

LAPORAN TUGAS AKHIR

**UJI EFEKTIVITAS MATERIAL GRAPHITE OXIDE (GO)
TERMODIFIKASI ASAM ASETAT SEBAGAI ANTIMIKROBA DENGAN
METODE DIFUSI**

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh
derajat Ahli Madya Sains (A.Md.Si) Analisis Kimia
Program Studi DIII Analisis Kimia**



**Disusun oleh:
Aprilia Indah Noviyanti
NIM: 17231040**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III ANALISIS KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2021

LAPORAN TUGAS AKHIR

**UJI EFEKTIVITAS MATERIAL GRAPHITE OXIDE (GO)
TERMODIFIKASI ASAM ASETAT SEBAGAI ANTIMIKROBA DENGAN
METODE DIFUSI**

**THE EFFECTIVENESS TEST OF GRAPHITE OXIDE MODIFIED
ACETIC ACID AS AN ANTIMICROBIAL BY DIFFUSION METHOD**



**Disusun oleh:
Aprilia Indah Noviyanti
NIM: 17231040**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III ANALISIS KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2021

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

**UJI EFEKTIVITAS MATERIAL GRAPHITE OXIDE (GO)
TERMODIFIKASI ASAM ASETAT SEBAGAI ANTIMIKROBA DENGAN
METODE DIFUSI**

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Aprilia Indah Noviyanti

NIM: 17231040

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir
Program Studi D III Analisis Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia
pada tanggal 4 Maret 2021

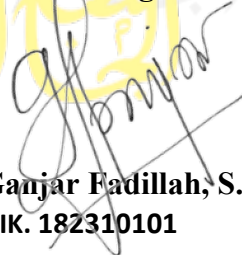
Menyetujui,

Ketua Program Studi



**Tri Esti Purbaningtias, S.Si., M.Si.
NIK. 132311102**

Pembimbing



**Ganjar Fadillah, S.Si., M.Si.
NIK. 182310101**

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

**UJI EFEKTIVITAS MATERIAL GRAPHITE OXIDE (GO)
TERMODIFIKASI ASAM ASETAT SEBAGAI ANTIMIKROBA DENGAN
METODE DIFUSI**

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Aprilia Indah Noviyanti

NIM: 17231040

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada tanggal 4 Maret 2021

Susunan Tim Penguji

Pembimbing/ Penguji


Ganjar Fadillah, S.Si., M.Si.
NIK. 182314191

Penguji I



Thorikul Huda, S.Si., M.Sc
NIK. 052316003

Penguji II


Febi Indah Fajarwati, S.Si., M.Sc
NIK. 156121311

**Mengetahui,
Dekan Fakultas MIPA UII**




Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D.
NIK. 006120101

PERNYATAAN

Saya Aprilia Indah Noviyanti Program Studi DIII Analisis Kimia, Universitas Islam Indonesia menyatakan bahwa tugas akhir saya yang berjudul "UJI EFEKTIVITAS MATERIAL GRAPHITE OXIDE (GO) TERMODIFIKASI ASAM ASETAT SEBAGAI ANTIMIKROBA DENGAN METODE DIFUSI" ini benar asli karya saya. Sumber informasi yang saya ambil dari penulis lain sudah tertulis dalam teks sitasi ataupun daftar pustaka.

Yogyakarta, 4 Maret 2021

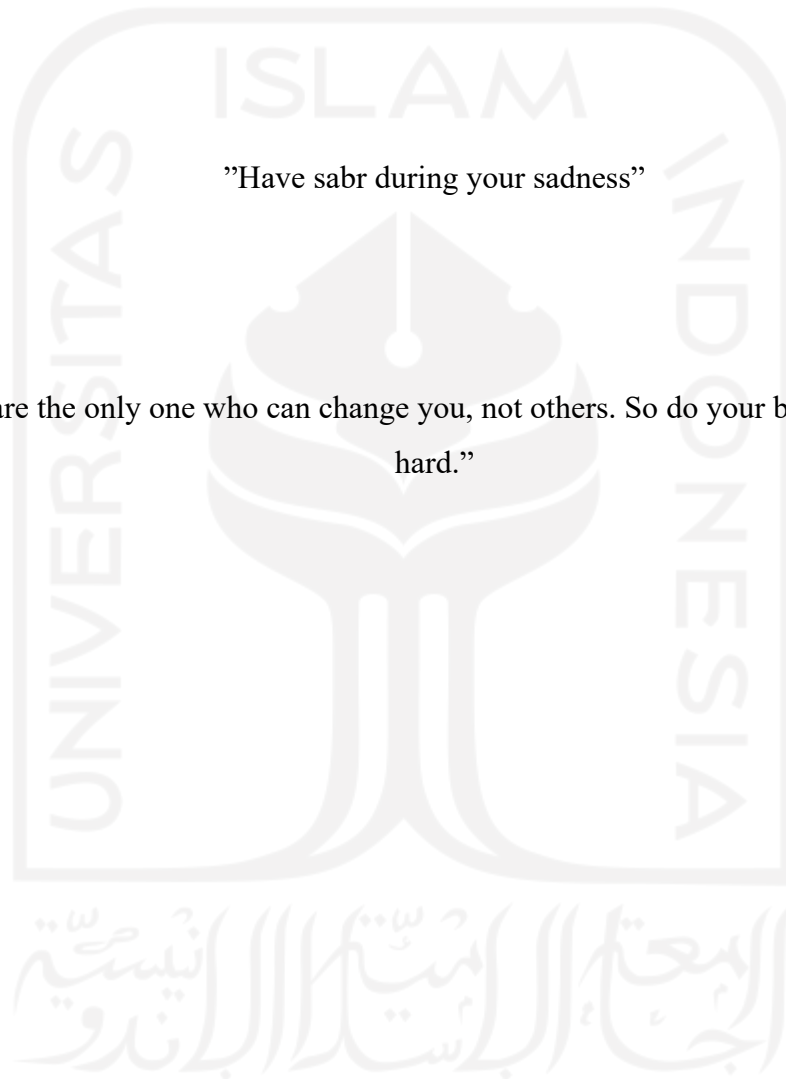


Aprilia Indah Noviyanti

MOTTO

“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.”

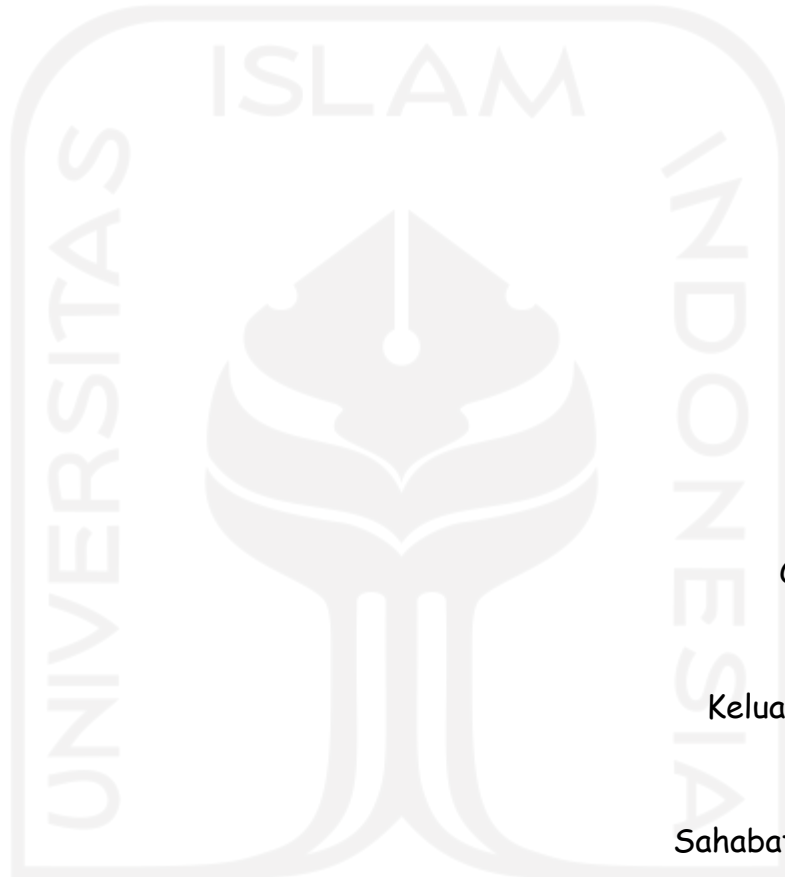
(QS. Al Mujadalah: 11)



“You are the only one who can change you, not others. So do your best and study hard.”

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan dengan tulus, ikhlas khusus kepada:



Orang tuaku

Keluarga besarku

Sahabat-sahabatku



Teman-temanku

Almamaterku, Universitas Islam Indonesia

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warrohmatullahi wabarrakatuhu

Segala puji penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberi nikmat iman, islam, sehat dan segala hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan praktik kerja lapangan ini yang berjudul “Uji Efektivitas Material Graphite Oxide Termodifikasi Asam Asetat sebagai Antimikroba dengan Metode Difusi”.

Laporan ini sebagai salah satu syarat menyelesaikan program studi di DIII Analisis Kimia Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Dalam proses penyelesaian laporan ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan lancar
2. Kedua orang tuaku tercinta Ayah dan Ibu yang telah merawat dan membesarkan dengan penuh kasih sayang serta dukungan penuh baik berupa materi, nasihat, doa dan motivasi hingga bisa mengantarku mencapai titik ini
3. Bapak Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., P.hD selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia
4. Ibu Tri Esti Purbaningtias, S.Si., M. Si selaku Ketua Program Studi DIII Analisis Kimia FMIPA Universitas Islam Indonesia
5. Bapak Ganjar Fadillah, S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing yang telah begitu banyaknya memberikan bimbingan, ilmu, waktu serta tenaga selama penulis menyelesaikan penelitian dan tugas akhir
6. Bapak Bayu Wiyantoko, S.Si., M.Sc selaku Dosen Pembimbing Akademik
7. Sahabatku di kampus Anifa Virmanita, Hilda Andini, Sita Fadhila, dan Aulia Safira yang selalu ada dalam suka dan duka, selalu menjadi pendengar yang baik, dan memberikan warna-warni kehidupan selama masa perkuliahan.

8. Teman-temanku semasa perkuliahan (Khusnul, Bayu, Alvin, Angga, Suci, Dina) yang sedikit banyak mempengaruhi penulis dalam berpikir ke depan dan menemani hari-hari penulis di kampus
9. Teman-temanku di HMAK dan Departemen kerohanian (Hilda, Oca, Reny, Siti dan Brina) dalam suatu kepengurusan yang memberikan banyak pelajaran dan berbagi pengalaman yang sangat berarti.
10. Teman-teman analisis kimia angkatan 2017 terima kasih untuk perjalanan masa kuliah selama kurang lebih tiga tahun ini dan pengalaman berharga bersama kalian.
11. Keluarga jogja ibu, bapak, om, tante, agus, iffah, amel, tari, yang sudah mau direpotkan sekaligus menjadi penyemangat yang hebat.
12. Mas Erwin Hanafi, SE atas doa dan dukungannya secara moril maupun materil selama penulis mengerjakan tugas akhir ini.

Semoga Allah memberikan balasan yang setimpal atas segala bantuan dan kebaikan yang telah diberikan kepada penulis. Penulis menyadari segala kekurangan tidak luput dari manusia begitupun pada laporan ini masih jauh dari kata sempurna baik dari segi bahasa ataupun penyusunan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala bentuk kritik dan saran serta masukan demi penyempurnaan dan perbaikan tulisan ini. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penulisan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi pembaca.

Wassalamu'alaikum warrahmatullahi wabarakatuhu.

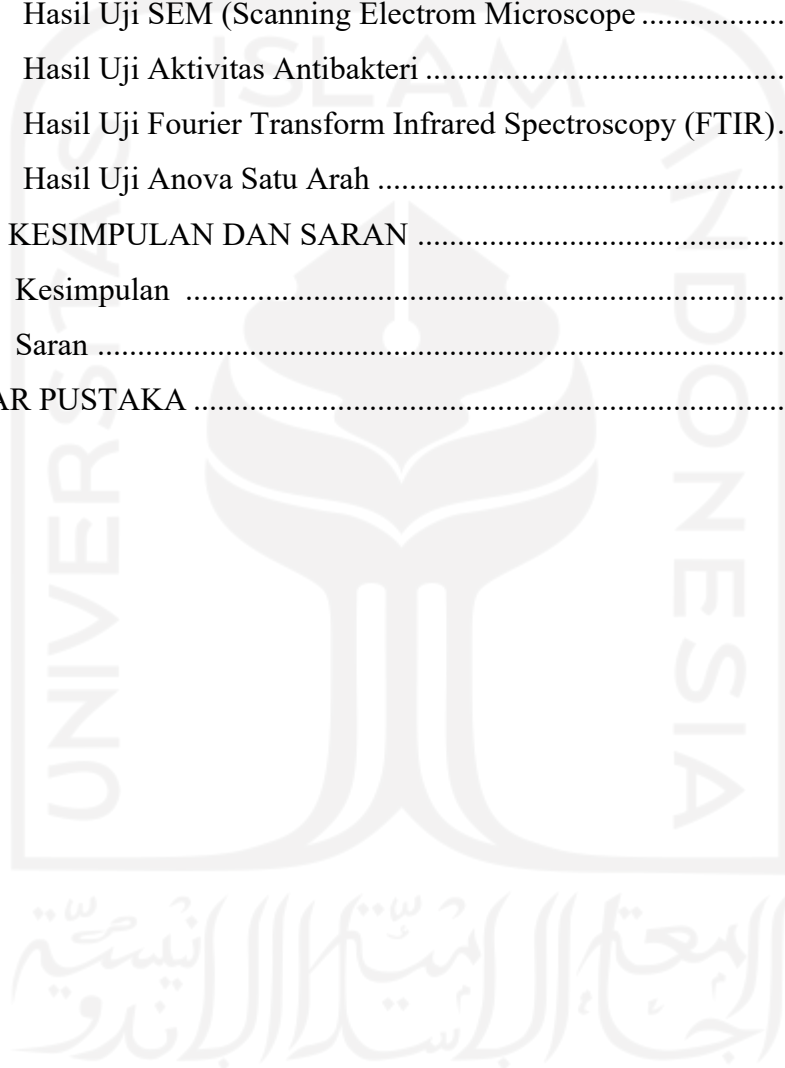
Yogyakarta, 4 Maret 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
MOTTO.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
INTISARI.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Graphene	4
2.2 Graphene Oxide	5
2.3 Sintesis Material Graphene	5
2.4 Asam Asetat	6
2.5 Bakteri Escherichia Coli	7
2.7 Bakteri Staphylococcus Aureus	8
2.7 Bakteri Staphylococcus Thermophilus	9
2.8 Metode Pengujian Antibakteri	10
2.9 Antibakteri.....	12
2.10 Anova	12
2.11 Spektroskopi FTIR (<i>Fluorer Transform Infrared Spectroscopy</i>).....	13
2.12 SEM (<i>Scanning electronic microscopy</i>).....	15

