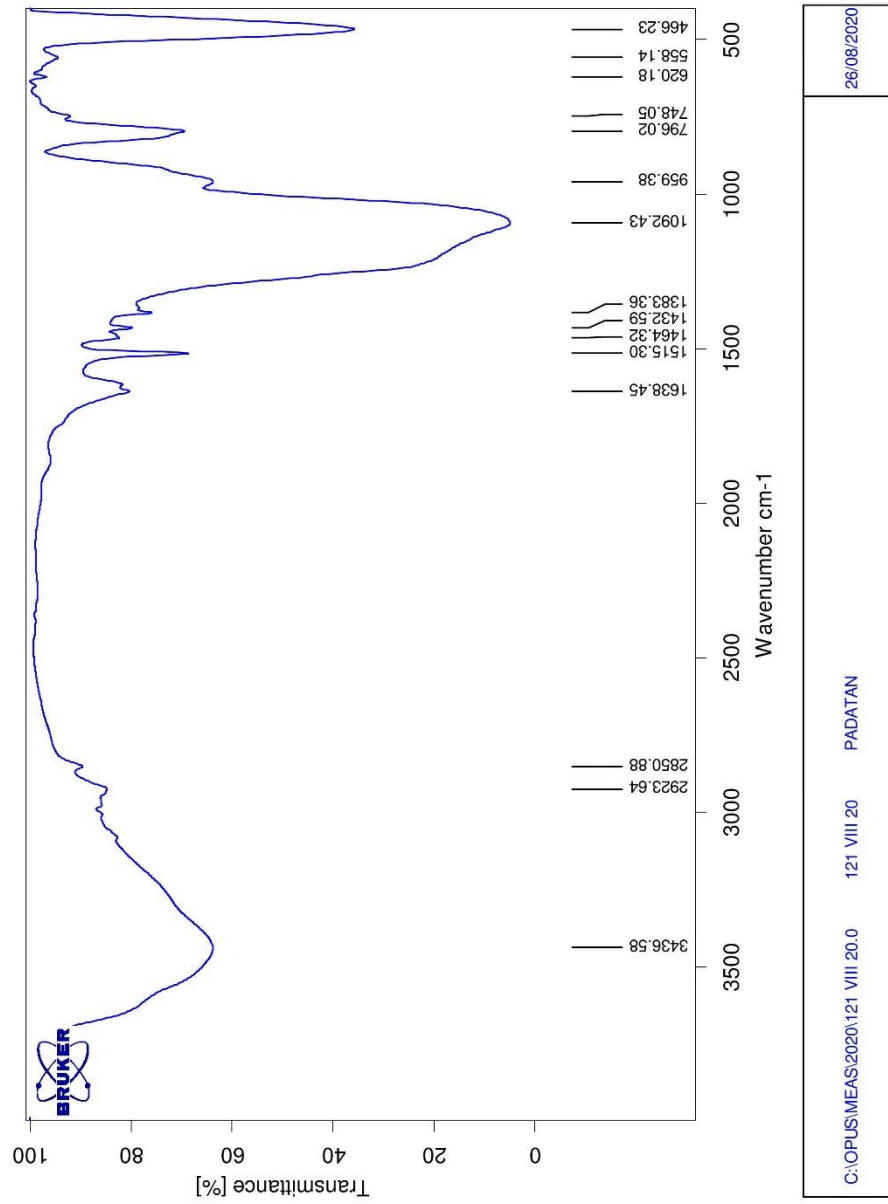
Bobot setelah pemijaran = 28,8050 gram

$$\begin{aligned} \text{Kadar Air Komposit} &= \frac{\text{bobot setelah pemanasan} - \text{bobot setelah pemijaran}}{\text{bobot awal komposit}} \times 100\% \\ &= \frac{(28,8116 - 28,7573) - (28,8050 - 28,7573) \text{ gram}}{0,1004 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= \frac{0,0543 - 0,0477 \text{ gram}}{0,1004 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 6,6\% \end{aligned}$$

