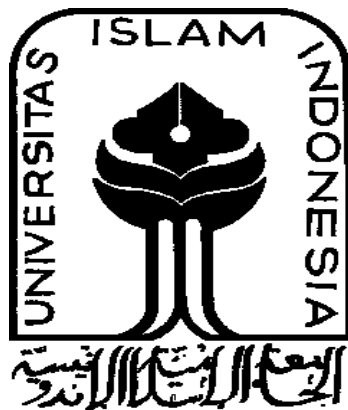


LAPORAN TUGAS AKHIR

**Uji Efektivitas Material Komposit *Graphite Oxide* (GO)
dan *Titanium Dioxide* (TiO₂) sebagai Antimikroba
dengan Metode Difusi**

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



Disusun oleh:

Aprilia Alfiani

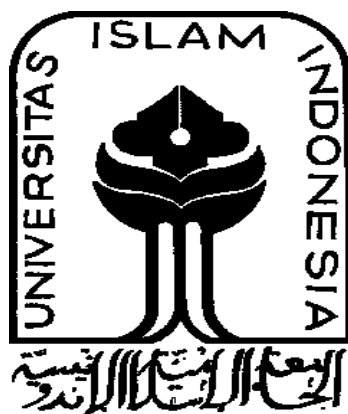
NIM: 17231053

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

LAPORAN TUGAS AKHIR

**Uji Efektivitas Material Komposit *Graphite Oxide* (GO)
dan *Titanium Dioxide* (TiO₂) sebagai Antimikroba
dengan Metode Difusi**

**Effectiveness Test of *Graphite Oxide* (GO) and *Titan
Dioxide* (TiO₂) Composite Material as Antimicrobialby
Diffusion Method**



Disusun oleh:

Aprilia Alfiani

NIM: 17231053

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III ANALISIS KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2020**

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR

**Uji Efektivitas Material Komposit *Graphite Oxide*
(GO) dan *Titanium Dioxide* (TiO₂) sebagai
Antimikroba dengan Metode Difusi**

Disusun oleh :

Aprilia Alfiani (17231053)

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Program
Studi D III Analisis Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam
Indonesia Pada tanggal 20 juli 2020

Menyetujui,

Ketua Program Studi



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

Dosen Pembimbing



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

الجامعة الإسلامية
الاستدراك

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

**Uji Efektivitas Material Komposit *Graphite Oxide*
(GO) dan *Titanium Dioxide* (TiO₂) sebagai
Antimikroba dengan Metode Difusi**

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Aprilia Alfiani

NIM : 17231053

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada tanggal 5 Agustus 2020
Susunan Tim Penguji

Pembimbing/Penguji

Penguji 1


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

Penguji 2


Bayu Wiyantoko, S. Si., M. Sc.
NIK: 132311101


Yuli Rohyami, S. Si., M.Sc.
NIK: 052316004


Mengetahui,
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Penegetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia




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

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini tidak terdapat bagian yang pernah digunakan untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau gelar lainnya di suatu Perguruan Tinggi dan sepengetahuan saya tidak terdapat bagian yang pernah ditulis dan diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 16 Juli 2020



Penyusun

MOTTO

"Dan Allah bersama orang-orang yang sabar."

(Al-Anfal ayat 66)

"Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan."

(Asy-Syarah ayat 5-6)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Laporan ini tidak akan selesai tanpa dukungan dari orang-orang terdekat yang selalu menyemangati, mendoakan dan membantu serta selalu ada saat saya butuh seseorang untuk sambat berbagai hal. Orang-orang tersebut adalah:

1. Bpk. Amat Nurudin dan Ibu. Siti Almunisah selaku ayah dan ibu saya yang selalu mendoakan, memberi perhatian dan pengertiannya
2. Teman-teman “Tukang Jalan” yaitu Aisyah Nur Hidayati, Novita Permata Sari, Talitha Nan Hafizhah, Rivaldi Imam Saputra, dan Listiawan Anggit Pradianta selaku sahabat yang selalu membantu, mendengarkan sambat saya dan memberi semangat selama proses laporan ini di buat
3. Aprilia Indah Novianti selaku patner penelitian yang selalu menghadapi susah senang bersama.
4. Teman-teman DIII Analisis kimia 2017 terkhusus kelas B
5. Dan teman-teman yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu

Terimakasih sebanyak-banyaknya pada orang-orang yang tertulis diatas, dan maaf jika banyak perkataan atau perbuatan saya yang menyinggung saat proses berjalannya pembuatan laporan ini. Kesempurnaan hanya dimiliki Allah SWT dan kekurangan berada di saya seorang.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis kepada Allah SWT, yang telah memberi karunia, kekuatan serta kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan pembuatan laporan Tugas Akhir. Laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari arahan, bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph. D. selaku Dekan Fakultas MIPA UII.
2. Tri Esti Purbaningtias, S.Si., M.Si. selaku Ketua Program Studi DIII Analisis Kimia UII.
3. Ganjar Fadillah, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Penelitian.
4. Aprisilia Rizi Wijaya dan Yorfana Ruwindiya selaku Laboran Laboratorium Kimia Terapan D III Analisis Kimia UII.
5. Seluruh Dosen dan Staf/karyawan administrasi dan laboratorium, Program Studi DIII Analisis Kimia Universitas Islam Indonesia.

Kepada semua pihak tersebut, penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan, bimbingan, dukungan dan doa yang diberikan. Penulis menyadari dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Harapan penulis, semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat memberi manfaat dan wawasan mengenai ilmu pengetahuan.

Yogyakarta, 16 Juli 2020

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
INTISARI	xii
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. <i>Graphene Oxide</i> (GO)	4
2.2. <i>Titanium Dioxide</i> (TiO ₂).....	5
2.3. <i>Escherichia coli</i> (E. coli)	5
2.4. <i>Streptococcus thermophiles</i>	7
2.5. <i>Staphylococcus aureus</i> (S. aureus).....	8
2.6. <i>Scanning Electron Microcope</i> (SEM).....	9
2.7. <i>Fourier Transform Infra Merah</i> (FTIR)	11
2.8. Spektrofotometer UV-Visibel	12
2.9. Pengukuran Aktivitas Antibakteri.....	14
2.10. Uji Anova.....	16
BAB III METODOLOGI.....	18
3.1. Alat	18
3.2. Bahan	18
3.3. Cara Kerja	18
3.3.1. Pembuatan <i>Graphite Okside</i> (GO).....	18

3.3.2. Pembuatan Titanium Dioxide (TiO ₂)	18
3.3.3. Pembuatan campuran GO/TiO ₂ dengan perbandingan 1:0,5; 1:1; 1:2.....	19
3.3.4. Sterilisasi alat	19
3.3.5. Pembuatan media Na.....	19
3.3.6. Penanaman bakteri pada media	19
3.3.7. Penanaman bakteri pada media	19
3.3.8. Uji Aktivitas Antibakteri.....	20
3.3.9. Karakteristik GO/TiO ₂	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
41. <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	21
42. <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FT-IR).....	22
43. Spektrofotometri UV-Vis.....	24
44. Uji aktivitas antibakteri.....	24
45. Uji Anova Satu Arah.....	28
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	34
51. Kesimpulan	34
52. Saran	35
DAFTAR PUSTAKA.....	36
LAMPIRAN.....	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Graphite Oxide	4
Gambar 2.2 Morfologi bakteri <i>Escherichia coli</i>	6
Gambar 2.3 Morfologi bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	8
Gambar 2.4 Morfologi bakteri <i>Streptococcus thermophiles</i>	9
Gambar 2.5 Skema Scanning Electron Microcope.....	10
Gambar 2.6 Skema Alat FTIR.....	12
Gambar 2.7 Prinsip Spektrofotometer UV-Visibel	13
Gambar 2.8 Klasifikasi efektifitas suatu zat antibakteri.....	15
Gambar 4.1 Karakteristik <i>Scanning Electron Microscope</i> GO/TiO ₂	22
Gambar 4.2 Grafik FTIR GO, TiO ₂ dan GO/TiO ₂	23
Gambar 4.3 Grafik Spektrofotometri GO, TiO ₂ , dan GO/TiO ₂	24
Gambar 4.4 (a) Zona bening bakteri <i>E. Coli</i> , (b) Zona bening bakteri <i>Streptococcus thermophiles</i> , (c) Zona bening bakteri <i>S. aureus</i> ...	25
Gambar 4.5 Grafik batang pengukuran Zona Bening <i>E. coli</i> , <i>Streotococcus</i> <i>thermophiles</i> , dan <i>S. aureus</i>	26

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Klasifikasi efektifitas suatu zat antibakteri.....	15
Tabel 4.1. Penentuan Karakteristik GO/TiO ₂ dengan FTIR.....	23
Tabel 4.2 <i>Test Homogeneity of variance</i> antara Bakteri yang sama dengan Variasi komposisi.....	29
Tabel 4.3 Test Anova antara Bakteri yang sama dengan Variasi komposisi....	29
Tabel 4.4 <i>Test Homogeneity of variance</i> antara Nilai optimum dengan Kontrol positif	31
Tabel 4.5 Test Anova antara Nilai optimum dengan Kontrol positif	31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengukuran Zona Hambat	40
Lampiran 2 Uji Anova Satu Arah.....	42

Uji Efektivitas Material Komposit *Graphite Oxide* (GO) dan *Titanium Dioxide* (TiO₂) sebagai Antimikroba dengan Metode Difusi

Aprilia Alfiani

Program Studi D III Analisis Kimia FMIPA Universitas Islam Indonesia

Jl. Kaliurang KM 14,5 Yogyakarta

Email: Aprili4alfiani@gmail.com

INTISARI

Telah dilakukan pengujian efektifitas material *graphite okside* yang di modifikasi dengan *titanium dioksida* dengan menggunakan metode difusi. Pengujian material GO/TiO₂ dikarakteristik dengan *fourier transform infrared* (FTIR), spektrofotometer UV-Vis, dan *scanning electron microscope* (SEM). Dilakukan uji anova satu arah sebagai uji beda signifikan antar bakteri yang sama tetapi beda variasi komposisi dan uji beda signifikan antara nilai optimum dengan kontrol positif. Pengujian aktivitas antibakteri, pada bakteri *E. Coli* memiliki kemampuan sebagai resistensi atau anti pembunuh bakteri (antibiotik), bakteri *streptococcus* dan *S. aureus* tidak memiliki kemampuan sebagai antigen bakteri tetapi hanya bisa membunuh dan nilai optimum perbandingan variasi komposisi pada bakteri *E. coli*, *Streptococcus thermophiles*, dan *S. aureus* berada pada jenis material GO/TiO₂ perbandingan 1:2. Hasil analisa Graphite oksida pada instrumen *scanning electron microscope* (SEM) menunjukkan SEM dengan bentuk morfologi permukaan GO/TiO₂ secara kualitatif. Pengujian FTIR spektrum GO/TiO₂ memberikan spektra serapan O-H pada 3441 cm⁻¹, C = C pada 1618 cm⁻¹, dan pita intens baru C = O pada 1722 cm⁻¹, dan CO pada 1057 cm⁻¹. Pengujian spektrofotometer UV-Vis grafik antara absorbansi terhadap panjang gelombang terdapat 3 puncak, campuran GO/TiO₂ menunjukkan Z 230 cm⁻¹, pada TiO₂ 242 cm⁻¹, dan GO 355 cm⁻¹. Uji beda antar bakteri yang sama tetapi beda variasi komposisi untuk hasil tes homogenitas bakteri *E. coli*, *Streptococcus thermophiles*, dan *S. aureus* dari varian, nilai signifikannya > 0,05 artinya tidak homogen. Hasil uji anova pada bakteri *E. coli* dan *S. aureus* Sig < 0,05 artinya menghasilkan rata-rata variasi komposisi yang berbeda. Sedangkan pada bakteri *streptococcus* sig > 0,05 artinya menghasilkan variasi komposisi yang sama. Uji beda signifikan antar optimum dengan kontrol positif, hasil tes homogenitas *E. coli*, *Streptococcus thermophiles*, dan *S. aureus* dari varian, nilai signifikannya > 0,05 artinya tidak homogen. Hasil uji anova pada bakteri *E. coli* dan *S. aureus* Sig < 0,05 artinya menghasilkan rata-rata variasi komposisi yang berbeda. Bakteri *Streptococcus thermophiles* memiliki nilai optimum sig > 0,05 yaitu menghasilkan variasi komposisi yang sama, sedangkan pada kontrol sig < 0,05 menghasilkan rata-rata variasi komposisi yang berbeda.