BAB III METODE PENELITIAN	17
3.1 Alat.....	17
3.2 Bahan.....	17
1.3 Cara Kerja	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Hasil Uji SEM (Scanning Electrom Microscope	20
4.2 Hasil Uji Aktivitas Antibakteri	20
4.3 Hasil Uji Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR).....	25
4.4 Hasil Uji Anova Satu Arah	27
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	30
5.1 Kesimpulan	30
5.2 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	32



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Respon Hambatan Pertumbuhan.....	11
Tabel 2.2 Korelasi Bilangan Gelombang Dengan Jenis Ikatan.....	15
Tabel 4.1 Test Homogeneity of Variance Antar Bakteri Yang Sama Dengan Variasi Komposisi	27
Tabel 4.2 Test Anova Antara Bakteri Yang Sama Dengan Variasi Komposisi.	28



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Graphene	4
Gambar 2.2 Stuktur GO	5
Gambar 2.3 Bakteri Escherichia Coli.....	7
Gambar 2.4 Bakteri Staphylococcus Aurecus.....	8
Gambar 2.5 Bakteri Staphylococcus Thermophilus.....	10
Gambar 2.6 Metode Difusi Cakram.....	10
Gambar 4.1 Morfologi Graphite Oxide dan Graphine Oxide 5%.....	20
Gambar 4.2 Zona Bening, Bakteri Escherichia Coli, Bakteri Staphylococcus Aurecus, Bakteri Staphylococcus Thermophilus	23
Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengukuran Diameter Zona Hambat Bakteri Escherichia Coli.....	23
Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengukuran Diameter Zona Hambat Bakteri Staphylococcus Thermophilus	24
Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengukuran Diameter Zona Hambat Bakteri Staphylococcus Aurecus	24
Gambar 4.6 Hasil Karakteristik Graphite Oxide menggunakan FTIR.....	26

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.....	38
Lampiran 2.....	39
Lampiran 3.....	51



**UJI EFEKTIVITAS MATERIAL GRAPHITE OXIDE (GO)
TERMODIFIKASI ASAM ASETAT SEBAGAI ANTIMIKROBA DENGAN
METODE DIFUSI**

Aprilia Indah Noviyanti

Program studi DIII Analisis Kimia FMIPA Universitas Islam Indonesia

Jalan Kaliurang km 14,5 Yogyakarta

55584

Email : aindahnoviyanti@gmail.com

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas dari material *graphite oxide* (GO) termodifikasi asam asetat sebagai antibakteri. Material uji *graphite oxide* termodifikasi asam asetat konsentrasi 1%, 3% dan 5%. Hasil dari uji aktivitas antimikroba diperoleh konsentrasi optimum pada jenis material GO/Asetat dengan konsentrasi 3% pada bakteri *Escherichia coli*. Karakteristik GO/Asetat dengan *Scanning Electronic Microscopy* (SEM) menunjukkan ada perbedaan permukaan morfologi material *graphite oxide* (GO) termodifikasi asam asetat pada konsentrasi 5% dengan permukaannya yang lebih rapat. Karakteristik GO/Asetat dengan *Fluorer Transmission Infra Red* (FTIR) terdapat serapan pada bilangan gelombang 3420 cm^{-1} , 3422 cm^{-1} , 3439 cm^{-1} yang tajam dan sangat khas menunjukkan adanya vibrasi gugus O-H yang dapat disimpulkan bahwa *graphite oxide* memiliki kandungan air di dalamnya. Sedangkan pada bilangan gelombang 1428 cm^{-1} , 1385 cm^{-1} , terdapat gugus asetil CH_3 . Pada bilangan gelombang 1627 cm^{-1} , 1624 cm^{-1} terdapat gugus C=C aromatic. Pada bilangan gelombang 1054 cm^{-1} , 1113 cm^{-1} , dan 1029 cm^{-1} terdapat gugus C-O. Hasil dari uji anova satu arah tidak bisa ditentukan karena data tidak homogen tetapi penambahan konsentrasi material *graphite oxide* menunjukkan diameter zona bening yang semakin besar.

Kata kunci : *Graphite Oxide, Difusi, Scanning Electronic Microscopy, Fluorer Transmission Infra Red*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Makanan merupakan kebutuhan pokok manusia untuk melangsungkan hidupnya setelah sandang dan papan. Makanan yang baik untuk dikonsumsi adalah makanan yang memenuhi syarat kesehatan seperti bersih, sehat, enak rasanya, memenuhi gizi yang cukup serta mudah diserap dan dicerna oleh tubuh. Makanan selain mengandung nilai gizi juga merupakan media yang dapat ditumbuhi mikroba yang menyebabkan pembusukan pada makanan. Umumnya makanan yang banyak disukai manusia juga banyak disukai oleh mikroba. Sehingga makanan sangat rentan terkontaminasi mikroba bahkan makanan yang banyak mengandung air dan protein yang tinggi. Makanan yang telah terkontaminasi mikroba akan mengalami perubahan fisik serta kimiawi sehingga dapat mengurangi nilai kandungan gizi dan kelezatannya bahkan pada makanan yang sudah terurai dapat menimbulkan penyakit. Selain itu, makanan yang telah terkontaminasi oleh mikroba biasanya dapat menimbulkan gejala seperti demam, muntah, diare hingga keracunan (Badan POM, 2003).

Mencegah agar makanan tetap awet untuk menekan pertumbuhan mikroorganisme perlu digunakan bahan tambahan pangan untuk pengawet makanan. Bahan tambahan pangan pengawet yang diperbolehkan seperti asam benzoat, asam propinoat dan asam sorbat. Meski termasuk aman bahan pengawet makanan tersebut digunakan harus sesuai dengan ambang batas yang diperbolehkan. Namun dewasa ini penggunaan pengawet makanan yang dilarang masih banyak digunakan seperti formalin dan boraks. Penggunaan formalin dan boraks pada makanan sangat berbahaya karena bersifat karsinogenik kuat yang dapat menyebabkan kanker hati, kandung kemih dan saluran cerna.

Kemajuan teknologi saat ini menyebabkan banyak perkembangan material baru khususnya dalam bidang sains. Salah satu material baru yang sedang giat dikembangkan adalah material grafena. Material grafena dapat dihasilkan menggunakan metode Hummer yang kemudian menjadi Oksida Grafena (GO).

Menurut Akhvan dan Ghaderi (2010) material graphite oxide (GO) menunjukkan aktivitas antibakteri yang kuat dengan cara menginduksi tekanan membrane, yang mengakibatkan kerusakan fisik pada membrane sel, menghilangkan integritas pada membrane bakteri serta kebocoran RNA. Selain itu graphite oxide tidak memiliki toksisitas, tidak berasa, biokompatibel dan membentuk lapisan film. Material ini telah banyak digunakan secara luas untuk pengawetan buah dan sayur.

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka dilakukan penelitian ini untuk melihat aktivitas antibakteri yang dapat ditimbulkan dari material graphite oxide termodifikasi asam asetat dengan konsentrasi 1%, 3% dan 5%. Bakteri uji yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* dan *Streptococcus thermophilus* dengan metode difusi untuk memperoleh nilai daya hambat. Pemilihan metode ini karena mudah dilakukan dan relative murah. Penelitian ini dimulai dengan pembuatan graphite oxide, pembuatan larutan asam asetat dengan tiga jenis konsentrasi yang dikombinasi dengan graphite oxide kemudian diuji aktivitas antibakteri. Pemilihan asam asetat sebagai senyawa campuran karena secara teori asam organik bekerja dengan cara penurunan pH untuk menciptakan lingkungan yang tidak disukai oleh mikroba sehingga mikroba tidak dapat tumbuh. Setelah pengujian aktivitas antibakteri dilakukan uji *Scanning Electronic Microscopy (SEM)* untuk melihat morfologi dari material graphite oxide dan *Fluoror Transmission Infra Red (FTIR)* untuk melihat gugus fungsi yang terdapat pada tiga material uji. Penelitian ini juga merupakan upaya pengembangan bahan pengawet makanan yang diharapkan bisa menjadi referensi lebih lanjut untuk penelitian pengawet makanan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan terdapat beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil uji efektivitas material graphite oxide (GO) termodifikasi asam asetat sebagai penghambat bakteri?

2. Bagaimana karakteristik *graphite oxide* termodifikasi asam asetat dengan *Scanning Electronic Microscopy (SEM)* dan *Fluorer Transmission Infra Red (FTIR)*?
3. Apakah material GO/asetat efektif untuk menghambat bakteri?
4. Bagaimana hasil dari uji anova satu arah pada penelitian yang dilakukan?

1.3 Tujuan

1. Untuk mengetahui efektivitas dari *graphite oxide* termodifikasi asam asetat sebagai agen antibakteri.
2. Untuk mengetahui karakteristik *graphite oxide* dengan *Scanning Electronic Microscopy (SEM)* dan *Fluorer Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)*
3. Mengetahui material yang efektif untuk menghambat bakteri
4. Mengetahui hasil uji anova satu arah pada penelitian yang dilakukan

1.4 Manfaat

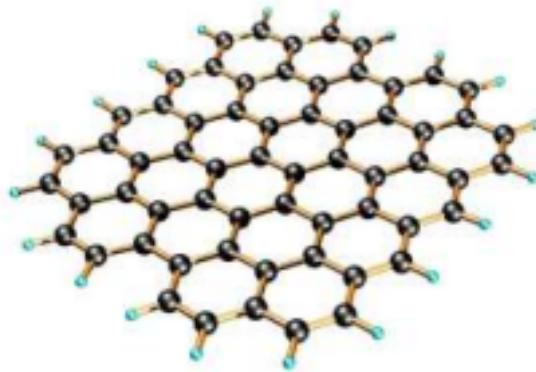
1. Sebagai referensi untuk penelitian lebih lanjut mengenai material *graphite oxide*.
2. Dapat menjadi bahan rujukan untuk pengembangan bahan pengawet makanan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Graphene

Graphene adalah kristal heksagonal yang tersusun dari atom-atom karbon. Nama *graphene* terbentuk dari graphite + ene (Truong, 2013). *Graphene* yang tersusun bertumpuk menjadi lapisan-lapisan yang saling berikatan sehingga terdapat ikatan *Van Der Wall* yang biasa disebut dengan material graphite. *Graphene* merupakan struktur dasar dari penyusun *allotropes* karbon seperti *graphite*, *carbon nanotube*, *fullerenes*. *Graphene* memiliki sifat yang luar biasa karena struktur dua dimensi dan ikatan kovalen sehingga memiliki sifat fisika seperti sifat elektronik, optic dan mekanik yang berpotensi untuk diaplikasikan pada berbagai bidang seperti pabrikasi tinta *konduktif*, *transistor terahertz*, *ultrafast photodetector*, *flexible touchscreen*, *sensor strain* dan lainnya. Selain memiliki sifat elektronik *graphene* juga memiliki sifat unik yang lainnya yaitu sifat optic yang bersifat transparan hingga 98%. Sifat transparan dan konduktif ini membuat *graphene* berpotensi sebagai pengganti elektroda transparan Indium Tin Oxide untuk membuat display optik untuk pembuatan display optik seperti LCD dan LED.



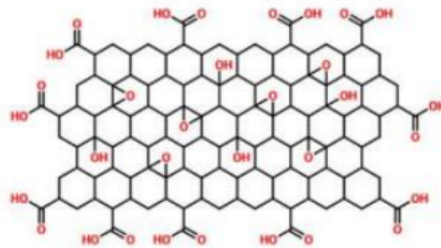
Gambar 2.1. Struktur Graphene (Lasky,2015)

Graphene memiliki struktur pita yang menunjukkan terdapat sifat semi logam yang tidak sama seperti semi logam pada umumnya yang ditulis oleh P.R Wallace pada tahun 1947. *Graphena* memiliki mobilitas elektron yang tinggi mencapai $200 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, memiliki konduktivitas yang tinggi hingga $0,96 \times 10^6$,

konduktivitas termal hingga mencapai 5000W/mK, transparansi optik yang baik hingga 97,75% dan memiliki kekuatan tarik hingga 1 Tpa yang artinya 200 kali lebih keras daripada baja dan 20 kali lebih keras daripada berlian. Berat *graphene* hanya 0,77 milligram dengan luas 1 cm² (Nufal et al.2013).

2.2 Graphene Oxide

Graphena oxide adalah *grafena* teroksidasi yang mempunyai ikatan dengan gugus fungsi. Struktur dari GO mempunyai sifat hidrofilik. Bagian basal dan tepi-tepinya terdapat gugus oksigen seperti gugus karboksil, alkoksil dan epoksil yang menunjukkan GO mengandung atom karbon hybrid sp², sp³ dan bersifat isolator. (Fathia, 2018). Gambaran dari struktur GO dapat dilihat pada gambar.



Gambar 2.2. Struktur GO (Ossila,2013)

Sintesis *oksida graphene* didapatkan dari *graphite oxide* terlebih dahulu lalu grafit dioksida menjadi oksida grafit dengan lembaran-lembaran yang dikelupas dalam air sehingga terbentuk oksida *graphene*. Oksida *graphene* yang mengandung oksigen direduksi hingga habis meninggalkan lapisan *graphene* (Syakir, 2015).

2.3 Sintesis Material Graphene

Sintesis material *graphene* menurut Truong, 2013 dapat dilakukan dengan pendekatan *top down* dan *bottom up*. Metode *top down* adalah metode sintesis *graphene* dengan cara membagi material *graphene* lembaran-lembaran *graphene*. Sedangkan metode *bottom up* adalah metode sintesis *graphene* dengan cara penggabungan atau menumbuhkan atom-atom karbon menjadi *graphene*.