Rumus kimia $\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$

$$\begin{aligned} X &= \frac{\%H_2O}{18,0153} \times \frac{60,0828}{\%SiO_2} \\ &= \frac{6,6}{18,0153} \times \frac{60,0828}{93,4} \\ &= 0,2357 \end{aligned}$$

Lampiran 5. Hasil Uji FTIR Komposit Eugenol-Silika Gel



26/08/2020

C:\OPUS\MEAS\2020\121 VIII 20.0 121 VIII 20 PADATAN

Lampiran 6. Hasil Uji XRD Komposit Eugenol-Silika Gel

FM 002/SOP 013.02/KN 09.06/SBM

	<p>LABORATORIUM UJI MATERIAL PUSAT SAINS DAN TEKNOLOGI BAHAN MAJU BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL Kawasan Puspiptek, Serpong, Gedung 43 Telp. 021 7560922, Fax. 021 7560926, Email: pstbm@batan.go.id</p>
---	---

SERTIFIKAT HASIL UJI *Certificate of Test Result*

No. Sertifikat
Certificate No. : 226/05/SHU/IX/2020

Nama Pelanggan
Name of Customer : Restu Dewinta Maharani

Alamat
Address : Universitas Pakuan
Jl. Dramaga Bogor

Jenis pengujian
Type of test : Pengambilan data Diffraksi Sinar-X
X-rays diffraction measurement.

Tanggal Penerimaan
Date Received : 16 September 2020
09.16.2020

Jumlah sampel
Number of Sample : 1 (satu) sampel
1 (one) samples

Metoda
Method : SOP 008.03/KN 09 06/SBM 2

Sertifikat ini terdiri atas 2 halaman
This certificate comprises of 2 pages

Diterbitkan tanggal 23 September 2020
Date of issue 09.23.2020


 Kepala Bidang Sains Bahan Maju,
Head of Manager
 Dr. Abu Khalid Rivai, M.Eng

Hal 1 dari 2
Page 1 of 2

Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk bahan uji yang diujikan dan dilarang keras menggandakan sertifikat ini kecuali dengan persetujuan tertulis dari LUM-PSTBM.

The result of this test only valid for the tested material(s) and duplication of this certificate is strictly prohibited except with the prior approval in writing from LUM-PSTBM.



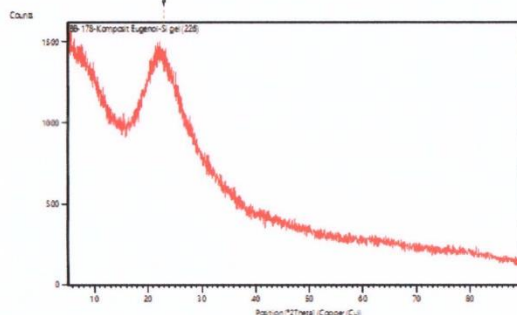
No. Sertifikat : 226/05/SHU/IX/2020
 Certificate Number

Hal 2 dari 2
 Page 2 of 2

Tanggal Pengujian : 17 September 2020
 Date of issue : 09.17.2020

LAPORAN HASIL UJI
TEST RESULT REPORT

Graphics Komposit Eugenol-Si gel



Peak List

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHMLeft [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
23.00 (3)	510 (67)	10 (1)	3.86303	100.00
23.06 (3)	255 (67)	10 (1)	3.86303	50.00

Tangerang Selatan, 17 September 2020
 Penyelia

(Signature)
 Drs. Bambang Sugeng
 NIP. 19630122 198510 1 001

Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk bahan uji yang diujikan dan dilarang keras menggandakan sertifikat ini kecuali dengan persetujuan tertulis dari LUM-PSTBM.