Keyword: Uji Aktivitas Antibakteri, *Fourier Transform Infrared* (FTIR), Spektrofotometer UV-Vis, dan *Scanning Eletron Microscope* (SEM), uji ANOVA.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Kontaminasi mikroorganisme yang menyebabkan kemunduran makanan atau pembusukan seperti buah dan sayur dalam proses penyimpanan merupakan faktor utama daya tahan makanan yang dapat menjadi sumber bahaya signifikan bagi kesehatan manusia. Menurut laporan baru-baru ini, setidaknya 25% dari biji atau buah di seluruh dunia terkontaminasi oleh jamur seperti *A. niger* (*Aspergillus Nigger* dan *B. subtilis* (*Bacillus Subtilis*), kedua jamur tersebut dapat mempercepat proses pembusukan pada makanan dan dapat membahayakan kesehatan manusia (Yang et al., 2013). Selain itu kontaminasi juga dapat disebabkan oleh bakteri, seperti *Escherichia coli* (*E. coli*), *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) dan *Streptococcus thermophiles* yang merupakan penyebab penyakit yang bersifat *Multidrug resistens*. Komposit polietilen yang tidak dapat diperbarui merupakan komponen utama dari bahan kemasan makanan yang menyebabkan pencemaran lingkungan dan tidak memiliki efek penghambatan pada mikroorganisme (Alessandri et al, 2014).

Mikroorganisme merupakan makhluk hidup yang memiliki aktivitas berupa tumbuh dan berkembang. Terkadang pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme ini terganggu. Hal ini dapat dipengaruhi baik dari mikroba itu sendiri maupun dari luar. Pengaruh yang paling berpotensi salah satunya adalah anti mikroba (Gobel, 2008). Anti mikroba merupakan senyawa yang dapat menghambat atau membunuh mikroorganisme hidup (Paturusi, 2008).

Keamanan pangan merupakan kondisi dan upaya yang diperlukan untuk mencegah pangan dari kemungkinan cemaran. Adanya bahan tambahan pangan, menjadi salah satu alternatif dalam meningkatkan mutu bahan pangan, nilai gizi, cita rasa, penampilan dan dapat mengurangi pencemaran pangan, terutama terhadap kerusakan oleh mikroba. Salah satu bahan tambahan pangan yang digunakan dalam mengurangi kerusakan bahan pangan adalah zat pengawet (Cahyadi, 2006).

Selama ini masyarakat menggunakan zat pengawet seperti borak dan formalin sebagai antimikroba. Penggunaan borak dan formalin sebagai zat pengawet karena dirasa murah dan efektif, akan tetapi masyarakat tidak memikirkan dampaknya. Minimnya pengetahuan masyarakat akan bahaya pengawet tersebut, berdampak pada kesehatan. Bahaya dari penggunaan boraks dalam jumlah berlebihan akan menyebabkan gangguan otak, hati, dan ginjal. Sedangkan formalin sangat berbahaya jika terhirup, tertelan atau mengenai kulit karena dapat mengakibatkan iritasi pada saluran pernapasan, alergi, serta luka bakar. Untuk itu butuh adanya pengawet penghambat alami seperti minyak atsiri, andaliman (rempah tuba), cengkeh, dan kayu manis. Akan tetapi alami mudah terdegradasi, maka dari itu dilakukan pengujian efektivitas material komposit Graphite Oxide (GO) dengan Titanium Dioxide (TiO_2) dengan metode Difusi.

Penelitian ini pernah dilakukan oleh Yang, Velmurugan, Liu, dan Xing tahun 2013 pada jurnal yang berjudul “*The Graphene Oxide and chitosan biopolymer loads TiO_2 for antibacterial and preservative research*”. Menurut jurnal, material Graphite Oxide (GO) dengan Titanium Dioxide (TiO_2) digunakan sebagai pengawet pada lapisan luar dan tidak menunjukkan sitotoksitas terhadap sel somatik mamalia atau sel tumbuhan. Penggunaan GO dapat komplemen dalam menyerap etilen yang telah menjadi sinyal utama dari pemasakan buah, sedangkan TiO_2 digunakan sebagai fotokatalis yang dapat mengurangi polutan organik, mengatasi pencemaran lingkungan (bersifat inert) secara kimia maupun biologis, serta tidak toksis (Behpour, dkk., 2010). Maka selektivitas dan keamanannya menunjukkan potensi sebagai pelapis antimikroba untuk pengawetan makanan. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu difusi disk menggunakan medium padat dengan tujuan untuk mengamati diameter zona hambat terhadap material uji.

1.2. Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses pembuatan graphite okside yang telah dimodifikasi dengan TiO_2 dengan beberapa instrumen?
2. Bagaimanakah hasil uji efektivitas material *graphite oxide* (GO)

dengan *Titanium Dioxide* (TiO₂) sebagai penghambat bakteri?

3. Apakah material yang digunakan efektif dalam menghambat bakteri?
4. Bagaimana hasil uji anova pada penelitian yang dilakukan?

1.3. Tujuan

Tujuan dari pengujian yang dilakukan adalah:

1. Mengetahui hasil analisa graphite okside yang dimodifikasi dengan TiO₂ (GO/TiO₂) dengan beberapa instrument.
2. Mengetahui efektivitas material *graphite oxide* (GO) dengan *Titanium Dioxide* (TiO₂) sebagai penghambat bakteri.
3. Mengetahui material yang digunakan efektif dalam menghambat bakteri atau tidak.
4. Mengetahui hasil uji anova pada penelitian yang dilakukan.

1.4. Manfaat

Manfaat dari pengujian yang dilakukan adalah:.

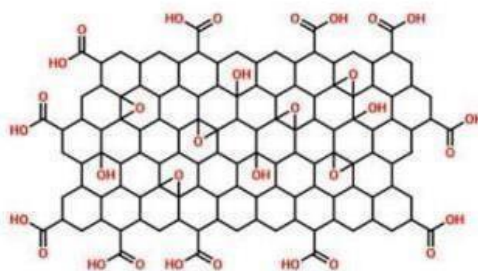
1. Manfaat Teoritis
Penelitian ini dapat melakukan pembuktian bahwa material uji *graphite oxide* yang dimodifikasi dengan *titanium dioxide* dapat efektif sebagai pelapis pengawet pada makanan.
2. Manfaat bagi Mahasiswa
Penelitian ini diharapkan dapat memberi kontribusi bagi pengembangan teori untuk penelitian dimasa yang akan datang.
3. Manfaat bagi Universitas
Penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk menambah referensi sebagai bahan penelitian lanjutan yang lebih mendalam pada masa yang akan datang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Graphite Oxide* (GO)

Graphene Oxide adalah material yang tersusun atas atom karbon memiliki susunan kisi hexagonal dengan ketebalan satu atom. Susunan graphene yang ditumpuk-tumpuk menjadi banyak lapisan dimana satu lapisan dengan lapisan lain berikatan Van Der Waals disebut material *graphite* (Li et al. 2014). *Graphite oxide* biasa disebut oksidasi grafit atau asam grafit merupakan senyawa yang terdiri dari C, O₂, dan H dalam rasio variable, yang dilakukan dengan menggabungkan grafit dengan oksidator kuat. *Graphite oxide* memiliki sifat hidrofilik yaitu mudah terhidrasi, ketika terkena uap atau terendam dalam air akan menghasilkan jarak antar planar yang jelas hingga 1,2 nm pada keadaan jenuh (Talyzin, AV dkk, 2008).



Gambar 2.1. Struktur *Graphite Oxide* (Syakir, 2015)

Sintesis GO dilakukan dengan membentuk *graphite oxide* terlebih dahulu. Secara sederhana grafit dioksidasi menjadi oksida grafit, setelah itu lembaran-lembaran oksida grafit tersebut akan terkelupas (*exfoliated*) dalam air sampai terbentuk GO. Konsentrasi oksigen dalam GO dapat direduksi sampai kadar oksigen menurun serta terbentuk lapisan grafena. Graphite oksida diyakini dapat menjadi material dini yang menjanjikan untuk penciptaan grafena dalam skala besar (Syakir, 2015).

2.2. *Titanium Dioxide (TiO₂)*

Titanium dioksida adalah padatan berwarna putih yang dapat menimbulkan terbentuknya radikal hidroksis pada melamin sebagai fotokatalis, sebab TiO₂ tidak menyerap sinar tampak, namun mampu menyerap radiasi UV. Reaktivitas TiO₂ terhadap asam tergantung pada temperatur saat dipanaskan. Pada saat TiO₂ dicampurkan dengan asam klorida pekat maka akan terlarut, namun jika dipanaskan pada temperatur 900°C maka hampir seluruh TiO₂ tidak larut dalam asam, kecuali dengan dilarutkan dalam sulfur panas yang kelarutannya dapat ditingkatkan dengan penambahan ammonium sulfat untuk menaikkan titik didih asam. Pembuatan TiO₂ murni secara kimia dapat dibuat dari TiCl₄ yang telah dimurnikan melalui proses destilasi bertahap. Pemisahan tetraklorida dalam larutan encer sampai didapat endapan berupa titanium dioksida terhidrat yang selanjutnya dikalsinasi pada 800°C (Kirk - Othmer, 1993).

Titanium dioksida merupakan sebuah material nanokomposit yang umum diaplikasikan pada berbagai aspek, diantaranya digunakan sebagai material antibakteri dengan tujuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri yang dapat mempercepat proses pembusukan makanan. Penggunaan titanium merupakan alternatif yang tepat untuk mengatasi pencemaran udara yang menyebabkan kontaminasi oleh mikroorganisme (Rilda, 2010).

Partikel TiO₂ sudah digunakan sebagai fotokatalis pendegradasi berbagai senyawa organik. TiO₂ merupakan semikonduktor yang memiliki fotoaktivitas dan stabilitas kimia yang tinggi dimana tahan terhadap fotokorosi pada semua kondisi larutan kecuali pada larutan yang sangat asam atau mengandung fluorid. *Titanium dioksida* bersifat non-toksik, memiliki sifat redoks yaitu mampu mengoksidasi polutan organik dan mereduksi sejumlah ion logam dalam larutan. *Titanium dioksida* juga tidak mudah rusak karena TiO₂ bersifat anorganik (Brown, 1992).