Metode *chemical vapor deposition* atau CVD merupakan salah satu metode *bottom up* dengan bantuan substrat SiO₂ untuk menumbuhkan atom-atom

karbon hingga menjadi *graphene*. *Graphene* yang dihasilkan dengan metode CVD mampu menghasilkan *graphene* berskala besar namun kualitas yang dihasilkan kurang baik, memerlukan alat yang berteknologi tinggi dan biaya yang relative mahal (Pratiwi, 2016).

Menurut Truong, 2013 metode *top down* ada berbagai macam model seperti *Mechanical exfoliation (ME)*, *Reduksi graphene oxide (GO)* dan *liquid exfoliate (LE)*. Metode *Mechanical exfoliation (ME)* merupakan metode yang pertama kali dilakukan oleh Geim dan Novoselov pada tahun 2004. Metode ME dilakukan dengan cara mengelupas lapisan-lapisan karbon dengan selotip hingga berukuran *micrometer*. Meski mudah dilakukan metode ME hanya dapat menghasilkan *graphene* dengan jumlah yang tidak banyak (Geim, 2007). Metode rGO merupakan sintesis *graphene* dengan cara kimiawi, dimana serbuk *graphite* dioksidasi menggunakan asam sulfat, asam nitrat, kalium klorat dan lain sebagainya. Metode rGO melalui dua tahapan pengoksidasian yaitu *graphite* dioksidasi menjadi *graphene oxide* kemudian *graphite oxide* dioksidasi kembali menjadi *graphene oxide* yang selanjutnya dilarutkan dalam air, kemudian membentuk lembaran GO yang akan terpisah dengan kristalnya. GO diendapkan kemudian direduksi sehingga menghasilkan *graphene* yang memiliki lembaran tipis (Vita, 2015).

Liquid exfoliation (LE) metode sintesis *graphene* berdasarkan surfaktan. Pertama kali metode LE dilakukan oleh Coleman dkk pada tahun 2008. Metode LE lebih efektif dibandingkan dengan metode sintesis *graphene* lainnya karena mudah dilakukan dan biayanya yang murah dengan kualitas yang baik (Wang dkk, 2014). *Liquid exfoliation (LE)* dilakukan dengan fase cair dengan pencampuran surfaktan anion dengan serbuk *graphite*. Surfaktan sebagai pelemahan ikatan *van der wals* pada material *graphite* untuk mendapatkan *graphene* (Pratiwi, 2016).

2.4 Asam Asetat

Asam asetat atau *acetic acid* merupakan golongan *carboxylic* yang termasuk senyawa organik atau asam organik. Asam asetat merupakan asam lemah yang hanya sebagian kecil ion dapat terdisosiasi dalam air. Asam asetat

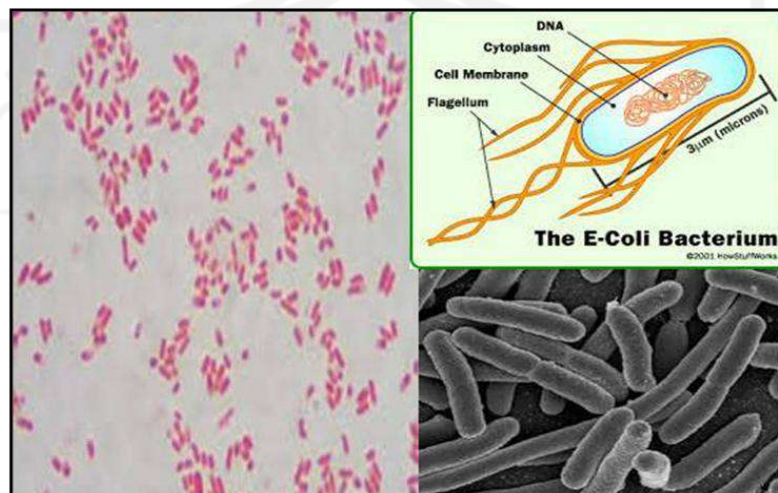
atau *acetic acid* merupakan golongan *carboxylic* yang termasuk senyawa organik atau asam organik. Asam asetat merupakan asam lemah yang hanya sebagian kecil ion dapat terdisosiasi dalam air. Asam asetat adalah cairan higroskopis yang tidak memiliki warna dan mempunyai titik beku hingga $16,7^{\circ}\text{C}$ dengan rumus empiris CH_3COOH (Buckle, et al 2010).

Asam asetat (asam cuka) diperoleh dari hasil olahan makanan melalui dua tahapan proses fermentasi. Fermentasi pertama adalah gula yang telah dihidrolisis secara anaerob menjadi etanol akibat aktivitas yeast dengan bantuan khamir atau *Saccharomyces cerevicae*. Tahapan kedua fermentasi secara aerob menggunakan bakteri *Acetobacter aceti* yang mengoksidasi etanol sehingga menghasilkan asam cuka. (Janeta, 2011)

2.5 Bakteri *Escherichia Coli*

Taksonomi *Escherichia Coli* menurut Brooks (2001) sebagai berikut:

Kingdom	: Procaryota
Divisio	: Gracilicutes
Class	: Scotobacteria
Ordo	: Eubacteriales
Family	: Enterobacteriaceae
Genus	: Escherichia
Spesies	: Escherichia Coli



Gambar 2.3. Bakteri *Escherichia Coli* (Sagar, 2016)

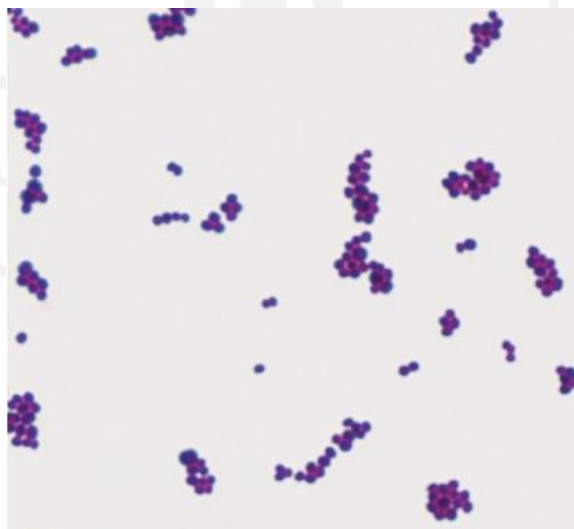
Escherichia Coli merupakan bakteri gram negatif yang banyak terdapat dalam usus besar manusia. *Escherichia Coli* berbentuk basil atau batang pendek (kokobasil) yang berukuran 0,4 sampai 0,7 (Agus et al., 2013). Bakteri *Escherichia Coli* memiliki bersifat anaerob dan dapat membentuk koloni yang berbentuk bundar, cembung dan halus pada bagian tepi (Jawetz et al., 2012).

E.Coli umumnya berwarna putih, terkadang berwarna putih kekuningan, coklat keemasan, jingga kemerahan atau merah dengan karakter berombak-ombak, basah dan homogen. *E.Coli* dapat hidup dengan suhu 10-4037 °C , dan mencapai suhu optimum pada 37 °C dengan pH optimum 7,0 hingga 7,5 yang dapat hidup pada tempat lembab dan mati dengan pasteurisasi (Suharyono, 2008).

2.6 Bakteri *Staphylococcus Aureus*

Menurut Ferianto (2012), klasifikasi bakteri *Staphylococcus aureus* sebagai berikut:

- Divisi : Protophyta
- Kelas : Schizomycetes
- Ordo : Eubacteriales
- Famili : Micrococcaceae
- Genus : Staphylococcus
- Spesfvc ies : Staphylococcus Aureus



Gambar 2.4 Bakteri *Staphylococcus Aureus* (Jawetz, 2013)

Staphylococcus aureus merupakan bakteri gram positif berbentuk sferis, tidak bergerak, bersifat aerob, tidak berspora dan berdiameter 0,8-1, mikron. Bakteri *Staphylococcus aureus* biasanya bergerombol seperti buah anggur dan dapat tumbuh pada suhu 15- 40. *Staphylococcus* tumbuh optimum pada saat suhu mencapai 35 dengan pH 7,4. Pada koloni agar berbentuk bulat dengan diameter 1-2mm, buram, cekung, mengkilat, berwarna abu-abu atau kuning tua kecokelatan dan konsistennya lunak. Pada lempeng darah biasanya koloni lebih besar dibandingkan varietas tertentu yang koloninya dikelilingi zona hemolysis (Warsa, 2010).

Staphylococcus aureus merupakan bakteri patogen yang dapat menyebabkan berbagai macam penyakit. Penyakit yang ditimbulkan oleh bakteri *s.aureus* adalah keracunan makanan serta infeksi (Jawetz, 2013). Infeksi yang muncul akibat bakteri *s.aureus* menurut (Fetsch, 2017) berasal dari wabah siklik ketika strain bakteri menyebar secara luas. Infeksi yang disebabkan oleh bakteri *s.aureus* ditandai dengan munculnya abses yang berupa nanah, disekitar pembuluh getah bening mengalami koagulasi fibrin, terdapat nekrosis (Paju dkk.,2013)

2.7 Bakteri *Streptococcus Thermophilus*

Menurut vos et al dalam Novia (2012) *Streptococcus thermophilus* adalah sebagai berikut:

Kingdom : Procariota
Filum : Firmicutes
Kelas : Bacilli
Ordo : Lactobacillales
Familia : Streptococcusceae
Genus : Streptococcus
Speises : Streptococcus thermophilus

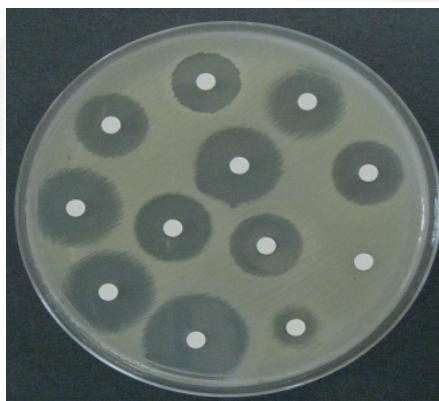


Gambar 2.5 Bakteri Streptococcus Thermophilus (Maya, 2016)

Streptococcus thermophilus merupakan jenis bakteri gram positif yang dapat tumbuh optimum pada suhu 37 - 40°C dan tidak dapat tumbuh pada suhu 10°C. *Streptococcus thermophilus* termasuk dalam golongan bakteri homofermentatif yang hanya dapat tumbuh optimum pada pH 6,5. Karakteristik dari bakteri *Streptococcus thermophilus* berbentuk batang atau dapat berupa *coccobacilli*, memiliki diameter 0,7-0,9 µm, atalase negatif, tidak toleran terhadap garam lebih dari 6,5%, tidak memiliki spora, bersifat termodurik dan fakultatif anaerob (Rahmatika, 2016)

2.8 Metode Pengujian Antibakteri

Pengujian mikrobiologi dengan pemanfaatan mikroorganisme dengan konsentrasi komponen kimia yang dibuat variasi. Pengujian antimikroba dapat dipelajari dengan berbagai macam metode seperti metode difusi agar, dilusi dan difusi dilusi. Namun yang sering umum digunakan adalah metode difusi.



Gambar 2.6. Metode Difusi Cakram (Tenover, 2009)

Metode difusi adalah metode yang menginokulasikan bakteri secara merata di atas permukaan media agar dengan sampel uji di tempatkan di atas media tersebut yang telah diinkubasi selama 18-24 jam dengan suhu 37°C. Terbentuknya zona hambat dapat diketahui dengan ada atau tidaknya sekeliling reservoir sampel. Dalam metode difusi terdapat berbagai macam metode seperti metode sumuran, cakram dan parit (Pratiwi, 2008).

Metode parit dengan cara sampel uji diletakkan ke dalam parit yang dibuat seperti lubang dengan cara memotong media agar pada bagian tengah secara membujur (Pratiwi, 2008). Langkah selanjutnya diinkubasi selama 18-24 jam dengan suhu 37°C. Adanya daerah zona bening disekitar parit menunjukkan hambatan pertumbuhan mikroorganisme yang disebabkan oleh agen antibakteri (Maradona, 2013).

Cara lubang atau sumuran dengan membuat lubang pada media agar yang telah ditanami bakteri atau meletakkan besi tahan karat kemudian diisi dengan larutan yang mengandung antibakteri dan diinkubasi selama 18-24 jam pada suhu 37°C. Kemudian dilihat ada atau tidaknya zona hambat yang terbentuk pada sekeliling silinder (Balsam dan Sagarin, 1972; Jawetz et al., 1986).

Cara cakram merupakan cara yang digunakan dalam penelitian ini. Cara carkram adalah dengan meletakkan kertas cakram yang mengandung zat antibakteri pada media agar yang telah ditanami bakteri dan diinkubasi selama 18-24 jam pada suhu 37°C. Kemudian setelah proses inkubasi dapat dilihat ada atau tidaknya zona hambat yang terbentuk pada sekeliling kertas cakram (Maradona, 2013). Menurut Greenwood (1995) yang disitasi oleh Pratama klasifikasi respon hambatan pertumbuhan bakteri adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1. Klasifikasi Respon Hambatan Pertumbuhan Bakteri

Diameter zona hambat	Respon hambatan pertumbuhan
... > 20 mm	Sangat kuat
10 – 20 mm	Kuat
≤ 5 mm	Sedang

2.9 Antibakteri

Menurut (Kulla, 2016) antibakteri merupakan zat penghambat atau pembunuh bakteri. Antibakteri termasuk dalam antimikroba yang digunakan untuk menghambat pertumbuhan bakteri. Antibakteri dapat digolongkan berdasarkan pada cara kerja, spectrum kerja, dan daya bunuh pada bakteri. (Annisa, 2017).