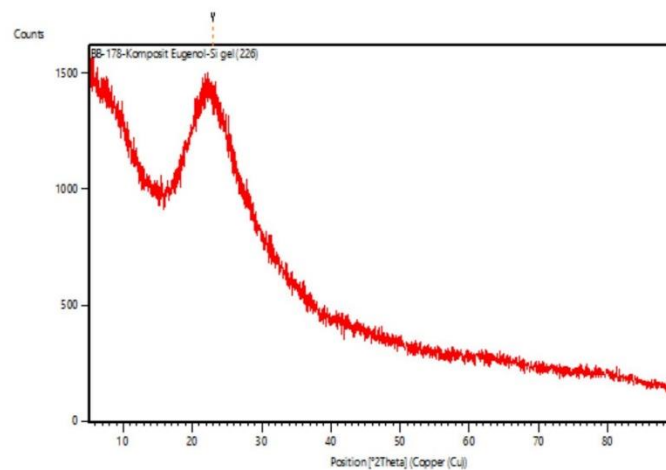
The result of this test only valid for the tested material(s) and duplication of this certificate is strictly prohibited except with the prior approval in writing from LUM-PSTBM.

Anchor Scan Parameters

Dataset Name: BB-178-Komposit Eugenol-Si gel (226)
 File name: D:\XRD DATA\17 Sept 20\BB-178-Komposit Eugenol-Si gel (226).xrdml
 Comment: Configuration=Stage for flat samples, Owner=User-1, Creation date=11/19/2013 1:45:18 PM
 Goniometer=Theta/Theta; Minimum step size 2Theta:0.0001; Minimum step size Omega:0.0001
 Sample stage=Stage for flat samples/holders
 Diffractometer system=EMPYREAN
 Measurement program=C:\PANalytical\Data Collector\Programs\0-Pengukuran default.xrdmp, Identifier={2A89328B-A89E-4046-A48C-A6CD7CB17BB8}
 9/17/2020 11:08:00 AM
 Measurement Date / Time:
 Operator: BATAN
 Raw Data Origin: XRD measurement (*.XRDML)
 Scan Axis: Gonio
 Start Position [$^{\circ}2\theta$.]: 5.0077
 End Position [$^{\circ}2\theta$.]: 89.9757
 Step Size [$^{\circ}2\theta$.]: 0.0260
 Scan Step Time [s]: 22.4400
 Scan Type: Continuous
 PSD Mode: Scanning
 PSD Length [$^{\circ}2\theta$.]: 3.35
 Offset [$^{\circ}2\theta$.]: 0.0000
 Divergence Slit Type: Fixed
 Divergence Slit Size [$^{\circ}$]: 0.4354
 Specimen Length [mm]: 10.00
 Measurement Temperature [$^{\circ}C$]: 25.00
 Anode Material: Cu
 K-Alpha1 [Å]: 1.54060
 K-Alpha2 [Å]: 1.54443
 K-Beta [Å]: 1.39225
 K-A2 / K-A1 Ratio: 0.50000
 Generator Settings: 30 mA, 40 kV
 Diffractometer Type: 0000000011150754
 Diffractometer Number: 0
 Goniometer Radius [mm]: 240.00
 Dist. Focus-Diverg. Slit [mm]: 100.00
 Incident Beam Monochromator: No
 Spinning: No

Peak List

Pos. [$^{\circ}2\theta$.]	Height [cts]	FWHMLeft [$^{\circ}2\theta$.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
23.00(3)	510(67)	10(1)	3.86303	100.00
23.06(3)	255(67)	10(1)	3.86303	50.00

Graphics

Lampiran 7. Perhitungan Daya Serap Air Kompost Eugenol-Silika Gel

- Komposit Eugenol-Silika Gel (30 menit)

Bobot awal	= 0,5006 gram
Bobot setelah absorpsi	= 1,5004 gram
Daya serap air	= $\frac{\text{bobot setelah absorpsi} - \text{bobot awal}}{100 \text{ ml}}$
	= $\frac{1,5004 - 0,5006 \text{ gram}}{100 \text{ ml}}$
	= 0,0099 gram/ml

- Komposit Eugenol-Silika Gel (45 menit)

Bobot awal	= 0,5020 gram
Bobot setelah absorpsi	= 1,9907 gram
Daya serap air	= $\frac{\text{bobot setelah absorpsi} - \text{bobot awal}}{100 \text{ ml}}$
	= $\frac{1,9907 - 0,5020 \text{ gram}}{100 \text{ ml}}$
	= 0,0148 gram