2.3. *Escherichia coli (E. coli)*

Menurut Hardjoeno, 2007 klasifikasi *Escherichia coli* adalah sebagai berikut:

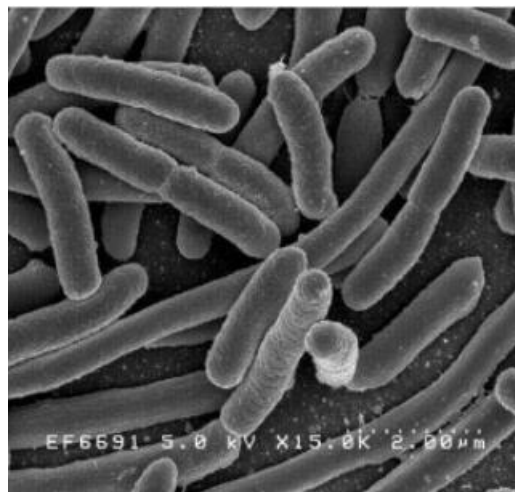
Kingdom : *Bacteria*

Filum : *Proterobacteria*

Kelas : *Gamma Proteobacteria*

Ordo : *Enterobacteriales*
Family : *Enterobacteriaceae*
Genus : *Escherichia*
Species : *Escherichia coli*

Escherichia coli (*E. coli*) merupakan bakteri yang tidak memiliki spora, berbentuk batang, bakteri gram negatif dan termasuk dalam famili *Enterobacteriaceae* (Whittam *et al*, 2011). *Escherichia coli* biasa disebut sebagai koliform fekal yang biasa ditemukan di saluran usus hewan dan manusia. Bakteri *E. coli* dapat hidup disuhu 10-40°C dengan suhu optimum 37°C dengan nilai pH optimum 5 untuk pertumbuhan adalah 7,0-7,5. Pada suhu pasteurisasi (proses pemanasan) bakteri ini tidak aktif, karena sangat sensitif terhadap panas. Selain itu, *E. coli* tumbuh dengan baik dalam medium atau wadah yang mengandung glukosa, ammonium sulfat dan sedikit garam mineral. Dinding sel bakteri gram negatif tersusun atas membran luar, peptidoglikan dan membran dalam (Purwoko, 2007). Berikut merupakan gambar morfologi bakteri *Escherichia coli*:



Gambar 2.2 Morfologi bakteri *Escherichia coli* (Escherich, 1885).

Bakteri *E. coli* merupakan salah satu bakteri yang digunakan sebagai parameter adanya kontaminasi terhadap sanitasi yang tidak baik pada makanan maupun minuman. Bakteri *E. coli* dalam jumlah yang berlebihan dapat mengakibatkan

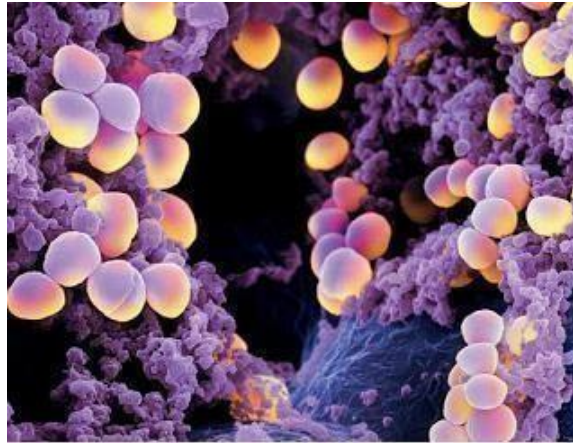
diare, dan bila bakteri ini menjalar pada sistem/organ tubuh akan dapat menyebabkan infeksi (Zhu *et al.*, 1994). Bakteri *E. coli* tumbuh pada kondisi tertentu, media yang digunakan untuk menumbuhkan bakteri yaitu media Na (*Nutrient agar*) atau Nb (*Nutrient broth*). *Escherichia coli* hanya dapat dibunuh oleh antibiotik, sinar Ultraviolet (UV) atau suhu tinggi diatas 100⁰C (Girard *et al.*, 2003).

2.4. *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*)

Menurut Syahrurahman *et al.*,2010 klasifikasi *Staphylococcus aureus* adalah sebagai berikut:

Domain : *Bacteria*
Kingdom : *Eubacteria*
Ordo : *Eubacteriales*
Famili : *Micrococcaceae*
Genus : *Staphylococcus*
Spesies : *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus (*S. aureus*) merupakan bakteri gram positif, berbentuk kokus dan termasuk famili micrococcaceae. Bakteri ini tumbuh secara anaerobic fakultatif dengan membentuk kumpulan sel-sel seperti buah anggur dengan diameter 0,5-1,5 μ m. Beberapa galur membentuk pigmen kuning kemasam dan tidak larut air. *Staphylococcus aureus* membutuhkan aktivitas air (aw) minimal 0,86 sebagai pertumbuhannya, dengan aktivitas air (aw) optimum 0,990-0,995 dan suhu optimum pertumbuhannya berkisar 35°C - 38°C. *S. Aureus* biasa ditemukan pada pori-pori dan permukaan kulit kelenjar dan saluran usus serta dapat menyebabkan intoksikasi dan infeksi seperti bisul, pneumonia, mastitis pada hewan dan manusia (Jawetz *et al.*, 2008). Berikut merupakan gambar morfologi bakteri *Staphylococcus aureus*:



Gambar 2.3 Morfologi bakteri *Staphylococcus aureus* (Rahmi et al.,2015)

S. aureus ini memiliki reseptor terhadap permukaan sel dan protein matriks (misalnya fibronectin, kolagen) yang membantu organisme ini untuk melekat. Bakteri ini dapat menyebarkan penyakit melalui proses berkembang biak ataupun menyebar luas di jaringannya, juga dengan cara menghasilkan berbagai substansi ekstraseluler. *S. Aureus* adalah parasit manusia yang dapat ditemukan di manapun (Jawetz et al., 2008)

2.5. *Streptococcus thermophiles*

Menurut Stephens, 2006 klasifikasi *Streptococcus thermophiles* adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Eubacteria*

Phylum : *Firmicutes*

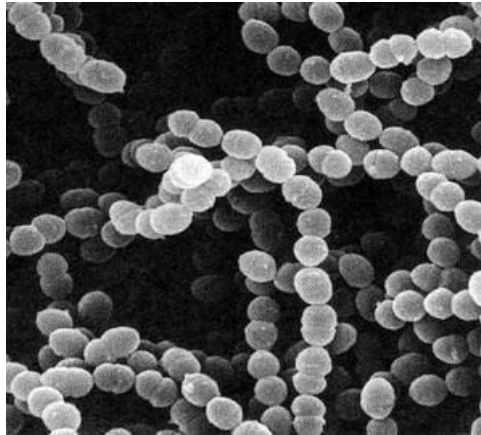
Class : *Bacilli*

Ordo : *Lactobacilles*

Family : *Streptococcaceae*

Genus : *Streptococcus*

Species : *Streptococcus pyogenes*

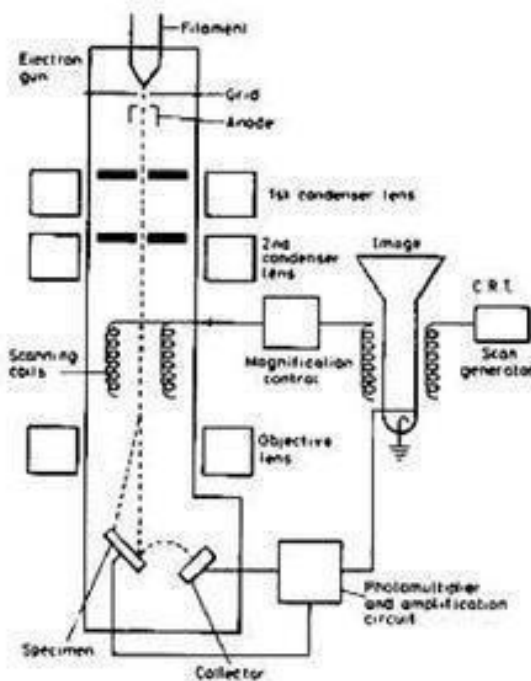


Gambar 2.4 Morfologi bakteri *Streptococcus thermophiles* (Waspodo,2001).

Streptococcus thermophiles merupakan bakteri yang berbentuk buah anggur, fakultatif anaerob, dengan diameter 0,6-1,0 μm , yang pertumbuhannya berbentuk rantai serta termasuk kedalam bakteri gram positif. *Streptococcus thermophiles* dapat diklasifikasikan sebagai bakteri homo fermentatif dengan pH optimum sebagai pertumbuhannya sekitar 6,5 dengan suhu 37⁰C (Wahyudi, 2006). *Streptococcus thermophiles* mempunyai beberapa fungsi, yaitu dapat menghancurkan bakteri patogen, efisien dalam mencerna laktosa dan dapat merangsang produksi “*cytokine*” yang terlibat dalam sistem kekebalan. Bakteri ini mampu merontokkan rotavirus (penyebab utama penyakit diare akut non bakteri pada anak dan bayi) (Wahyudi, 2008).

2.6. Scanning Electron Microscope (SEM)

Scanning electron microscope (SEM) adalah sebuah alat mikroskop elektron yang digunakan untuk mengamati permukaan suatu objek padat secara langsung. *Scanning electron microscope* merupakan jenis mikroskop elektron yang melibatkan berkas elektron untuk menggambarkan bentuk permukaan dari sampel yang telah dianalisis. Alat ini dapat mengamati suatu objek dengan perbesaran 10 - 3.000.000 kali dan mempunyai resolusi yang tinggi, hal ini disebabkan karena panjang gelombang *de Broglie* yang memiliki elektron lebih pendek dari pada gelombang OM. Resolusi yang dapat dihasilkan SEM mencapai kisaran 1 – 10 nm (Prasetyo, 2011).



Gambar 2.5 Skema *Scanning Electron Microscope*
(Smallman dan Bishop, 1999: 144)

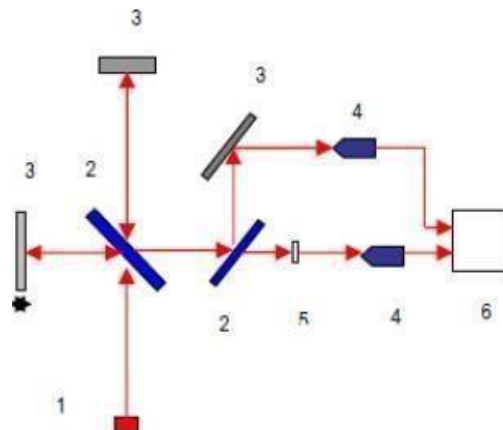
Gambar 2.5 merupakan skema *Scanning Electron Microscope*. Prinsip kerja *SEM* yaitu pistol elektron yang menghasilkan sinar elektron dan dipercepat dengan anoda kemudian lensa magnetik memusatkan elektron menuju ke sampel. Sinar elektron yang terpusat memindai (scan) pada seluruh sampel dengan diarahkan oleh koil pemindai. Saat elektron mengenai sampel maka sampel akan mengeluarkan elektron baru yang akan diterima oleh detektor yang kemudian akan dikirim ke monitor (*CRT*). Komposisi kimia pada permukaan sampel dapat diketahui dengan adanya *energy dispersive x-ray (EDX)* pada instrumen *SEM*, dengan kemampuan *energy dispersive x-ray (EDX)* yang dihasilkan dari sinar-X, yaitu dengan menembakkan sinar-X pada posisi yang ingin diketahui komposisinya, setelah ditembakkan pada posisi yang diinginkan maka akan muncul puncak - puncak tertentu yang mewakili suatu unsur yang terkandung. *Energy dispersive x-ray* juga dapat membuat *elemental mapping* (pemetaan elemen) dengan memberikan warna berbeda dari masing-masing elemen yang berada di permukaan sampel dan juga dapat digunakan untuk menganalisa secara kuantitatif dari persentase masing-

masing elemen. *SEM-EDX* bisa memberikan informasi seputar topografi, morfologi, dan komposisi dari sampel yang dianalisis (Girao *et al*, 2017).