Zat aktif dapat dikatakan sebagai agen antibakteri apabila pada konsentrasi terendah dapat memberikan daya hambat terhadap bakteri. Zat antibakteri dapat bersifat sebagai bakterisidal yang artinya dapat membunuh bakteri sedangkan bakteriostatik yang artinya mampu menghambat pertumbuhan bakteri dan germisidal sebagai penghambat pertumbuhan spora bakteri. Ruang lingkup yang mampu mempengaruhi zat antibakteri disebut dengan spektrum antibakteri. Berdasarkan spektrum antibakteri digolongkan menjadi tiga yaitu:

1. Spektrum luas apabila zat antibakteri secara aktif dapat melawan prokariot
2. Spektrum sempit apabila zat antibakteri mampu secara efektif melawan sebagian bakteri gram positif dan negatif
3. Spektrum terbatas apabila zat antibakteri hanya mampu melawan satu bakteri atau bakteri tertentu (Agustrina, 2011)

2.10 Anova

Anova atau *analysis of variance* merupakan salah satu pengujian parametrik yang bertujuan untuk mengembangkan variansi dengan cara membedakan nilai rata-rata tiga kelompok atau lebih. Anova juga dapat dipahami sebagai perluasan dari uji t (Ghozali, 2009). Prinsip dari Anova yaitu dengan melakukan analisis *variabilitas* data dengan membagi variabilitas data menjadi dua sumber variasi yaitu variasi kelompok (*within*) dan variasi antar kelompok (*between*). Menurut Husaini Usman (2006) uji anova dapat dibedakan menjadi dua yaitu anova satu arah (*One Way Anova*) apabila faktornya hanya satu dan anova dua arah (*Two Way Anova*) apabila faktornya lebih dari satu.

Menurut Ghozali, 2009 *One way analysis of variance anova* dinamakan anova satu arah karena varian dan data hasil pengamatan yang digunakan untuk menganalisis merupakan data yang dipengaruhi oleh satu faktor. Dari setiap

populasi independen akan diambil sebuah sampel secara acak atau random sampling., berukuran n_1 dari populasi kesatuan, n_2 dari populasi kedua dan seterusnya berukuran n_k dari populasi ke k . data sampel akan dinyatakan dengan Y_{ij} yang berarti data ke j dalam sampel yang diambil dari populasi ke 1.

Analisis *one way anova* menghasilkan output sebagai berikut:

1. *Descriptives*

Bagian *descriptives* merupakan bagian deskripsi dari variable-variabel yang dianalisis seperti hasil analisis deskriptif, rata-rata, standar deviasi, standar error, minimum dan maksimum

2. *Tes of homogeneity of variances*

Bagian dari uji anova yang memperlihatkan hasil tes homogenitas dari varian, jika nilai signifikansi $< 0,05$ maka data dari varian tersebut berbeda. Jika signifikansi $> 0,05$ maka varian tersebut sama atau dapat dikatakan homogen.

3. *Anova*

Bagian ini dapat menarik kesimpulan apakah dari varian terdapat beda signifikansinya. Jika signifikansi $< 0,05$ maka H_a diterima atau dapat disimpulkan bahwa minimal terdapat salah satu cara yang menghasilkan perbedaan. Jika signifikansi $> 0,05$ maka H_o diterima artinya varian sama. Namun dari bagian ini belum dapat diketahui data dari mana yang berbeda. Untuk mengetahui digunakan output pada bagian

4. *Multiple comparisons*

Bagian ini menunjukkan rata-rata dari data yang berbeda secara signifikansi antar sepasang variable yang ditandai dengan tanda bintang. Bagian ini juga menunjukkan grafik sebagai rata-rata dari varian dan dapat dilihat rata-rata varian tertinggi.

2.11 *Spektroskopi FTIR (Fluor Transform Infrared Spectroscopy)*

Fluor Transform Infra Red atau FTIR merupakan instrumen yang digunakan untuk menentukan gugus fungsi pada suatu sampel yang didasarkan pada vibrasi dalam suatu molekul yang menghasilkan spektrum. Sampel yang dilalui sinar inframerah kemudian dilanjutkan dengan penentuan fraksi pada

molekul yang menyerap sinar pada tingkatan energi yang menghasilkan spektrum. (Syafiqoh, 2014).

Cuplikan dilalui sinar inframerah, maka molekul-molekul menyerap energi yang kemudian terjadi transisi diantara tingkat vibrasi dan tingkat vibrasi tereksitasi. Radiasi sinar inframerah tersebut diserap sebagian oleh molekul dan sebagian lain diteruskan oleh molekul tersebut. Penyerapan energi pada berbagai frekuensi dapat dideteksi dengan spektrofotometer inframerah yang memplot jumlah radiasi inframerah yang diteruskan melalui cuplikan sebagai panjang gelombang radiasi. Plot tersebut berupa spektrum inframerah yang memberikan informasi seperti gugus fungsional suatu molekul. (Kristianingrum, 2014).

Sinar inframerah memiliki panjang gelombang antara $2.5 \mu\text{m} - 25 \mu\text{m}$. Sedangkan frekuensi (panjang gelombang) sinar infra merah memiliki panjang gelombang rentang 400 cm^{-1} hingga 4000 cm^{-1} . Satuan bilangan gelombang merupakan satuan yang umum digunakan pada alat spektrofotometer IR. Bilangan gelombang menunjukkan jumlah gelombang pada setiap 1 cm. bilangan gelombang tidak sama dengan panjang gelombang. Nilai bilangan gelombang berbanding terbalik dengan nilai panjang gelombang. Informasi yang diperoleh dari absorbansi inframerah umumnya dalam bentuk spectrum dengan panjang gelombang μm atau bilangan gelombang cm^{-1} sebagai absis x dan absorpsi atau transmitansi sebagai ordinat y. Tabel korelasi dari inframerah dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Korelasi Bilangan Gelombang Dengan Jenis Ikatan (Nugraha, 2016)

Gugus	Jenis Senyawa	Daerah Serapan cm^{-1}
C-H	Alkana	2850-2960, 1350-1470
C-H	Alkena	3020-3080, 675-870
C-H	Aromatik	3000-3100, 675-870
C-H	Alkuna	3300
C=C	Alkena	1640-1680
C=C	Aromatik (cincin)	1500-1600
C-O	Alkohol, eter, asam karboksilat, ester	1080-1300
C=O	Aldehida, keton, asam karboksilat, ester	1690-1760
O-H	Alkohol, fenol (monomer)	3610-3640
O-H	Alkohol, fenol (ikatan H)	2000-3600 (lebar)
O-H	Asam karboksilat	3000-3600 (lebar)
N-H	Amina	3310-3500
C-N	Amina	1180-1360
NO ₂	Nitro	1515-1560, 1345-1385

2.12 SEM (Scanning electronic microscopy)

Scanning electronic microscopy atau *SEM* adalah mikroskop electron dengan resolusi tinggi untuk melihat topografi suatu sampel dan ukuran sampel dengan perbesaran 1.000 – 40.000 kali (Cahyana, 2014). Hasil yang diperoleh berupa *scanning electron micrograph* yang memiliki bentuk tiga dimensi berupa foto atau gambar. Beberapa bagian dari *SEM* yang utama yaitu penembak *electron*, *lensa magnetic* dan *objektif*, *fine probe*, *detector*, *specimen* dan *monitor CRT*.

Berkas electron yang dihasilkan berfungsi untuk menembakkan elektron menuju sampel. Lensa magnetik dan lensa objektif untuk membengkokkan dan memberikan fokus berkas elektron dengan satu atau dua lensa lensa kondensor ke titik yang berdiamtere 0,4 nm sampai 5 nm. *Finer probe* berfungsi untuk membaca permukaan sampel. Detektor berfungsi untuk menangkap hamburan elektron yang dihasilkan dari permukaan *specimen* dengan interaksi antar elektron. *Specimen* berfungsi untuk meletakkan sampel yang akan diuji. CRT atau monitor cathode ray tube berfungsi untuk mengamati sruktur morfologi permukaan. Tumbukan elektron dengan permukaan sampel menghasilkan beberapa sinyal seperti *secondary electrons*, *back scattered electrons (BSE)* dan *diffracted backs cattered electrons (EBSD)*. *Secondary electron* berfungsi sebagai pemberi informasi morfologi dan topologi pada sampel. *Backscattered electrons (BSE)* memberikan gambaran kontras pada sampel yang selanjutnya sinyal-sinyal tersebut diperkuat dan besar amplitudonya ditampilkan dalam gradasi gelap terang pada monitor CRT. Gambar struktur obyek yang sudah diperbesar dapat diamati melalui layar CRT (Vita, 2015).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain neraca analitik, kaca arloji, spatula, magnetic stirrer, gelas beaker, pipet volume, pro pipet, corong, erlenmeyer, cawan petri, jarum ose, batang spreader, pinset, autoklaf, oven, *lamina air flow (LAF)*, mikropipet, tip, tabung reaksi, bunsen, mikroskop, inkubator, spektrofotometer Uv Vis shimadzu, ultrasonic, magnetic stirrer, cawan porselen, kuvet.

3.2. Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain graphite, asam asetat, nutrient agar, padatan KMNO_4 , padatan KNO_3 , larutan H_2O_2 30%, larutan H_2SO_4 98%, paper disk, akuadest, kapas, aluminium foil, NaCl 1 M.

3.3. Cara Kerja

3.3.1 Pembuatan *Graphite Oxide*

Graphite sebanyak 1 gram dioksidasi menggunakan 20 ml H_2SO_4 98% kemudian ditambahkan kalium nitrat sebanyak 0,5 gram dimasukkan ke dalam gelas beaker 500 ml dan diaduk menggunakan magnetic stirrer. Kemudian kalium permanganate sebanyak 3 gram ditambahkan secara perlahan dengan suhu 90°C . selanjutnya penambahan akuades sebanyak 100 ml secara bertahap dan diaduk selama 30 menit. Hidrogen peroksida ditambahkan ke dalam larutan secukupnya dengan diaduk hingga terdapat endapan warna coklat. Pada tahap ini diperoleh *graphite oxide* yang terdispersi di dalam larutan.

Graphite oxide dipisahkan dengan larutan menggunakan kertas saring whattman dan dicuci dengan akuades. Endapan *graphite oxide* hasil dari penyaringan dikeringkan dengan oven pada suhu 80°C sehingga didapatkan *graphite oxide* padatan.

3.3.2 Pembuatan larutan asam asetat 1%

Larutan asam asetat glasial 100% (p.a) diambil 0,5 ml, kemudian dipindahkan ke dalam gelas piala 50 ml dan menambahkan akuades hingga volume 50 ml

3.3.3 Pembuatan larutan asam asetat 3%

Larutan asam asetat glasial 100% (p.a) diambil 1,5 ml, kemudian dipindahkan ke dalam gelas piala 50 ml dan menambahkan akuades hingga volume 50 ml

3.3.4 Pembuatan larutan asam asetat 5%

Larutan asam asetat glasial 100% (p.a) diambil 2,5 ml kemudian dipindahkan ke dalam gelas piala 50 ml dan menambahkan akuades hingga volume 50 ml

3.3.5 Pembuatan campuran GO/Asam asetat 1%,3% dan 5%

Graphite Oxide (GO) ditimbang sebanyak 1 gram dicampur dengan asam asetat 10ml konsentrasi 1%, 3% dan 5% dimasukkan dalam gelas beaker 100ml kemudian di ultrasonikasi selama 30 menit agar larutan homogen kemudian disaring dan di oven hingga kering.

3.3.6 Sterilisasi Alat

Sterilisasi alat gelas dilakukan dengan cara membungkus dengan kertas payung. Kemudian dimasukkan ke dalam oven suhu 180°C selama 2 jam.

3.3.7 Pembuatan Media Nutrient Agar

Nutrient agar (Na) ditimbang sebanyak 0,8 gram dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 ml, ditambahkan akuades sebanyak 30 ml dan diaduk menggunakan spatula. Kemudian erlenmeyer ditutup menggunakan kapas dan aluminium foil untuk disterilisasi menggunakan autoklaf selama 1 jam. Siapkan cawan petri yang sudah disterilisasi, kemudian larutan Na dituangkan ke cawan petri dan didinginkan. Jika plat agar tidak langsung digunakan masukkan ke dalam lemari pendingin agar tidak rusak.

3.3.8 Penanaman bakteri pada media

Media agar disiapkan dan mikro pipet yellow tip. Buka tabung reaksi yang berisi suspensi bakteri, lalu panaskan mulut tabung pada bunsen. Bakteri dalam tabung dipipet menggunakan mikropipet sebanyak 200 mikroliter dituang pada media kemudian diratakan menggunakan batang spreader hingga merata. Tutup cawan petri dan masukkan ke dalam inkubator selama 24 jam.

3.3.9 Pengujian Antibakteri

Pengujian antibakteri dilakukan pada *Laminar Air Flow* (LAF) dengan menggunakan metode diffuse. Cawan petri yang sudah ditanami bakteri disiapkan kemudian diletakkan paper disk pada media dengan sedikit menekan paper disk. Larutan *graphite oxide* yang telah dicampur dengan asam asetat 1%, 3% dan 5% diambil sebanyak 10 mikroliter diletakkan di atas paper disk. Selanjutnya diinkubasi dalam inkubator pada suhu 37°C selama 24 jam. Kemudian diamati zona hambat yang terbentuk. Pengukuran zona hambat dilakukan pada waktu 24 jam, 48jam dan 72 jam.

3.3.10 Karakteristik GO/Asam asetat

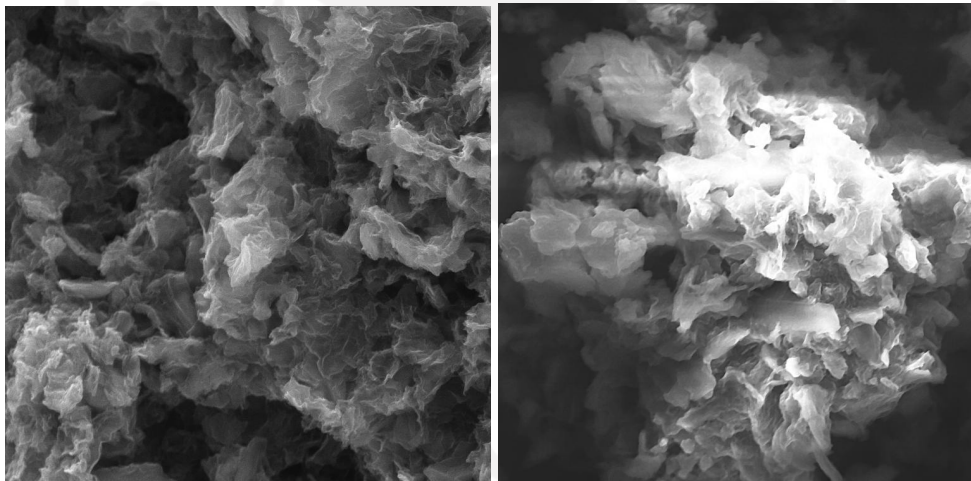
Padatan GO/Asam asetat ditimbang sebanyak 25 mg untuk pengujian *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) dan 0,5 g untuk pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Uji SEM (*Scanning Electron Microscope*)

Hasil dari *Scanning Electron Microscopy* dari material *graphite oxide* (*GO*) memiliki tepi yang tidak teratur, permukaan yang kasar seperti remasan kertas berlapis sedangkan material *graphite oxide* konsentrasi 5% sama seperti material *graphite oxide* memiliki permukaan yang kasar namun relatif lebih rapat tidak terlalu renggang seperti *graphite oxide*. Dapat dilihat dari hasil uji SEM (*Scanning Electron Microscopy*) bahwa terdapat perubahan secara jelas antara *graphite oxide* murni dengan *graphite oxide* termodifikasi asam asetat pada permukaannya yang menjadi lebih rapat.