- Komposit Eugenol-Silika Gel (60 menit)

Bobot awal	= 0,5006 gram
Bobot setelah absorpsi	= 2,4998 gram
Daya serap air	= $\frac{\text{bobot setelah absorpsi} - \text{bobot awal}}{100 \text{ ml}}$
	= $\frac{2,4998 - 0,5006 \text{ gram}}{100 \text{ ml}}$
	= 0,0199 gram

- Silika Gel *Food Grade* (30 menit)

Bobot awal	= 0,5042 gram
Bobot setelah absorpsi	= 1,0930 gram
Daya serap air	= $\frac{\text{bobot setelah absorpsi} - \text{bobot awal}}{100 \text{ ml}}$
	= $\frac{1,0930 - 0,5042 \text{ gram}}{100 \text{ ml}}$
	= 0,0058 gram

- Silika Gel *Food Grade* (45 menit)

Bobot awal	= 0,5065 gram
Bobot setelah absorpsi	= 1,3902 gram

- Daya serap air $= \frac{\text{bobot setelah absorpsi} - \text{bobot awal}}{100 \text{ ml}}$
 $= \frac{1,3902 - 0,5065 \text{ gram}}{100 \text{ ml}}$
 $= 0,0088 \text{ gram}$
- Silika Gel *Food Grade* (60 menit)

Bobot awal $= 0,5032 \text{ gram}$
 Bobot setelah absorpsi $= 1,6808 \text{ gram}$
 Daya serap air $= \frac{\text{bobot setelah absorpsi} - \text{bobot awal}}{100 \text{ ml}}$
 $= \frac{1,6808 - 0,5032 \text{ gram}}{100 \text{ ml}}$
 $= 0,0117 \text{ gram}$
 - Presentase Perbandingan Komposit dengan SG *Food Grade* (30 menit)

Komposit eugenol-silika gel $= 0,0099 \text{ gram/ml}$
 Silika gel *food grade* $= 0,0058 \text{ gram}$
 Presentase $= \frac{\text{Komposit} - \text{Silika gel food grade}}{\text{Silika gel food grade}} \times 100\%$
 $= \frac{0,0099 - 0,0058}{0,0058} \times 100\%$
 $= 70,69\%$
 - Presentase Perbandingan Komposit dengan SG *Food Grade* (45 menit)

Komposit eugenol-silika gel $= 0,0148 \text{ gram/ml}$
 Silika gel *food grade* $= 0,0088 \text{ gram/ml}$
 Presentase $= \frac{\text{Komposit} - \text{Silika gel food grade}}{\text{Silika gel food grade}} \times 100\%$
 $= \frac{0,0148 - 0,0088}{0,0088} \times 100\%$
 $= 68,18\%$
 - Presentase Perbandingan Komposit dengan SG *Food Grade* (60 menit)

Komposit eugenol-silika gel $= 0,0199 \text{ gram/ml}$
 Silika gel *food grade* $= 0,0117 \text{ gram/ml}$
 Presentase $= \frac{\text{Komposit} - \text{Silika gel food grade}}{\text{Silika gel food grade}} \times 100\%$
 $= \frac{0,0199 - 0,0117}{0,0117} \times 100\%$
 $= 70,09\%$

Lampiran 8. Dokumentasi Penelitian



Pengeringan tongkol jagung dengan matahari



Pengeringan tongkol jagung dengan oven



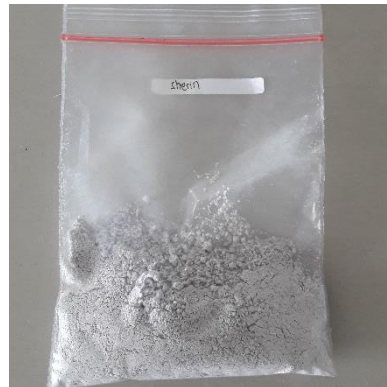
Tongkol jagung kering yang sudah dihaluskan