2.7. Fourier Transform Infra Merah (FTIR)

Fourier transformed infrared (FTIR) adalah instrumentasi yang digunakan untuk mendeteksi gugus fungsi, mengidentifikasi senyawa dan menganalisis campuran dari sampel yang dianalisis. Daerah inframerah pada spektrum gelombang elektromagnetik dimulai dari panjang gelombang 14000 cm^{-1} hingga 10 cm^{-1} , berdasarkan panjang gelombang tersebut daerah inframerah dibagi menjadi tiga daerah, yaitu IR dekat ($14000\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$) yang peka terhadap vibrasi *overtone*, IR sedang ($4000\text{-}400\text{ cm}^{-1}$) terhubung dengan transisi energi vibrasi dari molekul yang memberikan informasi mengenai gugus-gugus fungsi dalam molekul tersebut, dan IR jauh ($400\text{-}10\text{ cm}^{-1}$) untuk menganalisis molekul yang di dalamnya terdapat atom-atom berat seperti senyawa anorganik tapi membutuhkan teknik khusus (Schechter *et al.*, 1997). Dan biasanya analisis senyawa dilakukan pada daerah IR sedang dengan panjang gelombang $4000\text{ cm}^{-1}\text{-}400\text{ cm}^{-1}$ (Tanaka dkk, 2008). Prinsip kerja FTIR adalah hubungan antara energi dan materi. *Infrared* yang melewati celah ke sampel, dimana celah tersebut digunakan untuk mengontrol jumlah energi yang selanjutnya disampaikan pada sampel. Setelah itu beberapa *infrared* diserap oleh sampel dan yang lainnya di transmisikan melalui permukaan sampel sehingga sinar *infrared* lolos melalui detektor dan sinyal yang terukur, kemudian dikirim langsung ke komputer dan direkam dalam bentuk puncak-puncak (Thermo, 2001).

Metode *Fourier transform infrared* (FTIR) merupakan metode bebas reagen, tanpa penggunaan radio aktif dan bisa mengukur kadar hormon secara kualitatif dan kuantitatif. Pita absorpsi yang terbentuk dibandingkan pada spektrum inframerah dilakukan dengan analisis gugus fungsi suatu sampel menggunakan spektrum senyawa pembanding yang sudah diketahui.



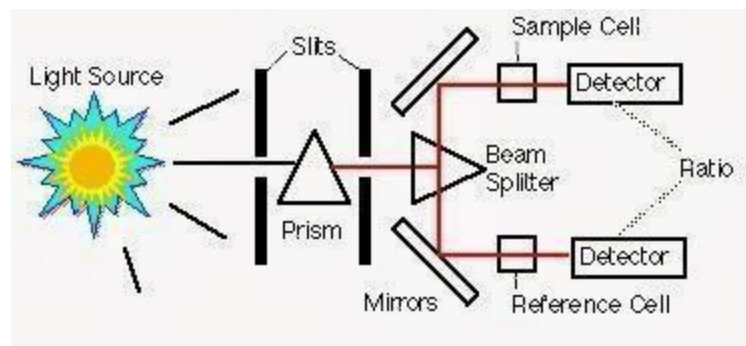
Gambar 2.6 Skema Alat Spektroskopi FT-IR (Anam dkk. 2007)

Gambar 2.6 menunjukkan skema alat spektroskopi FT-IR dengan penomoran (1) Sumberinframerah, (2) Pembagi berkas (beam splitter), (3) Kaca pemantul, (4) Sensor inframerah, (5) Sampel, dan (6) Display. Instrumentasi FTIR memiliki kelebihan seperti sangat efisien, cepat dan prosesnya yang sederhana, tidak diperlukan preparasi sampel yang sulit dimana baik sampel padatan maupun cair yang dapat langsung dianalisa untuk menghasilkan spektrum serta bisa mengukur secara serempak intensitas pada berbagai panjang gelombang (Skoog dan West, 1971). Metode FTIR juga mempunyai beberapa keterbatasan atau kelemahan yaitu metode ini tidak dapat mengidentifikasi jenis dan kandungan masing-masing komponen asam lemak dari suatu sampel secara pasti. Oleh karena itu, hasil analisa FTIR juga perlu ditunjang oleh hasil analisa GC-MS terutama untuk memastikan komposisi asam lemak manakah yang paling dominan dari suatu sampel (Irwandi, j., 2003).

2.8. Spektrofotometer UV-Visibel

Spektrofotometri adalah metode analisis yang digunakan untuk menentukan komposisi suatu sampel secara kuantitatif maupun kualitatif berdasarkan pada interaksi antara sampel dengan cahaya. Spektrofotometri UV-Vis merupakan perpaduan antara spektrofotometri UV dan Visible. Alat ini menggunakan dua buah sumber cahaya yang berbeda, yaitu sumber cahaya UV dan sumber cahaya Visible. Larutan yang dianalisis diukur serapan dengan sinar ultra violet atau sinar

tampaknya. Konsentrasi larutan yang dianalisis akan sebanding dengan jumlah sinar yang akan diserap oleh zat yang terapat pada larutan tersebut. Peralatan yang digunakan dalam spektrofotometri disebut spektrofotometer.



Gambar 2.7 Prinsip Spektrofotometer UV-Visibel (Bauer *et al.*, 1978)

Gambar 2.7 merupakan Prinsip spektrofotometer UV-Visibel adalah seberkas cahaya polikromatis dari sumber radiasi dilewatkan pada sebuah celah dan diteruskan menuju prisma/monokromator untuk memecahkan cahaya dengan berbagai panjang gelombang. Cahaya dari monokromator akan melewati sebuah celah dengan melewati panjang gelombang tertentu, setelah itu berkas cahaya ini akan terbagi menjadi dua arah karena adanya *beam splitter* yang akan membagi cahaya menjadi dua bagian. Berkas cahaya yang sudah terbagi akan terpantulkan melewati kuvet berisi larutan blanko dan kuvet berisi sampel, kemudian berkas cahaya yang melewati kedua kuvet tersebut akan dideteksi oleh detektor. Detektor akan menangkap cahaya tersebut dan mengubahnya menjadi spektrum yang diwujudkan dalam bentuk puncak pada panjang gelombang tertentu (Sastrohamidjojo, 2013).

Proses terjadinya absorbansi cahaya pada spektrofotometer mengacu pada Hukum *Lambert Beer* yaitu ketika cahaya monokromatis (I_0) menyentuh suatu media (larutan) maka sebagian cahaya tersebut akan diserap (I_a), sebagian akan dipantulkan (I_r), dan sebagiannya lagi akan diteruskan (I_t).

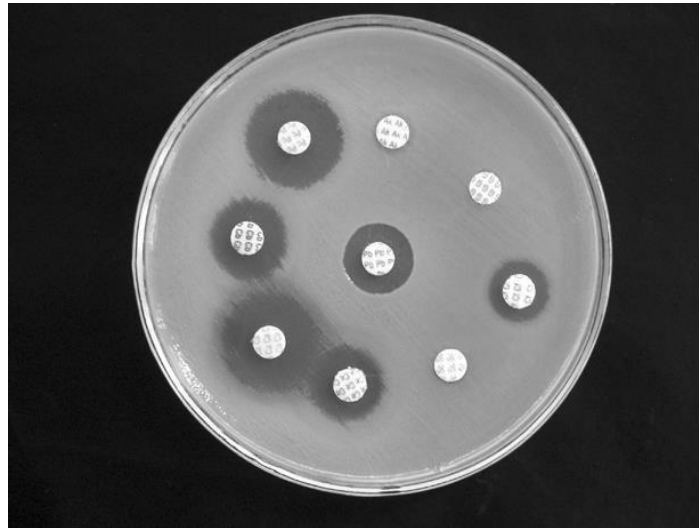
2.9. Pengukuran Aktivitas Antibakteri

Penentuan sensitifitas atau kepekaan suatu zat yang diduga memiliki suatu aktivitas antibakteri terhadap bakteri merupakan tujuan dari pengukuran aktivitas antibakteri. Pengendalian semua faktor yang dapat mempengaruhi aktivitas antibakteri penting sekali menggunakan metode standar. Metode yang digunakan untuk pengukuran aktivitas antibakteri disebut metode difusi (Jawetz *et al.*, 2008). Metode difusi agar (penyebaran) kerap digunakan untuk melihat aktivitas antibakteri. Metode ini menggunakan cakram kertas/silinder gelas atau pencetak lubang yang dapat digunakan sebagai bahan uji dalam jumlah tertentu yang kemudian ditempatkan pada media padat yang telah ditanami oleh biakan bakteri yang akan diperiksa, setelah itu inkubasi. Garis tengah diameter daerah hambatan jernih yang melingkari bahan uji dianggap sebagai ukuran kekuatan hambatan bahan uji terhadap bakteri yang dianalisis. Faktor yang dapat mempengaruhi metode difusi agar yaitu fisika dan kimia seperti sifat pembenihan, daya difusi, ukuran molekul dan stabilitas bahan uji. Meskipun demikian, standarisasi keadaan memungkinkan penentuan kerentanan suatu organisme (Fatimah, 2004). Metode difusi agar (penyebaran) salah satunya adalah metode *Kirby Bauer*.

Metode difusi disk (tes *Kirby Bauer*) ini dilakukan untuk menentukan aktivitas agen antimikroba. Piringan yang berisi agen antimikroba diletakkan pada media agar yang sudah ditanami oleh mikroorganisme yang akan berdifusi pada media tersebut. Area jernih mengindikasikan terdapat hambatan pertumbuhan mikroorganisme oleh agen antimikroba pada permukaan media agar (Pratiwi, 2008). Keunggulan uji difusi cakram agar mencakup fleksibilitas yang lebih besar dalam memilih obat yang akan diperiksa (Sacher dan McPherson, 2004)

Selain metode difusi, metode yang dapat digunakan sebagai uji aktivitas antibakteri yaitu metode pengenceran agar dan metode dilusi. Metode pengenceran agar cocok digunakan sebagai pengamatan suatu kelompok besar isolat dengan rentang konsentrasi antimikroba yang sama. Kelemahan metode ini yaitu hanya dapat digunakan sebagai isolasi tipe organisme yang dominan pada populasi campuran (Jawetz *et al.*, 2005). Sedangkan metode dilusi dibedakan menjadi dua yaitu metode dilusi cair dan padat. Metode dilusi cair digunakan untuk mengukur kadar hambat minimum (KHM) serta kadar bakterisidal

minimum (KBM) dengan memberi seripengenceran agen antimikroba pada medium cair yang ditambah dengan mikroba uji. Metode dilusi padat hampir sama dengan dilusi cair bedanya metode ini menggunakan media padat (solid). Keuntungan metode ini yaitu satu konsentrasi agen antimikroba uji dapat digunakan untuk menguji beberapa mikroba uji (Pratiwi, 2008).



Gambar 2.8 Klasifikasi efektifitas suatu zat antibakteri

Tabel 2.1. Kategori diameter zona hambat

Diameter	Kekuatan Daya Hambat
≤ 5 mm	Lemah
6-10 mm	Sedang
11-20 mm	Kuat
≥ 20 mm	Sangat Kuat

Gambar 2.8 merupakan gambar contoh pengujian zona hambat dengan metode difusi. Tabel 2.1 merupakan kategori diameter zona hambat yang digunakan sebagai patokan pengukuran zona hambat.