(a) Graphite Oxide

(b) Graphite Oxide 5%

Gambar 4.1 Morfologi Graphite Oxide (a) dan Graphite Oxide 5% (b)

4.2 Hasil Uji Aktivitas Antibakteri

Pengujian antibakteri dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat zona hambat yang terbentuk pada material atau sampel. Zona hambat merupakan petunjuk kepekaan bakteri terhadap antibakteri. Pengukuran zona hambat dilakukan dengan menggunakan penggaris atau jangka sorong dengan satuan millimeter. Pengukuran diameter dilakukan dengan menghitung diameter vertikal dan horisontal. Menurut Waluyo (2010) mekanisme kerja antibakteri dapat dilakukan dengan empat cara yaitu dengan penghambatan sintesis dinding sel

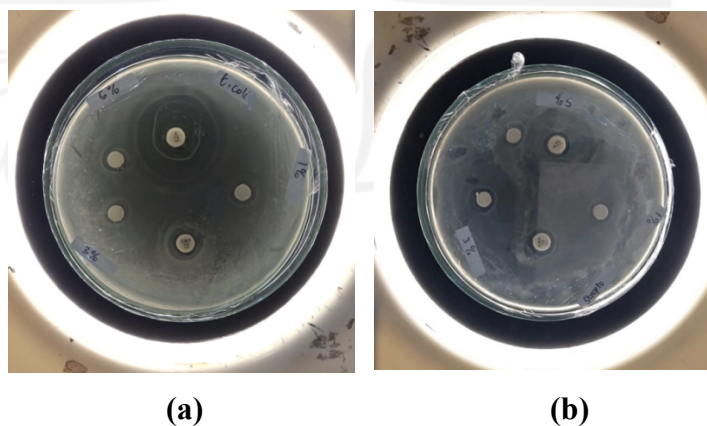
dengan cara merusak dinding sel atau dengan menahan sintesisnya sehingga menyebabkan sel-sel memiliki kepekaan terhadap tekanan osmosis. Mekanisme selanjutnya dengan menghambat protein dengan penghambatan perlekatan tRNA dan mRNA ke ribosom, selanjutnya perubahan fungsi membran plasma dengan cara melemahkan satu atau lebih dari fungsi membran plasma yang dapat menyebabkan pertumbuhan sel terhambat bahkan mati. Mekanisme antibakteri yang terakhir dengan cara penghambatan asam nukleat. Gangguan yang terjadi pada fungsi DNA, RNA dan protein dapat mengakibatkan kerusakan total pada sel.

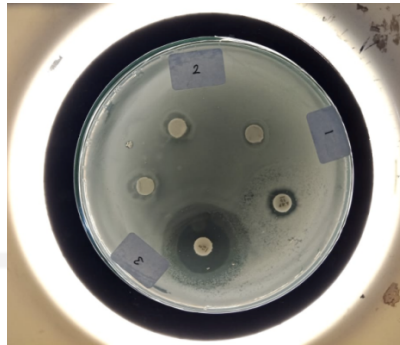
Berdasarkan hasil pengujian aktivitas antibakteri dengan menggunakan bakteri *Escherichia coli*, *Streptococcus thermophilus* dan *Staphylococcus aureus* menunjukkan adanya zona hambat yang terbentuk pada material uji. Pada penelitian ini *ampicillin* dan *eritromisin* digunakan sebagai kontrol positif.

Diameter zona hambat yang terbentuk pada bakteri *E.coli* terlihat memiliki zona hambat yang paling besar pada jenis material dengan konsentrasi 5%. Rata-rata diameter zona hambat pada waktu 24 jam, 48 jam dan 72 jam dihasilkan dari material uji 1% sebesar 10,1 mm, 11,07mm dan 12,04 mm. Selanjutnya pada pengukuran didapatkan rerata zona hambat material uji 3% sebesar 11,01 mm, 11,04 mm dan 12,03 mm. Kemudian pada jenis material uji 5% rerata zona hambat sebesar 12,03 mm, 13,04 mm dan 13,02 mm. Perlakuan yang sama juga dilakukan pada uji aktivitas antibakteri pada *Staphylococcus aureus* dengan rerata diameter zona hambat pada waktu 24 jam, 48 jam dan 72 jam pada material 1% sebesar 10,07 mm, 12,01 mm dan 15,02 mm. Rata-rata pada pengukuran diameter zona hambat material 3% sebesar 13,01 mm, 13,03 mm dan 14, 03 mm. Kemudian pada material 5% rata-rata zona hambat yang dihasilkan sebesar 12,02 mm, 11,07 mm dan 10,03 mm. Selanjutnya diameter zona hambat bakteri *Streptococcus thermophilus* dengan jenis material 1% yang diukur setiap 24 jam, 48 jam dan 72 jam. Diameter yang dihasilkan sebesar 14,03 mm, 13 mm dan 15,03 mm. jenis material 3% sebesar 12,05 mm, 11,05 mm dan 12,07 mm kemudian jenis material 5% dihasilkan rerata zona hambat sebesar 10,17 mm, 10,05 dan 12,03 mm. Zona hambat yang terbentuk dari tiga material uji pada

ketiga bakteri uji menunjukkan respon hambatan pertumbuhan yang kuat karena rata-rata zona hambat diatas 10 – 20 mm.

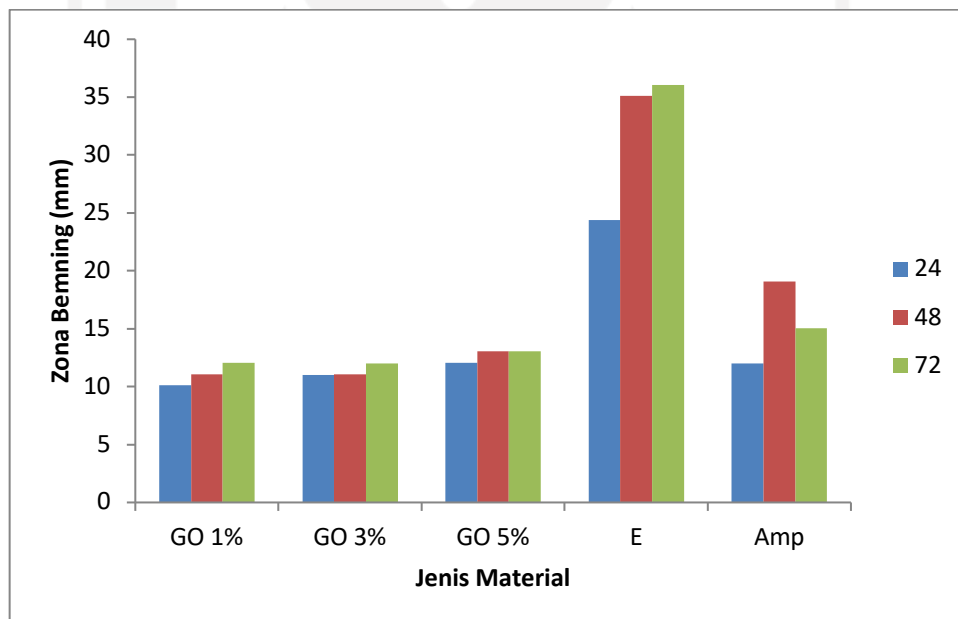
Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa diameter zona hambat yang terbentuk dari bakteri *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* dan *Streptococcus thermophilus* memiliki perbedaan zona hambat yang terbentuk. Pada *E.coli* (gram negatif) lebih kecil dibandingkan dengan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Streptococcus* yang merupakan bakteri gram positif. Hal ini sesuai dengan pernyataan Zuhud et al (2001) mengatakan bahwa bakteri gram negatif memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap antimikroba dibandingkan dengan bakteri gram positif. Perbedaan zona hambat dipengaruhi oleh setiap struktur dinding sel antara bakteri gram positif dan bakteri gram negatif. Hal ini sesuai dengan (Dharmawan, 2009) yang menyatakan bahwa terdapat perbedaan besar zona hambat yang diperoleh dalam penelitian disebabkan oleh senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh masing-masing bakteri yang memiliki struktur kimia serta komposisi dan kandungan yang berbeda. Perbedaan zona hambat yang terjadi diduga terjadi karena dinding sel yang berbeda, dinding sel pada bakteri gram positif yang terdiri atas peptidoglikan yang sangat tebal mampu untuk memberikan kekakuan sehingga dapat mempertahankan keutuhan selnya, Ajizah et al (2007). Selain itu bakteri gram negatif mengandung lipopolisakarida yang dapat melindungi bakteri dengan cara menghalangi masuknya antibiotik Campbell et al. (1996)



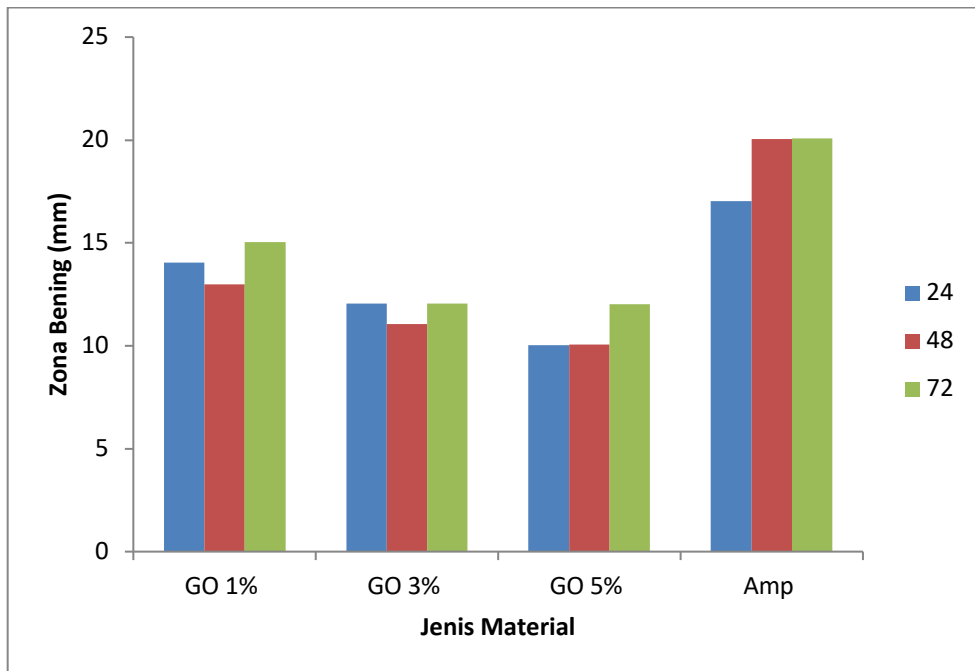


(c)

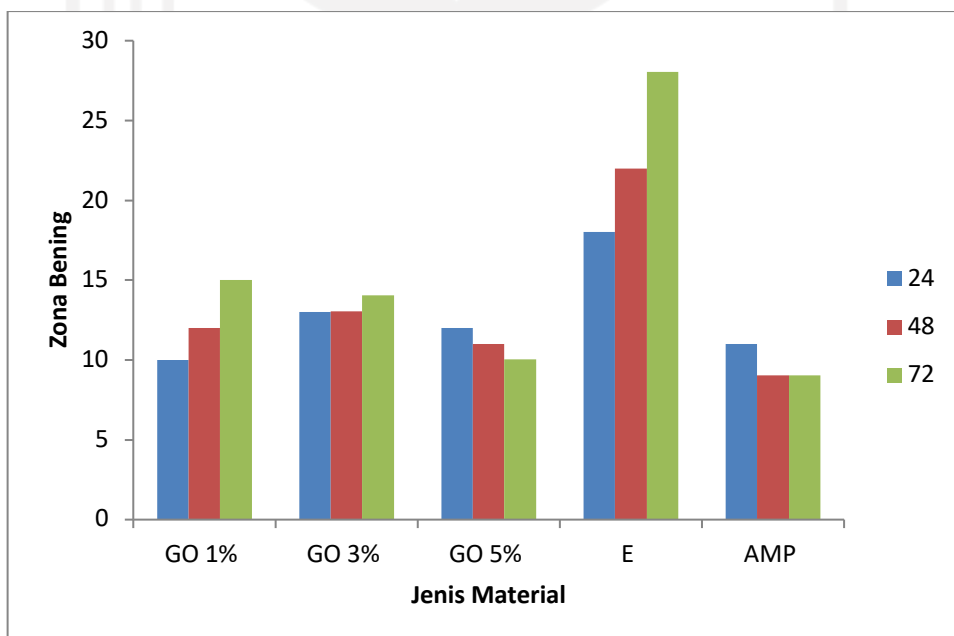
Gambar 4.2 Zona Bening (a) ; Bakteri Escherichia Coli (b) ; Bakteri Streptococcus Thermophiles (c) ; Bakteri Staphylococcus Aureus dengan Metode Difusi



Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengukuran Diameter Zona Hambat Bakteri Escherichia Coli



Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengukuran Diameter Zona Hambat Bakteri *Streptococcus thermophiles*



Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengukuran Diameter Zona Hambat Bakteri *Staphylococcus Aureus*

Hasil dari uji aktivitas antibakteri dengan material GO/Asam asetat terhadap bakteri *Escherichia coli*, *Streptococcus thermophilus* dan *Staphylococcus aureus* dari diagram batang pada gambar menunjukkan bahwa semakin bertambahnya waktu maka zona bening/hambat semakin besar maka material tersebut memiliki zat antibakteri atau dapat membunuh bakteri (bakterisidal). Tetapi jika semakin bertambahnya waktu zona bening relatif tetap atau berkurang artinya material tersebut tidak memiliki kemampuan sebagai antibakteri tetapi hanya dapat menghambat pertumbuhan bakteri (bakteriostatik).