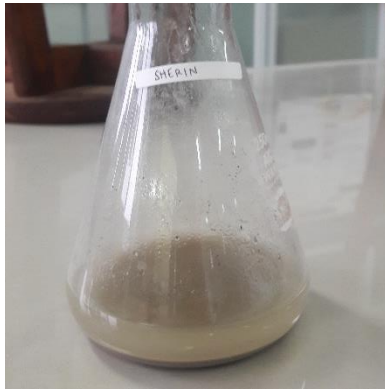
Pengarangan tongkol jagung



Pengabuan tongkol jagung



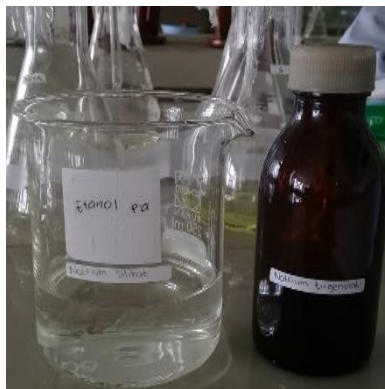
Abu tongkol jagung



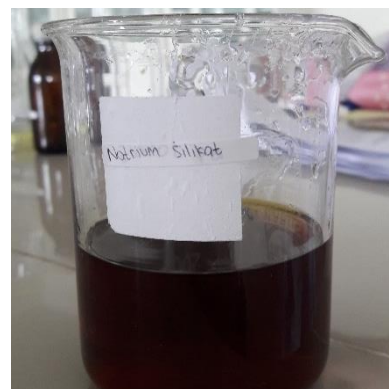
Natrium silikat sebelum penyaringan



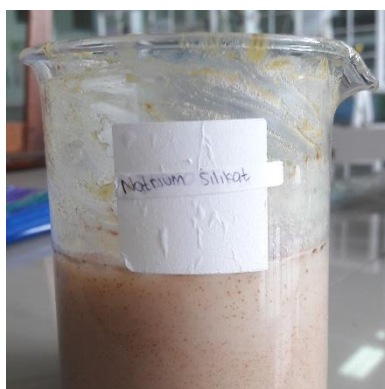
Natrium silikat setelah penyaringan



Natrium silikat dan Natrium eugenolat



Natrium silikat ditambahkan natrium eugenolat



Setelah ditambahkan H_2SO_4 sampai pH 7



Pengecekan pH larutan



Proses penyaringan larutan komposit



Komposit eugenol-silika gel



Silika gel *food grade*



Proses daya serap air komposit eugenol-silika gel



Proses daya serap air silika gel *food grade*

RIWAYAT HIDUP



SHERIN NURHAFIDZA AHMAD, dilahirkan di Bogor pada tanggal 17 Juli 1999. Anak pertama dari pasangan Bapak Ir. Ahmad Taufik dan Ibu Siti Ruhyeni. Mulai memasuki pendidikan formal pada tahun 2006 di SDIT At-Taufiq Bogor, melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 4 Bogor, lulus tahun 2014. Kemudian melanjutkan pendidikan menengah umum di SMA Negeri 9 Bogor. Pada tahun 2017 melanjutkan pendidikan di Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pakuan Bogor.

Pada masa pendidikannya, penulis melakukan penelitian **“Sintesis dan Karakterisasi Komposit Eugenol-Silika Gel dari Abu Tongkol Jagung serta Analisis Daya Serap terhadap Air”** di Laboratorium FMIPA Universitas Pakuan dengan di bawah bimbingan Ibu Dr. Ani Iryani, M.Si dan Bapak Fathurrahman, S.Pd, M.Si.

Data Pribadi Penulis:

Nama : Sherin Nurhafidza Ahmad
Alamat : Kp. Babakan Kemang RT 01 RW 04, Desa Cihideung Udik
Kecamatan Ciampea, Kabupaten Bogor (16620)
No. Handphone : 08998276968
E-mail : sherinurhafidza@gmail.com