2.10. Uji ANOVA

Anava atau Anova adalah persamaan dari analisis varian terjemahan dari *analysis of variance*. Anova merupakan salah satu bagian dari metoda analisis statistika yang tergolong analisis komparatif yang memiliki lebih dari dua rata-rata (Riduwan, 2008). Anova juga dikenal sebagai perluasan dari uji-t sehingga penggunaannya tidak terbatas pada pengujian perbedaan dua buah rata-rata populasi, namun bisa juga untuk menguji perbedaan tiga buah rata-rata populasi atau lebih sekaligus. Jika pada saat diuji hipotesis nol bahwa rata-rata dua buah kelompok tidak berbeda, maka teknik Anova dan uji-t (uji dua pihak) akan menghasilkan kesimpulan yang sama, keduanya akan menerima atau bahkan akan menolak hipotesis nol. *Analysis of Variance* (Anova) adalah salah satu uji hipotesis pada statistika parametrik, untuk melakukan pengujian terhadap interaksi antara dua faktor dalam suatu percobaan dengan membandingkan rata-rata lebih dari dua sampel. Analisis anova banyak digunakan pada penelitian-penelitian yang banyak melibatkan pengujian komparatif, yaitu menguji variabel terikat dengan membandingkannya pada kelompok-kelompok sampel independen yang diamati. Analisis varian saat ini banyak digunakan sebagai penelitian survey dan penelitian eksperimen

Output yang berada pada uji anova diantaranya adalah:

1. *Dekriptive*

Bagian *Dekriptive* ini merupakan deskripsi dari variable-variable yang dianalisis.

2. *Test Homogeneity of varianc*

Salah satu asumsi dari uji anova adalah varian masing-masing kelompok adalah sama. Jika varian tidak sama maka uji anova tidak valid untuk dilakukan. Pada bagian ini diperhatikan hasil tes homogenitas dari varian, jika nilai signifikan $< 0,05$ maka ketiga varian tersebut berbeda, jika nilai signifikan $> 0,05$ maka disimpulkan bahwa ketiga varian tersebut sama. Atau bahwa data dari ketiga variable adalah homogen.

3. Anova

Bagian anova ini digunakan untuk mengambil kesimpulan apakah rata-rata

sinyak dengan menggunakan ketiga variasi komposisi secara signifikan berbeda. Jika signifikan $< 0,05$ maka H_a diterima atau disimpulkan bahwa minimal ada salah satu variasi komposisi yang menghasilkan variasi yang berbeda, tapi jika nilai signifikan $> 0,05$ maka H_o diterima yaitu ketiga variasi waktu menghasilkan variasi komposisi yang sama. Dari data tersebut menunjukkan bahwa nilai signifikannya $< 0,05$ sehingga H_o ditolak, artinya salah satu dari kelompok data yang menghasilkan rata-rata variasi komposisi yang berbeda. Namun dari bagian ini belum dapat diketahui data mana yang berbeda. Untuk mengetahui digunakan output bagian berikutnya yaitu *multiple comparison*.

4. *Multiple Comparison*

Bagian ini menunjukkan rata-rata sinyal yang berbeda secara signifikan antar sepasang variabel cara penyimpanan dimana beda secara signifikan tersebut ditandai dengan tanda bintang.

BAB III

METODOLOGI

31 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu kertas payung, lem kertas, nutrient agar (Na), akuades, kapas, pelapis aluminium, alkohol 70%, graphite, larutan H₂SO₄ 98%, padatan KNO₃, larutan H₂O₂ 30%, padatan KMNO₄, kertas saring, disk kertas (paper disk), kapas, NaCl 1 M, larutan TiCl₃, NH₄OH 10% (pH 9).

32 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Laminar Air Flow* (LAF), inkubator, autoklaf, oven, cawan petri, erlenmeyer 50 mL, 100 mL dan 500 mL, tabung reaksi, gelas arloji, spatula, gelas beaker, pinset, jarum ose, spreader, pipet ukur, pro pipet, cawan porselen, pengaduk kaca, corong gelas, ultrasonic, magnetic stirrer, stirrer, lemari asam, spektrofotometer uv-vis (UV-1800 Shimadzu), kuvet, mikro pipet, bunsen, alu, lumping, neraca analitik (Ohaus).

33 Cara kerja

331 Pembuatan *Graphite Okside* (GO)

Graphite 1 g, padatan KNO₃ 0,5 g, dan H₂SO₄ 98% 20 ml dilarutkan kedalam gelas beaker 500 mL dan aduk menggunakan stirrer. Masukkan 3 g padatan KMNO₄ secara perlahan dan stirrer dengan suhu 90°C selama 1 jam. Setelah 1 jam, masukkan 100 mL akuades dan stirrer kembali selama 30 menit. Setelah itu, teteskan H₂O₂ 30% pada larutan hingga terdapat endapan. Jika endapan sudah terlihat, saring menggunakan kertas saring dan pada endapan terakhir di bilas dengan akuades. Pindahkan kertas saring kedalam cawan porselen, kemudian oven selama 4 jam dengan suhu 80 °C. Setelah kering tumbuk dengan alu agar halus.

332 Pembuatan *Titanium Dioxide* (TiO₂)

Aduk larutan TiCl₃ sebanyak 5 mL yang di tambahkan 15 mL NaCl 1 M menggunakan *magnetic stirrer* dengan suhu 200 °C. Larutan tersebut dioven pada temperatur 200°C selama 5 jam. Setelah itu, tambahkan NH₄OH 10% (pH

9) dan aduk hingga prepirat ungu berubah menjadi putih. Saring endapan putih dan cuci, kemudian di oven kembali pada temperatur 200°C selama 6 jam.

333 Pembuatan campuran GO/TiO₂ dengan perbandingan 1:0,5 ; 1:1 ; 1:2

GO dan TiO₂ ditimbang sesuai dengan perbandingan 1:0,5; 1:1 ; 1:2.

Masukkan kedalam gelas beaker 100 mL, tambahkan sebanyak 5 ml akuades. Kemudian di *ultrasonic* selama 30 menit agar material dengan akuades dapat tercampur, setelah selesai *ultrasonic* saring dan oven hingga kering

334 Pembuatan larutan GO/TiO₂

Perbandingan GO dan TiO₂ yang sudah dikeringkan di timbang sebanyak 5 mg, masukkan kedalam gelas beaker 100 mL dan tambahkan 1 mL akuades. *Ultrasonic* selama 30 menit setelah itu ukur menggunakan Spektrofotometer uv-vis pada panjang gelombang 200-800 nm.

335 Sterilisasi alat

Siapkan alat yang akan di sterilisasi yaitu kertas payung, gunting, lem, dan set oven dengan suhu 160 °C. Gunting kertas payung sesuai dengan pola alat, lilitkan kertas payung pada alat yang ingin di sterilisasi. Pastikan tertutup rapat dan lem pada bagian ujung kertas. Setelah itu oven selama 2 jam pada suhu 160°C.

336 Pembuatan media Na

Bubuk nutrient agar (Na) ditimbang sebanyak 0,8 g masukkan kedalam erlenmeyer 100 mL, tambahkan akuades sebanyak 30 mL. Setelah itu, tutup erlenmeyer menggunakan kapas dan aluminium foil. Kemudian autoklaf selama 1 jam. Siapkan cawan petri yang sudah di sterilisasi, tuangkan larutan Na yang telah di autoklaf kedalam cawan petri dan didinginkan. Jika plat agar tidak langsung digunakan masukkan kedalam lemari pendingin agar tidak rusak.

337 Penanaman bakteri pada media

Siapkan media agar yang akan dituang dan mikropipet beserta yellowtip steril. Buka kapas pada tabung reaksi berisi bakteri, lalu panaskan mulut tabung pada bunsen nyala. Ambil bakteri dalam tabung sebanyak 200 mikrolliter

menggunakan mikropipet. Kemudian tuangkan bakteri pada media agar lalu ratakan dengan spreader, pastikan bakteri merata. Tutup cawan petri dan balikkan, kemudian masukkan kedalam incubator selama 24 jam.

338 Uji Aktivitas Antibakteri

Pengujian antibakteri dilakukan dengan metode *disc diffusion* atau difusi pada *Laminar Air Flow* (LAF). Langkah pertama, siapkan media yang sudah ditanami bakteri, ambil paper disk dengan pinset steril dan letakkan pada media tanam. Setelah itu, pipet larutan GO/TiO₂ pada setiap perbandingan dengan menggunakan mikropipet sebanyak 10 mikroliter dan diletakkan di atas media yang berisi olesan bakteri dengan sedikit ditekan agar paper disk menempel pada permukaan media. Selanjutnya diinkubasi pada suhu 37°C selama 72 jam, pengukuran zona hambat dilakukan setiap 24 jam sekali. Aktivitas antibakteri dinyatakan positif apabila terbentuk zona hambat berupa zona bening disekeliling paper disk.

339 Karakterisasi GO/TiO₂

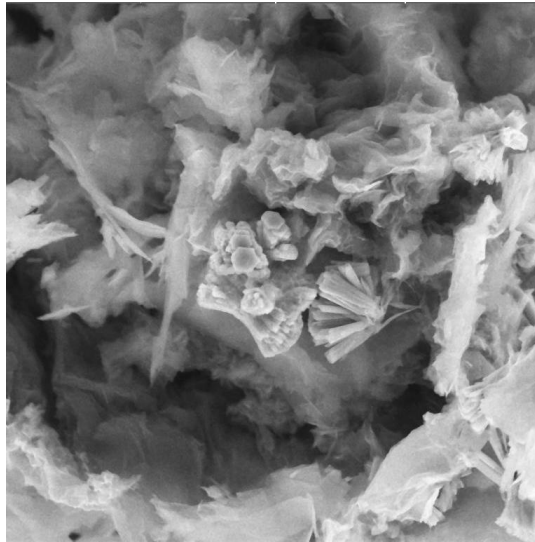
Padatan GO/TiO₂ di timbang sebanyak 25 mg untuk pengujian *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR), 0,1 g untuk pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. *Scanning Electron Microscope (SEM)*

Scanning Electron Microscope (SEM) merupakan mikroskop elektron yang menggunakan berkas elektron untuk menggambarkan bentuk permukaan dari sampel yang dianalisis. SEM mempunyai karakteristik yang bersifat sebagai teknik analisis untuk lebih menegaskan (*confirm*) dari pada untuk menerangkan. Prinsip *Scanning Electron Microscope* yaitu pistol elektron yang menghasilkan sinar elektron dan dipercepat dengan anoda kemudian lensa magnetik memusatkan elektron menuju ke sampel. Sinar elektron yang terpusat memindai (*scan*) pada seluruh sampel dengan diarahkan oleh koil pemindai. Saat elektron mengenai sampel maka sampel akan mengeluarkan elektron baru yang akan diterima oleh detektor yang kemudian akan dikirim ke monitor (*CRT*). Komposisi kimia pada permukaan sampel dapat diketahui dengan adanya *energy dispersive x-ray (EDX)* pada instrumen *SEM*, dengan kemampuan *energy dispersive x-ray (EDX)* yang dihasilkan dari sinar-X, yaitu dengan menembakkan sinar-X pada posisi yang ingin diketahui komposisinya, setelah ditembakkan pada posisi yang diinginkan maka akan muncul puncak - puncak tertentu yang mewakili suatu unsur yang terkandung. *EDX* juga dapat membuat *elemental mapping* (pemetaan elemen) dengan memberikan warna berbeda dari masing-masing elemen yang berada di permukaan sampel. *EDX* bisa digunakan untuk menganalisa secara kuantitatif dari persentase masing-masing elemen. *SEM-EDX* bisa memberikan informasi seputar topografi, morfologi, dan komposisi dari sampel yang dianalisis (Girao, 2017).