Uji efektivitas bakteri dilakukan dengan 3 variasi waktu yaitu 24 jam, 48 jam dan 72 jam. Pada bakteri *E.Coli* zona hambat yang dihasilkan pada setiap komposisi dengan variasi waktu yang berbeda naik, artinya semakin bertambahnya waktu zona hambat yang dihasilkan semakin besar. Maka material tersebut memiliki kemampuan sebagai antibakteri (bakterisidal). Material yang paling konsisten optimum nya berada pada jenis material GO/Asetat 3%.

Bakteri *Streptococcus thermophilus* menghasilkan zona hambat pada setiap komposisi dengan variasi waktu yang berbeda turun, artinya semakin bertambahnya waktu zona hambat yang dihasilkan relatif tetap atau berkurang maka material tersebut tidak memiliki kemampuan sebagai anti bakteri tetapi hanya dapat menghambat pertumbuhan bakteri (bakteriostatik). Dari diagram batang bakteri *Streptococcus Thermophilus* material yang paling konsisten optimum berada pada jenis material GO/Asetat 3%.

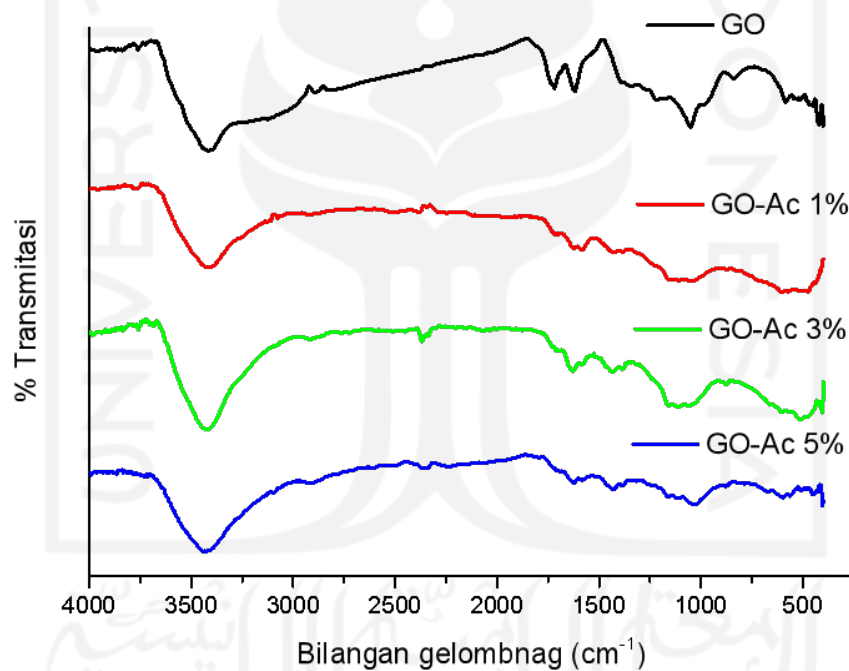
Bakteri *Staphylococcus aureus* menghasilkan zona hambat pada setiap komposisi dengan variasi waktu yang berbeda naik turun, pada variasi waktu 24 jam zona hambat bertambah, pada variasi waktu 48 jam bertambah kemudian menurun dan pada variasi waktu 72 jam zona hambat menurun. Maka material tersebut tidak memiliki kemampuan sebagai anti bakteri atau resisten tetapi hanya dapat menghambat pertumbuhan bakteri (bakteriostatik). Konsentrasi yang paling optimum berada pada jenis material GO/Asetat 3%.

4.3 Hasil uji *Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)*

Analisis gugus fungsi dari material GO/Asetat dilakukan dengan karakterisasi *Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)*. Gugus fungsi

yang muncul ditandai oleh adanya puncak transmitansi dari pola grafik *FTIR*. Masing-masing gugus fungsi yang muncul terdapat bilangan gelombang yang berbeda berdasarkan kemampuan gugus fungsi yang menyerap sinar inframerah dan bergetar dari spectrum inframerah.

Pola grafik yang terdapat cekungan atau gelombang pada spectrum transmitansi menunjukkan adanya partikel yang berinteraksi dengan radiasi sinar inframerah. Gelombang tersebut menunjukkan bahwa terdapat ikatan unsur pada material yang diuji.



Gambar 4.6 Hasil Karakteristik Graphite Oxide menggunakan FTIR.

Berdasarkan Gambar 4.6 dapat dilihat bahwa terdapat serapan pada bilangan gelombang 3420 cm^{-1} , 3422 cm^{-1} , 3439 cm^{-1} yang tajam dan sangat khas menunjukkan adanya vibrasi gugus O-H yang dapat disimpulkan bahwa graphite oxide memiliki kandungan air di dalamnya. Sedangkan pada bilangan gelombang 1428 cm^{-1} , 1385 cm^{-1} , terdapat gugus asetil CH_3 . Pada bilangan gelombang

1627 cm^{-1} , 1624 cm^{-1} terdapat gugus C=C aromatic. Pada bilangan gelombang 1054 cm^{-1} , 1113 cm^{-1} , dan 1029 cm^{-1} terdapat gugus C-O.

4.4 Hasil Uji Anova Satu Arah

Tabel 4.1. Test Homogeneity of Variance Antar Bakteri Yang Sama Dengan Variasi Komposisi

Jenis bakteri	Perbandingan GO : Asetat	df 1	df 2	Sig
E.Coli	1%	2	6	0,439
	3%	2	6	0,430
	5%	2	6	0,568
Streptococcus	1%	2	6	0,709
	3%	2	6	0,425
	5%	2	6	0,471
S. Aureus	1%	2	6	0,409
	3%	2	6	0,031
	5%	2	6	0,589

Berdasarkan tabel di atas data tidak homogen sehingga tidak dapat ditentukan beda signifikan. Tetapi penambahan konsentrasi material *graphite oxide* menunjukkan diameter zona bening yang semakin besar.

Tabel 4.2 Test Anova Antara Bakteri Yang Sama dengan Variasi Komposisi

Jenis bakteri	Konsentrasi		Sum of squares	df	Mean square	F	Sig
E.Coli	1%	Between groups	5,626	2	2.813	320,064	0,000
		Within groups	0,053	6	0,009		
		Total	5,679	8			
	3%	Between groups	2,008	2	1,004	1348,672	0,000
		Within Groups	0,004	6	0,001		
		Total	2,012	8			
	5%	Between groups	2,000	2	1,000	424,585	0,000
		Within groups	0,14	6	0,002		
		Total	2,014	6			
Streptococcus thermophilus	1%	Between groups	6,202	2	3,101	558,200	0,000
		Within Groups	0,033	6	0,006		
		Total	6,236	8			
	3%	Between groups	2,047	2	1,024	248,332	0,000
		Within Groups	0,025	6	0,004		
		Total					

		Total	2,072	8			
	5%	Between groups	8,002	2	4,001	1800,375	0,000
		Within groups	0,013	6	0,002		
		Total	8,015	8			
S. Aureus	1%	Between groups	38,200	2	19,100	85950,600	0,000
		Within groups	0,001	6	0,000		
		Total	38,202	8			
	3%	Between groups	2,054	2	1,027	754,508	0,000
		Within Groups	0,008	6	0,001		
		Total	2,063				
	5%	Between Groups	5,961	2	2,980	7663,657	0,000
		Within Groups	0,002	6	0,000		
		Total	5,963	8			

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil uji aktivitas antibakteri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* dan *Streptococcus thermophilus* menunjukkan konsentrasi optimum berada pada jenis material GO/Asetat 3%. Pada bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Streptococcus thermophilus* tidak memiliki kemampuan sebagai zat antibakteri (bakterisidal) tetapi hanya menghambat pertumbuhan bakteri (bakteriostatik).
2. Hasil dari analisis material *graphite oxide* dengan menggunakan *Scanning Electron Microscopy (SEM)* menunjukkan ada perbedaan permukaan morfologi material *graphite oxide (GO)* termodifikasi asam asetat pada konsentrasi 5% dengan permukaannya yang lebih rapat. Hasil dari *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* menunjukkan adanya bilangan gelombang 3420 cm^{-1} , 3422 cm^{-1} , 3439 cm^{-1} yang tajam dan sangat khas menunjukkan adanya vibrasi gugus O-H yang dapat disimpulkan bahwa *graphite oxide* memiliki kandungan air di dalamnya. Sedangkan pada bilangan gelombang 1428 cm^{-1} , 1385 cm^{-1} , terdapat gugus asetil CH_3 . Pada bilangan gelombang 1627 cm^{-1} , 1624 cm^{-1} terdapat gugus $\text{C}=\text{C}$ aromatic. Pada bilangan gelombang 1054 cm^{-1} , 1113 cm^{-1} , dan 1029 cm^{-1} terdapat gugus C-O.
3. Material yang efektif digunakan pada jenis bakteri *Escherichia coli*
4. Hasil uji anova satu arah data tidak homogen sehingga tidak bisa ditentukan nilai signifikansinya. Tetapi penambahan konsentrasi material *graphite oxide* menunjukkan diameter zona bening yang semakin besar.

5.2 Saran

- 1 Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan metode yang lain

2. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan jenis asam organik yang lain
3. Karakterisasi yang digunakan untuk memperkuat hasil sebaiknya bisa menggunakan instrument lainnya



DAFTAR PUSTAKA.

- Agustrina, G. 2011. *Potensi Propolis Lebah Madu Apis Malifera spp sebagai Bahan Antibakteri*. Skripsi. Bogor: Departemen Biokimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor.
- Ajizah, A. Thihana dan Mirhanuddin. 2007. *Potensi Ekstrak Kayu Ulin (Eusideroxylon zwageri T et B) Dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri Staphylococcus aureus Secara In Vitro*. BIOSCIENTIAE. Volume 4, Nomor 1, Januari 2007.
- Akhavan, O., Ghaderi, E., 2010, *Toxicity of Graphene and Graphene Oxide Nanowalls against Bacteria*. ACS Nano, Vol.4, Hal. 5731–5736
- Annisa. 2017. *Uji Aktivitas Antibakteri Senyawa Difeniltimah(IV) Di-3-Klorobenzoat dan Trifeniltimah(IV) 3-Klorobenzoat terhadap Bakteri Gram Negatif Pseudomonas aeruginosa dan Gram Positif Bacillus subtilis*. Tesis. Lampung: Program Pascasarjana Magister Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
- Badan POM. 2003. *Higiene dan Sanitasi Pengolahan Pangan. Direktorat Surveilans dan Penyuluhan Keamanan Pangan Deputi Bidang Pengawasan Keamanan Pangan dan Bahan Berbahaya*.
- Balsam, M., S., & E. Sagarin. 1992. *Cosmetic Science and Technology Vol. I, 2 nd Edition*. New York: A. Willey Interscience.
- Bo, Zheng., Shuai, Xiaorui., Mao, Shun. Yang, Huachao., Jiajing, Qian. Chen, Junhong., Yan, Jianhua. dan Cen, Kefa. 2014. *Green Preparation of Reduced Graphene Oxide for Sensing and Energy Storage Applications*. Sci. Rep. 4 (4684), 1-8.
- Bonang, G. 1992. *Mikrobiologi Untuk Profesi Kesehatan Edisi 16*. Buku Kedokteran EGC. Jakarta.

- Brooks, I. 2001. *Recovery of anaerobic bacteria from four children with postthoractomy sterna wound infection*. Journal of Pediatrics, 109:110.
- Buckle, K.A. Edwards, R.A. Fleet, G.H. 2010. *Ilmu Pangan*. Jakarta: UI-Press.
- Cahyana, A. A. 2014. *Analisa SEM (Scanning Electron Microscope) Pada Kaca Tzn Yang Dikristalkan*. Solo: Fisika UNS.
- Campbell, N. A., Reece, Jane. B. dan Mitchell, Lawrence. G. 1996. *Biologi*. Edisi kelima, Jilid I. Terjemahan dari Biology, Oleh Rahayu Lestari. Erlangga, Jakarta.
- Dharmawan, I.W.E., Kawuri, Retno. dan Parwayani, M. S. 2009. *Isolasi Streptomyces Spp. Pada Kawasan Hutan Provinsi Bali Serta Uji Daya Hambatnya Terhadap Lima Strain Diarrheagenic Escherichia Coli*. Jurnal Biologi XIII (1) : 1 – 6.
- Fathia, Azka. 2018. *Sintesis Dan Karakterisasi Graphene Oxide Terkombinasi Nanopartikel Perak Dalam Fase Cair*. Yogyakarta : FMIPA UNY
- Ferianto, A. 2012. *Pola Resistensi Staphylococcus aureus yang Diisolasi dari Mastitis pada Sapi Perah di Wilayah Kerja KUD Argopuro Krucil Probolinggo Terhadap Antibiotika*. Skripsi. Fakultas Kedokteran Hewan. Universitas Airlangga.
- Fetsch, A. 2017. *Staphylococcus aureus*. Germany: Academic Press
- Geim, A. K. dan Novoselov, K. S. 2007. *The Rise of Graphene*. Nature Materials. vol.6. 1-14.
- Ghozali, Imam. 2009. *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program SPSS*. UNDIP: Semarang.
- Usman, Husaini. 2006. *Pengantar Statistika*. Bumi Aksara: Jakarta.
- Janeta, M.N. 2011. *Pengaruh Waktu Fermentasi dan Pemanasan Terhadap tingkat Keasaman Cuka Nira Aren*. Skripsi. Universitas Pelita Harapan. Surabaya.