Gambar 4.1 Karakteristik *Scanning Electron Microscope* GO/TiO₂

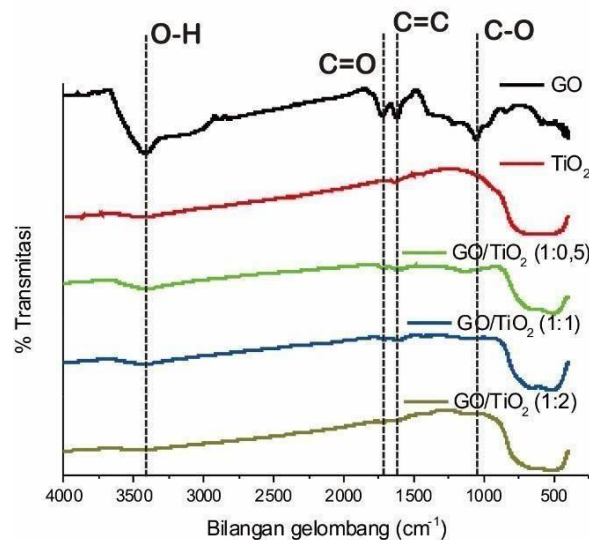
Gambar 4.1 menunjukkan data hasil analisa Graphite okside yang dimodifikasi dengan TiO₂ (GO/TiO₂) dengan instrumen *Scanning Electron Microscope* (SEM). Gambar tersebut menunjukkan hasil SEM dengan bentuk morfologi permukaan GO/TiO₂ secara kualitatif. Bahan GO/TiO₂ memiliki bentuk serpihan kasar yang menyebar dengan ukuran bervariasi dan tidak teratur. Pada Gambar terlihat bahan tebal dan terdiri dari banyak lapisan karena jarak antar lapisan terlihat jelas.

4.2 *Fourier Transform Infra Red (FT-IR)*

Spektroskopi FT-IR (*Fourier Transform Infra Red*) merupakan spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi Fourier untuk deteksi dan analisis hasil spektrumnya. Inti spektroskopi FT-IR adalah interferometer Michelson yaitu alat untuk menganalisis frekuensi dalam sinyal gabungan. Analisis serapan FTIR dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi yang terkandung dalam tiga sampel control dan enam sampel uji nanokomposit hidroksiapatit/kitosan (nHA/CS).

Prinsip kerja FTIR adalah hubungan antara energi dan materi. *Infrared* yang melewati celah ke sampel, dimana celah tersebut digunakan untuk mengontrol jumlah energi yang selanjutnya disampaikan pada sampel. Setelah itu beberapa *infrared* diserap oleh sampel dan yang lainnya di transmisikan melalui permukaan sampel sehingga sinar *infrared* lolos melalui detektor dan sinyal yang terukur,

kemudian dikirim langsung ke komputer dan direkam dalam bentuk puncak-puncak (Thermo, 2001).



Gambar 4.2 Grafik FTIR GO, TiO₂ dan GO/TiO₂

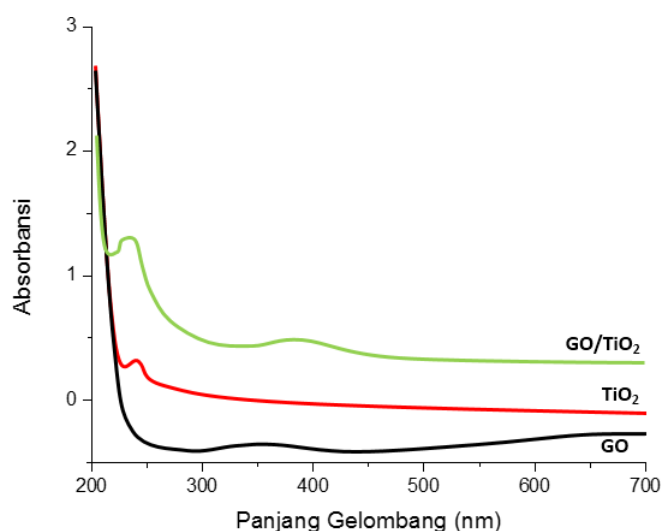
Tabel 4.1. Penentuan Karakteristik GO/TiO₂ dengan FTIR

Gugus fungsi	Panjang gelombang (cm ⁻¹)
O-H	3441
C=C	1618
C=O	1722
CO	1057

Karakterisasi GO yang dimodifikasi dengan TiO₂ dapat dilihat menggunakan FTIR. Spektrum GOTiO₂ dapat dilihat menggunakan FTIR (Gbr. 4.2). Spektrum grafit memberikan spektra serapan O-H pada 3441 cm⁻¹, C = C pada 1618 cm⁻¹, dan pita intens baru C = O pada 1722 cm⁻¹, dan CO pada 1057 cm⁻¹. Hasil inkonsisten dengan penelitian bahwa pada GO memiliki puncak penyerapan gugus fungsi OH, C = O, C = C, dan CO yang menunjukkan bahwa bahan GO telah terbentuk dari oksidasi grafit.

4.3 Spektrofotometri UV-Vis

Spektrofotometri merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menentukan komposisi suatu sampel baik secara kuantitatif dan kualitatif yang didasarkan pada interaksi antara materi dengan cahaya. Spektrofotometri UV-Vis menggunakan dua buah sumber cahaya yang berbeda, yaitu sumber cahaya UV dan sumber cahaya Visible. Larutan yang dianalisis diukur serapan sinar ultra violet atau sinar tampaknya. Prinsip kerja spektrofotometri UV-Vis cahaya monokromatik melalui suatu media (larutan), maka sebagian cahaya tersebut akan diserap, sebagian dipantulkan dan sebagian lagi akan dipancarkan. Pengukuran Spektrofotometri UV-Vis dilakukan untuk menentukan sudah terbentuknya komposit GO/TiO_2 atau belum. Untuk mengetahuinya dengan melihat pengenceran pada panjang gelombangnya.



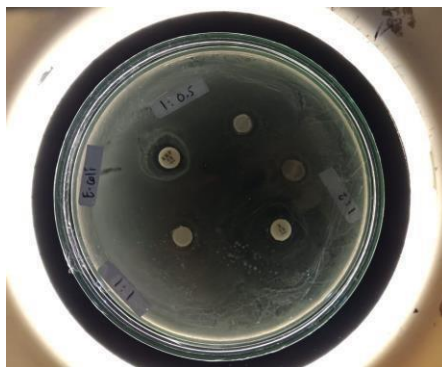
Gambar 4.3 Grafik Spektrofotometri GO, TiO_2 , dan GO/TiO_2

Pada Gambar 4.4. Grafik Spektrofotometri GO, TiO_2 , dan GO/TiO_2 tersebut merupakan hasil untuk metode spektrofotometri uv-vis. Dapat dilihat pada grafik antara absorbansi terhadap panjang gelombang, terdapat 3 puncak. Pada campuran GO/TiO_2 230 cm^{-1} , pada TiO_2 242 cm^{-1} , dan GO 355 cm^{-1} . Keberadaan ketiga puncak tersebut menunjukkan karakteristik dari setiap material. (Saxena dkk, 2011)

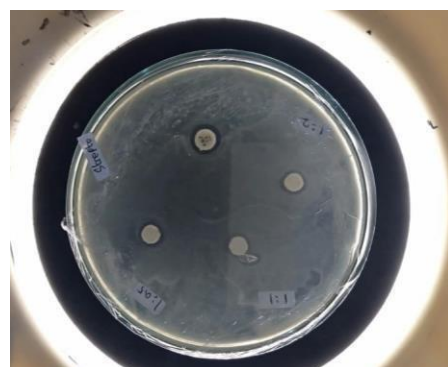
44 Uji aktivitas antibakteri

Uji aktivitas anti bakteri merupakan salah satu pengujian yang dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah material atau sampel yang digunakan dapat menghambat pertumbuhan bakteri atau tidak. Bakteri yang diteliti merupakan bakteri yang biasanya ditemukan dalam makanan.

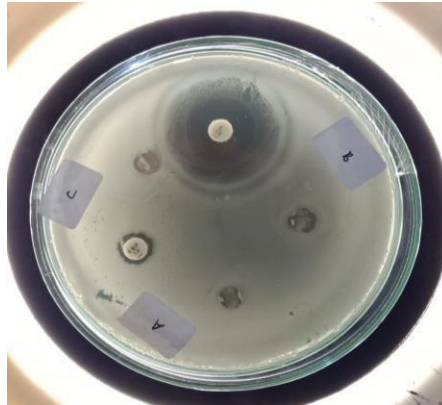
Pada penelitian ini perlakuan praktikan sangat diutamakan. Terutama kebersihan alat dan praktikan itu sendiri, juga suhu optimum yang digunakan untuk mengoptimalkan suhu bakteri dan perkembangan bakteri. Hal ini dilakukan untuk mengurangi kemungkinan kontaminasi pada bakteri dan media yang akan diuji. Metode pelaksanaan penelitian dilakukan dengan metode difusi. Metode difusi merupakan salah satu metode yang sering digunakan untuk menguji aktivitas antibakteri. Metode difusi dapat dilakukan melalui beberapa cara salah satunya Cakram. Metode ini menggunakan suatu cakram kertas saring (paper disk) yang memiliki fungsi sebagai tempat menampung zat antimikroba. Kertas saring yang telah dilubangi kemudian diletakkan pada lempeng agar yang telah diinokulasi mikroba uji, setelah itu diinkubasi pada waktu tertentu dan suhu tertentu, sesuai dengan kondisi optimum dari mikroba uji. Umumnya, hasil yang di dapat bisa diamati setelah inkubasi selama 24 jam dengan suhu 37°C. Hasil pengamatan yang diperoleh berupa ada atau tidaknya zona bening yang terbentuk di sekeliling kertas cakram yang menunjukkan zona hambat pada pertumbuhan bakteri (Pelczar & Chan, 1988). Berikut adalah hasil uji zona bening dengan material GO/TiO₂ dan table uji variasi waktu ketiga bakteri:



(a)



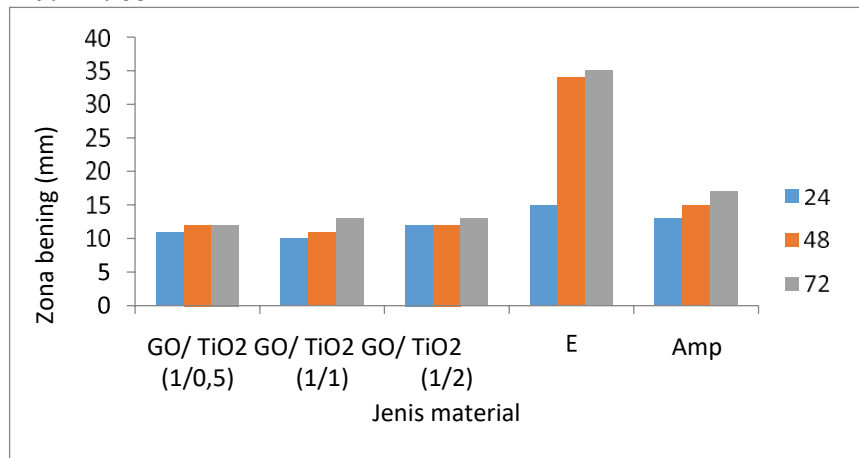
(b)



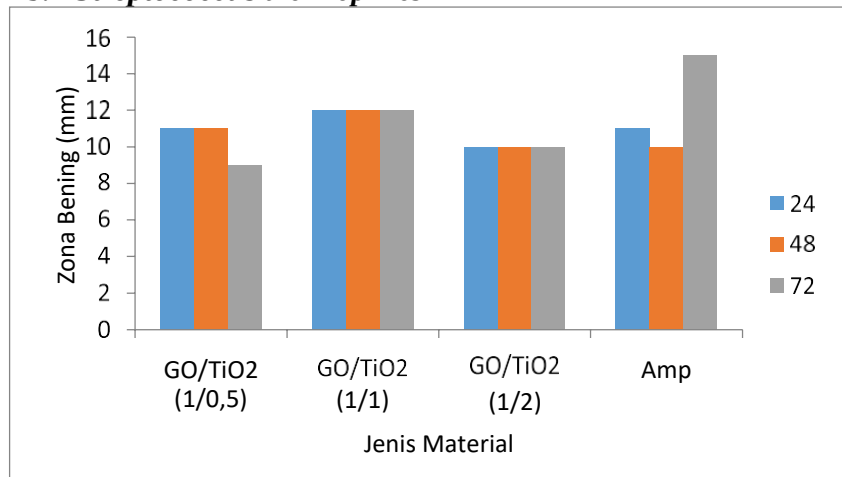
(c)

Gambar 4.4 (a) Zona bening bakteri *E. Coli*, (b) Zona bening bakteri *Streptococcus thermophiles*, (c) Zona bening bakteri *S. aureus*

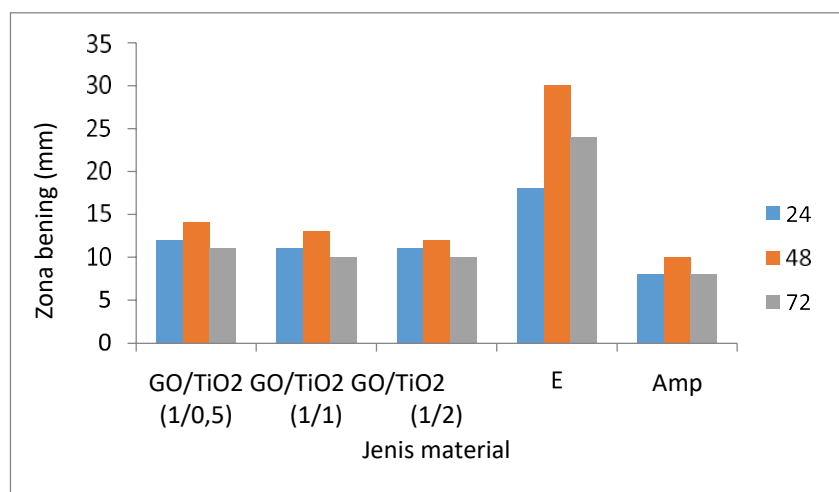
a. *E. coli*



b. *Streptococcus thermophiles*



c. *S. aureus*



Gambar 4.5 Grafik batang pengukuran Zona Bening *E. coli*, *Streptococcus thermophiles*, dan *S. aureus*

Material GO/TiO₂ memiliki aktivitas antibakteri pada bakteri *E. Coli*, *Streptococcus thermophiles*, dan *S. aureus*. Hasil diameter zona hambat dapat dilihat dari gambar 4.5, berdasarkan hasil pada grafik tersebut dapat dilihat bahwa jika waktu semakin bertambah zona semakin besar, maka material tersebut memiliki kemampuan sebagai resistensi atau antibakteri. Tetapi jika semakin bertambahnya waktu zona relatif tetap atau berkurang artinya material tersebut tidak memiliki kemampuan sebagai antigen bakteri tetapi hanya bisa membunuh. Kekuatan antibakteri untuk diameter zona hambat 10-20 mm dinyatakan dalam kategori potensi kuat (Susanto, 2012).

Kami melakukan 3 titik variasi waktu pada semua uji efektivitas bakteri yaitu 24 jam, 48 jam, dan 72 jam. Yang pertama pada bakteri *E. Coli*, zona hambat yang dihasilkan bakteri *E. coli* pada setiap komposisi dengan variasi waktu yang berbeda naik, artinya semakin bertambahnya waktu semakin besar zona hambat yang di hasilkan. Maka material tersebut memiliki kemampuan sebagai resistensi atau antibakteri. Dan perbandingan material yang paling konsisten optimumnya berada pada jenis material GO/TiO₂ 1:2.

Pada bakteri *streptococcus thermophiles*, setiap komposisi dengan variasi waktu yang berbeda zona hambat yang dihasilkan ukurannya tetap sama, artinya semakin bertambahnya waktu tidak terjadi penambahan atau penyusutan zona hambat kecuali pada jenis material GO/TiO₂ 1:0,5. Maka material tersebut tidak memiliki kemampuan sebagai antigen bakteri tetapi hanya bisa membunuh. Dan

perbandingan material yang paling konsisten optimumnya berada pada jenis material GO/TiO₂ 1:2.

Pada bakteri *S. aureus*, setiap komposisi dengan variasi waktu yang berbeda zona hambat yang dihasilkan ukurannya naik turun, pada variasi waktu 48 jam zona hambat bertambah dan pada variasi waktu 72 jam zona hambat menyusut drastis dibawah ukuran pada variasi waktu 24 jam. Maka material tersebut tidak memiliki kemampuan sebagai antigen bakteri tetapi hanya bisa membunuh. Dan perbandingan material yang paling konsisten optimumnya berada pada jenis material GO/TiO₂ 1:2.

4.5 Uji Anova Satu Arah

Analysis of Variance merupakan salah satu uji komparatif yang digunakan untuk menguji perbedaan mean (rata-rata) data lebih dari dua kelompok. Prinsip pada Uji Anova ini adalah dengan melakukan analisis variabilitas data menjadi dua sumber variasi yaitu variasi di dalam kelompok (*within*) dan variasi antar kelompok (*between*). Apabila variasi *within* dan *between* sama (nilai perbandingan kedua varian mendekati angka satu), maka artinya tidak ada perbedaan efek dari intervensi yang dilakukan, dengan kata lain nilai mean yang dibandingkan tidak terdapat perbedaan. Sebaliknya bila variasi antar kelompok lebih besar dari variasi didalam kelompok, artinya intervensi tersebut memberikan efek yang berbeda, dengan kata lain nilai mean yang dibandingkan menunjukkan adanya perbedaan.

Pada penelitian ini pengujian anova dilakukan untuk mengetahui uji beda antara bakteri yang sama tetapi beda variasi komposisi dan uji beda signifikan antar optimum dengan control. Untuk mengetahuinya, hasilnya uji anova memiliki 4 data table yaitu *deskriptif*, *test homogeneity*, *anova*, dan *multi comparisons*.

1. Uji beda antar bakteri yang sama tetapi beda variasi komposisi

Pada pengujian ini menggunakan data antara variasi waktu dan ketiga variasi komposisi yaitu GO/TiO₂ 1:0,5; GO/TiO₂ 1:1; dan GO/TiO₂ 1:2.

Tabel 4.2 Test Homogeneity of variance antara Bakteri yang sama dengan Variasi komposisi

Jenis Bakteri	Perbandingan GO : TiO ₂	df1	df2	sig
<i>E. Coli</i>	1:0,5	2	6	0,243
	1:01	2	6	0,211
	1:02	2	6	0,196
<i>Streptococcus</i>	1:0,5	2	6	0,372
	1:01	2	6	0,454
	1:02	2	6	0,248
<i>S. aureus</i>	1:0,5	2	6	0,179
	1:01	2	6	0,286
	1:02	2	6	0,303

Seperti yang dapat dilihat pada table yang terlampir untuk hasil tes homogenitas bakteri *E. coli*, *streptococcus thermophiles*, dan *S. aureus* dari varian, nilai signifikannya > 0,05 maka ketiga varian tersebut berbeda. Atau bahwa data dari ketiga variable adalah tidak homogen.

Tabel 4.3 Test Anova antara Bakteri yang sama dengan Variasi Komposisi

Jenis Bakteri	Perbandingan		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
<i>E. Coli</i>	1:0,5	Between Groups	1,989	2	0,995	486,462	0,000
		Within Groups	0,012	6	0.002		
		Total	2,001	8			
	1:01	Between Groups	13,973	2	6,987	3,930,006	0,000
		Within Groups	0,11	6	0.002		
		Total	13,84	8			
	1:02	Between Groups	1,908	2	0,954	1,788,583	0,000
		Within Groups					
		Total					

<i>Streptococcus thermophiles</i>	1:0,5	<i>Within Groups</i>	0,003	6	00,01		
		<i>Total</i>	1,911	8			
		<i>Between Groups</i>	8,002	2	4,001	847,235	0
	1:01	<i>Within Groups</i>	0,028	6	0,005		
		<i>Total</i>	8,03	8			
		<i>Between Groups</i>	0,009	2	0,004	0,833	0,479
	1:02	<i>Within Groups</i>	0,032	6	0,005		
		<i>Total</i>	0,041	8			
		<i>Between Groups</i>	0,015	2	0,008	3	0,125
	1:0,5	<i>Within Groups</i>	0,015	6	0,002		
		<i>Total</i>	0,03	8			
		<i>Between Groups</i>	14,048	2	7,024	3,114,034	0,000
	1:01	<i>Within Groups</i>	0,014	6	0,002		
		<i>Total</i>	14,061	8			
		<i>Between Groups</i>	13,967	2	6,984	2,095,083	0,000
	1:02	<i>Within Groups</i>	0,020	6	0,003		
		<i>Total</i>	13,987	8			
		<i>Between Groups</i>	6,021	2	3,011	1,162,906	0,000
<i>S. aureus</i>	1:02	<i>Within Groups</i>	0,016	6	0,003		
		<i>Total</i>	6,037	8			

Untuk hasil anova pada bakteri *E. coli* dan *S. aureus* Sig < 0,05 sehingga Ho di tolak, artinya ada salah satu dari kelompok data yang menghasilkan rata-rata variasi komposisi yang berbeda. Sedangkan pada bakteri *streptococcus thermophiles* sig > 0,05 maka Ho diterima yaitu ketiga variasi waktu menghasilkan variasi komposisi yang sama. Untuk mengetahui data mana yang berbeda maka digunakan output multiple comparisons.

Untuk hasil multiple comparisons dapat dilihat pada tabel yang terdapat pada lampiran. Pada bagian ini menunjukkan rata-rata variasi komposisi yang berbeda secara signifikan antar sepasang variabel variasi waktu, dimana beda signifikan tersebut ditandai dengan tanda bintang

2. Uji beda antara nilai optimum komposisi dengan kontrol positif beda signifikan atau tdk

Pada pengujian ini data yang digunakan antara variasi komposisi optimum yaitu GO/TiO₂ 1:2 dengan kontrol positif yaitu ampisilin.

Tabel 4.4 Test Homogeneity of variance antara Nilai optimum dengan Kontrol positif

Jenis Bakteri	Perbandingan GO : TiO ₂	df1	df2	sig
<i>E. Coli</i>	1:02	2	6	0,196
	Amp	2	6	0,276
<i>Streptococcus thermophiles</i>	1:02	2	6	0,248
	Amp	2	6	0,731
	1:02	2	6	0,248
<i>S. aureus</i>	Amp	2	6	0,731

Seperti yang dapat dilihat pada table yang terlampir untuk hasil tes homogenitas bakteri *E. coli*, *streptococcus*, dan *S. aureus* dari varian, nilai signifikannya > 0,05 maka ketiga varian tersebut berbeda. Atau bahwa data dari ketiga variabel adalah tidak homogen.