- Jawet, Ernest, L., Joseph, Melnick, & Edward, A. 1996. *Mikrobiologi Kedokteran*. Jakarta : EGC
- Jawetz, Melnick & Adelberg. 2012. *Mikrobiologi Kedokteran*, Alih Bahasa Aryandhito Widhi Nugroho., *et.al.* editor edisi Bahasa Indonesia Adisti Adityaputri Edisi 25, EGC, Jakarta.
- Jawetz, Melnick & Adelberg. 2013. *Medical Microbiology*. 26 th Edition. Jakarta: EGC.
- Kristianingrum, Susila. 2014. *Handout Spektroskopi Infra Merah*. Yogyakarta: Jurusan Pendidikan Kimia Universitas Negeri Yogyakarta.
- Kulla, P, D, K. 2016. *Uji Aktivitas Antiakteri dari Ekstrak Bawang Lanang (Allium sativum L.) terhadap Pertumbuhan Bakteri Staphylococcus aureus dan Escherichia coli*. Skripsi. Yogyakarta: Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sanata Dharma.
- Lasky, Ron. 2015. *Graphene : An Unlikely Candidate to Replace in Flat Panel Displays*. <http://www.indium.com/blog/graphene-an-unlikelycandidate-to-replace-ito-in.flat.panel-display>. diunduh pada tanggal 18 Desember 2017.
- Maradona, D., 2013. *Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Durian (Durio zybethinus L), Daun Lengkek, (Dimocarpus longan Lour), dan Daun Rambutan (Nephelium lappaceum L) terhadap Bakteri Staphylococcus aureus ATCC 25925 dan Escherichia coli ATCC 25922*. Skripsi. Jakarta: Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Program Studi Farmasi.
- Maya, C. 2016. *Streptococcus Thermophilus Benefit & Side Effect*. <http://Probioticsamerica.com/streptococcus-themophilus/> diakses pada tanggal 22 Maret 2012.
- Muthahhari, Naufal., M. Fajar Kurnia., S. Sagung, Aditya Oka., Winarsih, Suci dan Andjani, Dwika. 2013. *Sejarah Penemuan, Sifat dan Karakteristik*,

- Teknik Karakteristik, Metode Sintesis, Serta Aplikasi Graphene*. Makalah Nanomaterial. Universitas Padjajaran.
- Novia, D. 2012. *Pembuatan Soyghurt Nabati Melalui Fermentasi Susu Kacang Merah (Phaseolus vulgaris) Menggunakan Kultur Backslop (skripsi)*. Universitas Indonesia.
- Nugraha, Yoga. 2016. *Pengenalan Spektroskopi FTIR*. Bandung: Prodi Pendidikan Kimia Pascasarjana FMIPA UPI.
- Octavia, R. 2014. *Pengaruh Konsentrasi Larutan Nanopartikel Perak Terhadap Tegangan Keluaran Sel Volta yang berisi larutan H₂SO₄*. Yogyakarta: FMIPA UN.
- Ossila. 2013. Graphene Oxide Powder and Solutions. <https://www.ossila.com/products/graphene-oxide-powders> diunduh pada tanggal 12 Maret 2017.
- Paju, N., Yamlean P. V., Kojong N. 2013. *Uji Efektivitas Salep Ekstrak Daun Binahong (Anredera cordifolia (Ten Steenis) pada kelinci yang Terinfeksi Bakteri Staphylococcus aureus*. Jurnal Ilmiah Farmasi. ISSN: 2302-2493. Vol.02, No.01.
- Pratama, M. R., 2005. *Pengaruh Ekstrak Serbuk Kayu Siwak (Salvadora persica) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Streptococcus mutans dan Staphylococcus aureus Dengan Metode Difusi Agar*, Skripsi. IPB. Bogor.
- Pratiwi, S.T., 2008. *Mikrobiologi Farmasi*, Jakarta: Erlangga.
- Pratiwi, Phatma D. 2016. *Preparasi Nanomaterial Karbon Menggunakan Metode Liquid Mechanical Exfoliation Dibantu dengan Linear Alkylbenzene Sulfonate dengan Variasi Waktu Pencampuran*. Yogyakarta: Prodi Fisika Universitas Negeri Yogyakarta.

- Sagar, A. 2016. *Morphology of E. coli*. Departemen Mikrobiologi. Kolese St.Xavier. Kathmandu, Nepal.
- Syafiqoh, Fathmah. 2014. “*Analisis Gelatin Sapid an Gelatin Babi pada Produk Cangkang Kapsul Keras Obat dan Vitamin Menggunakan FTIR dan KCKT*”. Skripsi. Jakarta: Fak. Kedokteran dan Ilmu Kesehatan UIN Syarif Hidayatullah.
- Supriyanto, Agus., Surtiningsih., Tini dan Khoerulumah, Fita. 2013. *Pengaruh Pemberian Pupuk Hayati (Biofertilizer) Dan Media Tanam Yang Berbeda Pada Pertumbuhan Dan Produktivitas Tanaman Cabai Rawit (Capsicum frutescens L) Di Polybag*. Jurnal Sains Dan Teknologi.UNAIR
- Syakir, N. 2015. *Kajian Pembuatan Untuk Oksida Grafit untuk Produksi Oksida Graphene dalam Jumlah Besar*. Jatinangor: Departemen Fisika Universitas Padjajaran.
- Suharyono. 2008. *Diare Akut : Klinik dan Laboratorik*. Jakarta : Rinneka Cipta.
- Tenover, F. C. (2009). *Antibiotic Susceptibility Testing. Encyclopedia of Microbiology*, 67–77.
- Truong & Lee. 2013. *Graphene Form Fundamental to Future Application*. South Korea: Chonbuk National University.
- Vita, E. 2015. *Kajian Pengaruh Konsentrasi Urea Dalam Sifat Optik Nanofiber Graphene Oxide/Pva (polyvibyl alcohol) Yang Difabrikasi Menggunakan Teknik Electrospinning*. Yogyakarta: UGM.
- Wang, S., Yi, Min., Liang, S., Shen, Z., Zhang, X. dan Ma, Shulim. (2014). *The Effect of Surfactant and Their Concentrations On The Liquid-Exfoliation of Graphene*. Cina: Beijing University.
- Waluyo, L. 2004. *Mikrobiologi Umum*. Malang: UMM Press
- Warsa UC. 2010. *Kokus positif gram. Dalam: Syahrurachman A, Chatim A, Soebandrio A, Karuniawati A, Santoso AUS, Harun BMH*. Buku ajar

mikrobiologi kedokteran edisi revisi. Jakarta: Binarupa Aksara Publisher, pp: 125-134.

Zuhud, E. A. M., Pudji, R.W., C. Wijaya., Sari, H. dan Puspita, P. 2001. *Aktivitas Antimikroba Ekstrak Kedawung (Parkia roxburghii G. Don) Terhadap Bakteri Patogen*. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. Vol XII No.1 : 6.



Lampiran 1

1. Esherichia Coli

Waktu (jam)	GO 1%	GO 3%	GO 5%	E	Amp
24	10	11	12	30	12
	10,2	11	12	30,05	12
	10,1	11,03	12,1	13,05	12,07
48	11	11	13	35	19
	11,2	11,05	13,04	35,2	19,1
	11	11,07	13,08	35,12	19,06
78	12	12	13	36	15
	12,1	12,03	13	36,1	15,1
	12,01	12,05	13,08	36,1	15,05

2. Staphylococcus Thermophiles

Waktu (jam)	GO 1%	GO 3%	GO 5%	E	Amp
24	10	11	12	30	12
	10,2	11	12	30,05	12
	10,1	11,03	12,1	13,05	12,07
48	11	11	13	35	19
	11,2	11,05	13,04	35,2	19,1
	11	11,07	13,08	35,12	19,06
78	12	12	13	36	15
	12,1	12,03	13	36,1	15,1
	12,01	12,05	13,08	36,1	15,05

3. Steptococcus Auereus

Waktu (jam)	GO 1%	GO 3%	GO 5%	E	Amp
24	10	13	12	18	11
	10,01	13,02	12,04	18	11,03
	10,01	13,01	12,02	18,05	11,02
48	12	13	11	22	9
	12,03	13,05	11	22	9
	12,01	13,04	11,02	22,02	9,1
78	15	14	10	28	9
	15,04	14,1	10,05	28,05	9,03
	15,02	14	10,03	28,05	9,02

Lampiran 2 :

1. Output Staphylococcus Aureus

		Descriptives							
		95% Confidence Interval for Mean							
		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound	Min	Max
GO 1	24	3	10.0067	.00577	.00333	9.9923	10.0210	10.00	10.01
	48	3	12.0133	.01528	.00882	11.9754	12.0513	12.00	12.03
	72	3	15.0200	.02000	.01155	14.9703	15.0697	15.00	15.04
	Total	9	12.3467	2.18522	.72841	10.6670	14.0264	10.00	15.04
GO 3	24	3	13.0100	.01000	.00577	12.9852	13.0348	13.00	13.02
	48	3	13.0300	.02646	.01528	12.9643	13.0957	13.00	13.05
	72	3	14.0333	.05774	.03333	13.8899	14.1768	14.00	14.10
	Total	9	13.3578	.50776	.16925	12.9675	13.7481	13.00	14.10
GO 5	24	3	12.0200	.02000	.01155	11.9703	12.0697	12.00	12.04
	48	3	11.0067	.01155	.00667	10.9780	11.0354	11.00	11.02
	72	3	10.0267	.02517	.01453	9.9642	10.0892	10.00	10.05
	Total	9	11.0178	.86335	.28778	10.3541	11.6814	10.00	12.04

Test of Homogeneity of Variances					
		Levene Statistic	df 1	df 2	Sig.
GO 1	Based on Mean	1.040	2	6	.409
	Based on Median	.875	2	6	.464
	Based on Median and with adjusted df	.875	2	4.923	.473
	Based on trimmed mean	1.035	2	6	.411
GO 3	Based on Mean	6.559	2	6	.031
	Based on Median	.430	2	6	.669
	Based on Median and with adjusted df	.430	2	2.556	.690
	Based on trimmed mean	5.307	2	6	.047
GO 5	Based on Mean	.578	2	6	.589
	Based on Median	.467	2	6	.648
	Based on Median and with adjusted df	.467	2	5.556	.650
	Based on trimmed mean	.574	2	6	.592

الجمعة، الأستد الاندو
الجمعة، الأستد الاندو

ANOVA								
				Surn of Squares	df	Mean Square	f	Sig.
GO 1	Between Groups	(Combined)		38.200	2	19.100	85950.600	.000
		Linear Term	Contrast	37.700	1	37.700	169651.200	.000
			Deviation	.500	1	.500	2250.000	.000
		Within Groups		.001	6	.000		
		Total		38.202	8			
GO 3	Between Groups	(Combined)		2.054	2	1.027	745.508	.000
		Linear Term	Contrast	1.571	1	1.571	1140.109	.000
			Deviation	.483	1	.483	350.907	.000
		Within Groups		.008	6	.001		
		Total		2.063	8			
GO 5	Between Groups	(Combined)		5.961	2	2.980	7663.657	.000
		Linear Term	Contrast	5.960	1	5.960	15325.886	.000
			Deviation	.001	1	.001	1.429	.277
		Within Groups		.002	6	.000		
		Total		5.963	8			

جامعة البصرة
الكلية الهندسية
الهندسة الكهربائية

Multiple Comparisons							
LSD							
Dependent variable	(I) waktu	(J) waktu	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
GO 1	24	48	-2.00667*	.01217	.000	-2.0364	-1.9769
		72	-5.01333*	.01217	.000	-5.0431	-4.9836
	48	24	2.00667*	.01217	.000	1.9769	2.0364
		72	-3.00667*	.01217	.000	-3.0364	-2.9769
	72	24	5.01333*	.01217	.000	4.9836	5.0431
		48	3.00667*	.01217	.000	2.9769	3.0364
GO 3	24	48	-.02000	.03031	.534	-.0942	.0542
		72	-1.02333*	.03031	.000	-1.0975	-.9492
	48	24	.02000	.03031	.534	-.0542	.0942
		72	-1.00333*	.03031	.000	-1.0775	-.9292
	72	24	1.02333*	.03031	.000	.9492	1.0975
		48	1.00333*	.03031	.000	.9292	1.0775
GO 5	24	48	1.01333*	.01610	.000	.9739	1.0527
		72	1.99333*	.01610	.000	1.9539	2.0327
	48	24	-1.01333*	.01610	.000	-1.0527	-.9739
		72	.98000*	.01610	.000	.9406	1.0194
	72	24	-1.99333*	.01610	.000	-2.0327	-1.9539
		48	-.98000*	.01610	.000	-1.0194	-.9406

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

2. Ouput

Descriptives									
						95% Confidence Interval for Mean			
		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound	Min	Max
GO 1	24	3	10.1000	.10000	.05774	9.8516	10.3484	10.00	10.20
	48	3	11.0667	.11547	.06667	10.7798	11.3535	11.00	11.20
	72	3	12.0367	.05508	.03180	11.8999	12.1735	12.00	12.10
	Total	9	11.0678	.84252	.28084	10.4202	11.7154	10.00	12.10
GO 3	24	3	11.0100	.01732	.01000	10.9670	11.0530	11.00	11.03
	48	3	11.0400	.03606	.02082	10.9504	11.1296	11.00	11.07
	72	3	12.0267	.02517	.01453	11.9642	12.0892	12.00	12.05
	Total	9	11.3589	.50156	.16719	10.9734	11.7444	11.00	12.05
GO 5	24	3	12.0333	.05774	.03333	11.8899	12.1768	12.00	12.10
	48	3	13.0400	.04000	.02309	12.9406	13.1394	13.00	13.08
	72	3	13.0267	.04619	.02667	12.9119	13.1414	13.00	13.08
	Total	9	12.7000	.50180	.16727	12.3143	13.0857	12.00	13.08

Test of Homogeneity of Variances					
		Levene Statistic	df 1	df 2	Sig.
GO 1	Based on Mean	.948	2	6	.439
	Based on Median	.175	2	6	.844
	Based on Median and with adjusted df	.175	2	3.745	.846
	Based on trimmed mean	.852	2	6	.473
GO 3	Based on Mean	.974	2	6	.430
	Based on Median	.343	2	6	.723
	Based on Median and with adjusted df	.343	2	4.990	.725
	Based on trimmed mean	.914	2	6	.450
GO 5	Based on Mean	.623	2	6	.568
	Based on Median	.022	2	6	.978
	Based on Median and with adjusted df	.022	2	4.515	.978
	Based on trimmed mean	.516	2	6	.621

الجمعة، الأستد الاندو

ANOVA								
				Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
GO 1	Between Groups	(Combined)		5.626	2	2.813	320.064	.000
		Linear Term	Contrast	5.626	1	5.626	640.128	.000
			Deviation	.000	1	.000	.001	.981
		Within Groups		.053	6	.009		
		Total		5.679	8			
GO 3	Between Groups	(Combined)		2.008	2	1.004	1348.672	.000
		Linear Term	Contrast	1.550	1	1.550	2082.649	.000
			Deviation	.458	1	.458	614.694	.000
		Within Groups		.004	6	.001		
		Total		2.012	8			
GO 5	Between Groups	(Combined)		2.000	2	1.000	424.585	.000
		Linear Term	Contrast	1.480	1	1.480	628.330	.000
			Deviation	.520	1	.520	220.840	.000
		Within Groups		.014	6	.002		
		Total		2.014	8			

جامعة البصرة
الكلية الهندسية
قسم الهندسة الكهربائية

Multiple Comparisons							
LSD							
Dependent variable	(I) waktu	(J) waktu	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
GO 1	24	48	-.96667*	.07655	.000	-1.1540	-.7794
		72	-1.93667*	.07655	.000	-2.1240	-1.7494
	48	24	.96667*	.07655	.000	.7794	1.1540
		72	-.97000*	.07655	.000	-1.1573	-.7827
	72	24	1.93667*	.07655	.000	1.7494	2.1240
		48	.97000*	.07655	.000	.7827	1.1573
GO 3	24	48	-.03000	.02228	.227	-.0845	.0245
		72	-1.01667*	.02228	.000	-1.0712	-.9622
	48	24	.03000	.02228	.227	-.0245	.0845
		72	-.98667*	.02228	.000	-1.0412	-.9322
	72	24	1.01667*	.02228	.000	.9622	1.0712
		48	.98667*	.02228	.000	.9322	1.0412
GO 5	24	48	-1.00667*	.03963	.000	-1.1036	-.9097
		72	-.99333*	.03963	.000	-1.0903	-.8964
	48	24	1.00667*	.03963	.000	.9097	1.1036
		72	.01333	.03963	.748	-.0836	.1103
	72	24	.99333*	.03963	.000	.8964	1.0903
		48	-.01333	.03963	.748	-.1103	.0836

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

3. Ouput Streptococcus Thermophiles

Descriptives									
95% Confidence Interval for Mean									
		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound	Min	Max
GO 1	24	3	14.0333	.05774	.03333	13.8899	14.1768	14.00	14.10
	48	3	13.0000	.10000	.05774	12.7516	13.2484	12.90	13.10
	72	3	15.0333	.05774	.03333	14.8899	15.1768	15.00	15.10
	Total	9	14.0222	.88286	.29429	13.3436	14.7008	12.90	15.10
GO 3	24	3	12.0500	.05000	.02887	11.9258	12.1742	12.00	12.10
	48	3	11.0467	.08083	.04667	10.8459	11.2475	11.00	11.14
	72	3	12.0667	.05774	.03333	11.9232	12.2101	12.00	12.10
	Total	9	11.7211	.50893	.16964	11.3299	12.1123	11.00	12.10
GO 5	24	3	10.0167	.02887	.01667	9.9450	10.0884	10.00	10.05
	48	3	10.0500	.05000	.02887	9.9258	10.1742	10.00	10.10
	72	3	12.0333	.05774	.03333	11.8899	12.1768	12.00	12.10
	Total	9	10.7000	1.00094	.33365	9.9306	11.4694	10.00	12.10

Test of Homogeneity of Variances					
		Levene Statistic	df 1	df 2	Sig.
GO 1	Based on Mean	.364	2	6	.709
	Based on Median	.333	2	6	.729
	Based on Median and with adjusted df	.333	2	6.000	.729
	Based on trimmed mean	.368	2	6	.706
GO 3	Based on Mean	.990	2	6	.425
	Based on Median	.050	2	6	.952
	Based on Median and with adjusted df	.050	2	4.202	.952
	Based on trimmed mean	.825	2	6	.482
GO 5	Based on Mean	.857	2	6	.471
	Based on Median	.167	2	6	.850
	Based on Median and with adjusted df	.167	2	4.000	.852
	Based on trimmed mean	.770	2	6	.504

الجمعة، الأستد الاندو

ANOVA								
				Sum of Squares	df	Mean Square	f	Sig.
GO 1	Between Groups	(Combined)		6.202	2	3.101	558.200	.000
		Linear Term	Contrast	1.500	1	1.500	270.000	.000
	Deviation		4.702	1	4.702	846.400	.000	
	Within Groups			.033	6	.006		
	Total			6.236	8			
GO 3	Between Groups	(Combined)		2.047	2	1.024	248.332	.000
		Linear Term	Contrast	.000	1	.000	.101	.761
	Deviation		2.047	1	2.047	496.562	.000	
	Within Groups			.025	6	.004		
	Total			2.072	8			
GO 5	Between Groups	(Combined)		8.002	2	4.001	1800.375	.000
		Linear Term	Contrast	6.100	1	6.100	2745.188	.000
	Deviation		1.901	1	1.901	855.562	.000	
	Within Groups			.013	6	.002		
	Total			8.015	8			

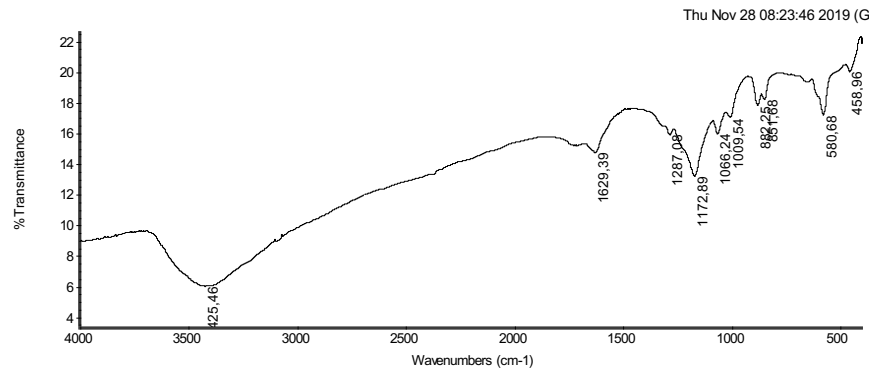
جامعة الزيتونة
البحر الأبيض المتوسط

Multiple Comparisons							
LSD							
Dependent variable	(I) waktu	(J) waktu	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
GO 1	24	48	1.03333*	.06086	.000	.8844	1.1822
		72	-1.00000*	.06086	.000	-1.1489	-.8511
	48	24	-1.03333*	.06086	.000	-1.1822	-.8844
		72	-2.03333*	.06086	.000	-2.1822	-1.8844
	72	24	1.00000*	.06086	.000	.8511	1.1489
		48	2.03333*	.06086	.000	1.8844	2.1822
GO 3	24	48	1.00333*	.05242	.000	.8751	1.1316
		72	-.01667	.05242	.761	-.1449	.1116
	48	24	-1.00333*	.05242	.000	-1.1316	-.8751
		72	-1.02000*	.05242	.000	-1.1483	-.8917
	72	24	.01667	.05242	.761	-.1116	.1449
		48	1.02000*	.05242	.000	.8917	1.1483
GO 5	24	48	-.03333	.03849	.420	-.1275	.0608
		72	-2.01667*	.03849	.000	-2.1108	-1.9225
	48	24	.03333	.03849	.420	-.0608	.1275
		72	-1.98333*	.03849	.000	-2.0775	-1.8892
	72	24	2.01667*	.03849	.000	1.9225	2.1108
		48	1.98333*	.03849	.000	1.8892	2.0775

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

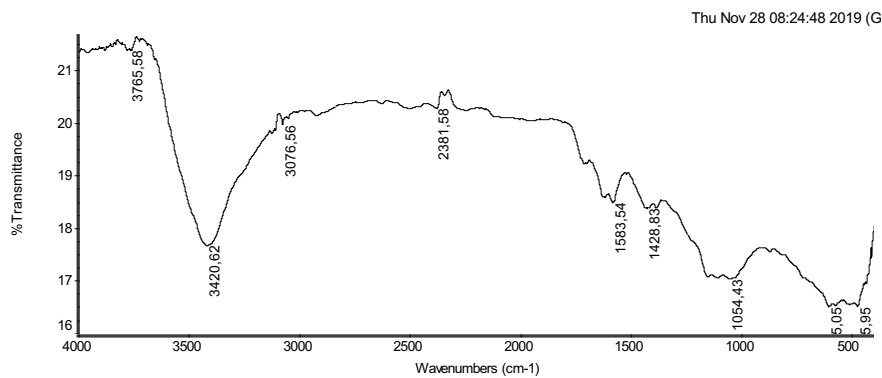
Lampiran 3 :

1. Gambar A



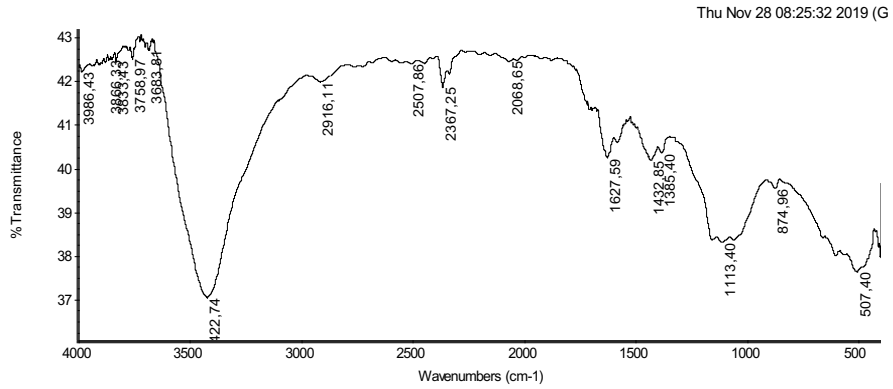
Collection time: Wed Nov 27 11:06:06 2019 (GMT+0
 Thu Nov 28 08:23:44 2019 (GMT+07:00)
 FIND PEAKS:
 Spectrum: *3257-1 GO
 Region: 4000,00 400,00
 Absolute threshold: 22,724
 Sensitivity: 60
 Peak list:
 Position: 3425,46 Intensity: 5,946
 Position: 1172,89 Intensity: 13,156
 Position: 1629,39 Intensity: 14,688
 Position: 1287,08 Intensity: 15,854
 Position: 1066,24 Intensity: 15,910
 Position: 1009,54 Intensity: 16,984
 Position: 580,68 Intensity: 17,146
 Position: 882,25 Intensity: 17,762
 Position: 851,68 Intensity: 18,156
 Position: 458,96 Intensity: 19,995
 Position: 402,81 Intensity: 21,845

2. Gambar B



Collection time: Wed Nov 27 11:22:48 2019 (GMT+0
 Thu Nov 28 08:24:46 2019 (GMT+07:00)
 FIND PEAKS:
 Spectrum: *3257-2 1%
 Region: 4000,00 400,00
 Absolute threshold: 21,785
 Sensitivity: 60
 Peak list:
 Position: 605,05 Intensity: 16,480
 Position: 475,95 Intensity: 16,481
 Position: 1054,43 Intensity: 17,004
 Position: 409,33 Intensity: 17,480
 Position: 3420,62 Intensity: 17,645
 Position: 1428,83 Intensity: 18,355
 Position: 1583,54 Intensity: 18,464
 Position: 3076,56 Intensity: 19,941
 Position: 2381,58 Intensity: 20,260
 Position: 3765,58 Intensity: 21,362

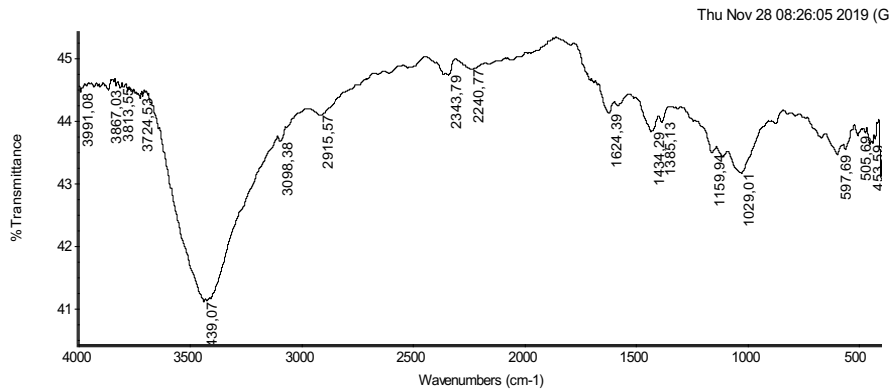
3. Gambar C



Collection time: Wed Nov 27 11:26:35 2019 (GMT+0)

Thu Nov 28 08:25:29 2019 (GMT+07:00)
 FIND PEAKS: *3287.3 3%
 Region: 4000.00 400.00
 Absolute threshold: 43.204
 Sensitivity: 60
 Peak list:
 Position: 3422.74 Intensity: 37.013
 Position: 507.40 Intensity: 37.507
 Position: 494.35 Intensity: 37.586
 Position: 1113.40 Intensity: 38.280
 Position: 874.96 Intensity: 39.517
 Position: 1432.85 Intensity: 40.163
 Position: 1627.59 Intensity: 40.210
 Position: 1385.40 Intensity: 40.333
 Position: 2367.25 Intensity: 41.538
 Position: 2916.11 Intensity: 41.969
 Position: 3986.43 Intensity: 42.197
 Position: 2917.88 Intensity: 42.369
 Position: 2068.65 Intensity: 42.437
 Position: 3833.43 Intensity: 42.538
 Position: 3986.33 Intensity: 42.455
 Position: 3759.97 Intensity: 42.653
 Position: 3683.81 Intensity: 42.689

4. Gambar D



Collection time: Wed Nov 27 11:30:22 2019 (GMT+0)

Thu Nov 28 08:26:03 2019 (GMT+07:00)
 FIND PEAKS: *3287.4 5%
 Region: 4000.00 400.00
 Absolute threshold: 45.450
 Sensitivity: 60
 Peak list:
 Position: 3439.07 Intensity: 41.086
 Position: 404.06 Intensity: 43.042
 Position: 1029.01 Intensity: 43.143
 Position: 597.69 Intensity: 43.442
 Position: 1159.94 Intensity: 43.465
 Position: 453.59 Intensity: 43.599
 Position: 3098.38 Intensity: 43.648
 Position: 505.68 Intensity: 43.743
 Position: 1434.29 Intensity: 43.810
 Position: 1385.13 Intensity: 43.907
 Position: 2915.57 Intensity: 44.075
 Position: 1624.39 Intensity: 44.082
 Position: 3724.53 Intensity: 44.341
 Position: 3981.08 Intensity: 44.344
 Position: 3867.03 Intensity: 44.478
 Position: 3813.55 Intensity: 44.508
 Position: 2343.79 Intensity: 44.719
 Position: 2240.77 Intensity: 44.812