Tabel 4.5 Test Anova antara Nilai optimum dengan Kontrol positif

Jenis Bakteri	Perbandingan	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
<i>Streptococcus thermophiles</i>	Between Groups	1,908	2	0,954	1,788,583	0,000
	Within Groups	0,003	6	0,001		
	Total	1,911	8			
	Between Groups	24,728	2	12,364	5,887,640	0,000
	Within Groups	0,013	6	0,002		
	Total	24,741	8			
	Between Groups	0,015	2	0,008	3,000	0,125
	Within Groups	0,015	6	0,002		
	Total	0,030	8			
	Between Groups	42,622	2	21,311	6,414,746	0,000
	Within Groups	0,020	6	0,003		
	Total	42,642	8			
<i>S. aureus</i>	Between Groups	6,021	2	3,011	1,162,906	0,000
	Within Groups	0,016	6	0,003		
	Total	6,037	8			
	Between Groups	8,028	2	4,014	8,401,140	0,000
	Within Groups	0,003	6	0,000		
	Total	8,031	8			

Untuk hasil anova pada bakteri *E. coli* dan *S. aureus* Sig < 0,05 sehingga Ho di tolak, artinya ada salah satu dari kelompok data yang menghasilkan rata-rata variasi komposisi yang berbeda. Pada bakteri *streptococcus* pada nilai optimum sig > 0,05 maka Ho diterima yaitu ketiga variasi waktu menghasilkan variasi komposisi yang sama, sedangkan pada control sig < 0,05 sehingga Ho di tolak, artinya ada salah satu dari kelompok data yang menghasilkan rata-rata variasi komposisi yang berbeda. Untuk mengetahui

data mana yang berbeda maka digunakan output multiple comparisons.

Untuk hasil multiple comparisons dapat dilihat pada tabel yang terdapat pada lampiran. Pada bagian ini menunjukkan rata-rata variasi komposisi yang berbeda secara signifikan antar sepasang variable variasi waktu, dimana beda signifikan tersebut ditandai dengan tanda bintang.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil analisa Graphite okside yang dimodifikasi dengan TiO₂ (GO/TiO₂) dengan instrumen *Scanning Electron Microscope* (SEM) menunjukkan SEM dengan bentuk morfologi permukaan GO/TiO₂ secara kualitatif. Pada pembacaan alat FTIR spektrum grafit memberikan spektra serapan O-H pada 3441 cm⁻¹, C = C pada 1618 cm⁻¹, dan pita intens baru C = O pada 1722 cm⁻¹, dan CO pada 1057 cm⁻¹. Pada pembacaan alat Spektrofotometer UV-Vis grafik antara absorbansi terhadap panjang gelombang, terdapat 3 puncak. Pada campuran GO/TiO₂ 230 cm⁻¹, pada TiO₂ 242 cm⁻¹, dan GO 355 cm⁻¹.
2. Zona hambat yang dihasilkan pada bakteri *E. Coli* memiliki kemampuan sebagai resistensi atau anti pembunuh bakteri (antibiotik). Pada bakteri streptococcus dan *S. aureus*, tidak memiliki kemampuan sebagai antigen bakteri tetapi hanya bisa membunuh. Dan perbandingan material/variasi komposisi yang optimum pada bakteri *E. coli*, *Streptococcus*, dan *S. aureus* berada pada jenis material GO/TiO₂ 1:2.
3. Material yang efektif digunakan sebagai penghambat bakteri ada pada jenis bakteri *E. Coli*
4. Pada uji statistik ada dua uji yang dilakukan hasil yang didapatkan sebagai berikut:
 - a. Uji beda antar bakteri yang sama tetapi beda variasi komposisi untuk hasil tes homogenitas bakteri *E. coli*, *streptococcus*, dan *S. aureus* dari varian, nilai signifikannya > 0,05 maka ketiga varian tersebut berbeda. Atau bahwa data dari ketiga variable adalah tidak homogen. Untuk hasil anova pada bakteri *E. coli* dan *S. aureus* Sig < 0,05 sehingga Ho di tolak, artinya ada salah satu dari kelompok data yang menghasilkan rata-rata variasi komposisi yang berbeda. Sedangkan pada bakteri

streptococcus sig > 0,05 maka H_0 diterima yaitu ketiga variasi waktu menghasilkan variasi komposisi yang sama. Untuk mengetahui data mana yang berbeda maka digunakan output multiple comparisons.

- b. Pada uji beda signifikan antar optimum dengan control positif hasil tes homogenitas bakteri *E. coli*, *streptococcus*, dan *S. aureus* dari varian, nilai signifikannya > 0,05 maka ketiga varian tersebut berbeda. Atau bahwa data dari ketiga variable adalah tidak homogen. Untuk hasil anova pada bakteri *E. coli* dan *S. aureus* Sig < 0,05 sehingga H_0 di tolak, artinya ada salah satu dari kelompok data yang menghasilkan rata-rata variasi komposisi yang berbeda. Pada bakteri *streptococcus* pada nilai optimum sig > 0,05 maka H_0 diterima yaitu ketiga variasi waktu menghasilkan variasi komposisi yang sama, sedangkan pada control sig < 0,05 sehingga H_0 di tolak, artinya ada salah satu dari kelompok data yang menghasilkan rata-rata variasi komposisi yang berbeda. Untuk mengetahui data mana yang berbeda maka digunakan output multiple comparisons.

52. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan saran yang dapat di berikan yaitu Perlu menjaga kesterilan alat dan tempat penelitian untuk menjaga dari kontaminasi jamur atau bakteri lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Alessandri, S., Ieri, F., & Romani, A. 2014. *Minor polar compounds in extra virginolive oil: Correlation between HPLC–DAD–MS and the Folin–Ciocalteuspectrophotometric method.* *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62,826–835
- Anonim. 2012. *Penuntun Praktikum Mikrobiologi*. Laboratorium Biologi UMS: Surakarta.
- Anam, Choirul. Sirojudin dkk. 2007. *Analisis Gugus Fungsi Pada Sampel Uji, Bensin Dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FT-IR*. Berkala Fisika. Vol 10 no.1. 79 –85
- Ana V.G., Gianvito C, and Marta C. Ferro. 2017. *Application of Scanning Electron Microscopy-EnergyDispersive X-ray Spectroscopy (SEM-EDS)*. Vol. 75
- Bauer, H. H., G. D. Christian, and J. E. O'Reilly, 1978, *Instrumental Analysis*. Allyn and Bacon, Inc., Boston, 832p.
- Behpour, M., Ghoreishi, S. M., dan Razavi, F. S. 2010. *Aktivitas Fotokatalitik Degradasi Nanopartikel TiO₂ / Ag Pencemaran Air*. *Jurnal Digest Nanomaterials dan Biostructures*. 5. (2): 467-475.
- Brown, G.N., Birks, J.W. and Koval. 1992. *Development and Characterization of a Titanium-Dioxide Based Semiconductors PhotoelectrochemicalDetector*. *Journal Analysis Chenmistry.*, Vol. 64.
- Cahyadi, W. 2006. *Analisis dan Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Cotton, F. A dan Wilkinson, G. 1989. *Kimia Anorganik Dasar*. Jakarta: UI Press.
- Cotton, F. A., and Geoffrei Wilkinson, 1988. *Advance Inorganic Chemistry*, 5thedition. New York: John Wiley and Sons.
- Cotton, J. L., Vollrath, D. A., Froggatt, K.L., Lengnick-Hall, M. L., & Jennings, K. R. (1988). *Employee participation: Diverseforms and different outcomes*. *Academy of Management Review*, 13 (1): 8 – 22.
- Escherich, T. 1885. *Die Darm bakterien des Neugeborenen und Sauglings*. *Fortschr. Med*. 3: 515-522; 547-554.
- Girard F, I. Batisson, J. Harel and J.M. Fairbrother. 2003. *Use of Egg Yolk-Derived Immunoglobulins as an Alternative to Antibiotic Treatment for Control of*

Attaching and Effacing Escherichia coli Infection. 103rd General Meeting of American Society for Microbiology, Washington D.C. Virginie, USA. (Abstract).

Gobel, B. R., Zaraswati, D. & As`adi, A., 2008. *Mikrobiologi Umum Dalam Praktek*. Makassar: Universitas Hasanuddin.

Hardjoeno UL. 2007. Kapita selekta hepatitis virus dan interpretasi hasil laboratorium. Makassar: Cahya Dinan Rucitra: hlm.5-14.

Irwandi J., Saeed M.E., Torla, H., and Zaki, M., *Determination of Lard in Mixture of body fats of Mutton and Cow by Fourier Transform Infrared Spectroscopy*, *J. Oleo Sci.*, Vol 52, No. 12, 633-638, 2003.

Jawetz, E., Melnick, J.L. & Adelberg, E.A., 2005, *Mikrobiologi Kedokteran*, diterjemahkan oleh Mudihardi, E., Kuntaman, Wasito, E. B., Mertaniasih, N. M., Harsono, S., Alimsardjono, L., Edisi XXII, 327-335, 362-363, Penerbit Salemba Medika, Jakarta

Jawetz et al., 2008. *Medical Microbiology 24th ed.* North America: Lange Medical book

Kirk R.E. and Othmer, D.F., 1966, "*Encyclopedia of Chemical Technology*", vol.1, 2nd edition, A Willey Interscience Publication, John Wiley and Sons Co., New York.

Kirk-Othmer. 1993. *Encyclopedia of Chemical Thecnology*. New York: John Wiley and Sons.

Li, J., B.E. Carlson, and A.A. Lacis, 2014: *Application of spectral analysis techniques in the inter-comparison of aerosol data, Part 4: Synthesized analysis of multisensor satellite and ground-based AOD measurements using combined maximum covariance analysis*. *Atmos. Meas. Tech.*, 7, 2531-2549, doi:10.5194/amt-7-2531-2014.

Licciulli A., Lisi D. 2002. *Self-Cleaning Glass*. Universita Degli Studio Di Lecce.

Maryanto, Fatimah., 2004. *Pengaruh Pemberian Jambu Biji (Psidium guajava L.) pada Lipidemia Serum Tikus (Sprague dawley) Hiperkolesterolemia*. *Media Medika Indonesia*. 39:105-11

Paturusi, Syamsul Alam, 2008. *Perencanaan Kawasan Pariwisata*. Denpasar: Udayana Press.

Pelczar, M. J., Chan, E. C. S., 1988. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.

- Pratiwi. 2008. *Mikrobiologi Farmasi*. Jakarta: Erlangga.
- Purwoko, Tjahjadi. 2007. *Fisiologi Mikroba*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Rahmi, Y., Abrar, M., Jamin, F. and Fahrimal, Y. 2015. Identifikasi Bakteri *Staphylococcus aureus* Pada Preputium dan Vagina Kuda (*Equus caballus*), *Medika Veterinaria*, 9(2), pp. 154–158.
- Riduwan. 2008. *Dasar-dasar Statistika*. Bandung: Alfa Beta
- R.E. Smallman dan R.J. Bishop. 1999. *Metallurgi fisik modern & rekayasa material*. Jakarta: Erlangga
- Sastrohamidjojo H. 2013. *Kimia Organik Dasar*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada Press.
- Saxena, G. dan Kalra, S.S. 2011. *Antimicrobial Activity Pattern of Certain Terpenoids*. *Internasional Journal of Pharma and Bio Sciences*, 2(1):87-91.
- Schechter, I. barzilai, I. L., and Bulatov. (1997). *Online Remote Prediction of Gasolin Properties by Combined Optical Method*, *Ana.Chim.Acta*, 339. Hal 193-199
- Shaw RK, Daniell S, Frankel G, Knutton Set al., 2002, *Enteropathogenic Escherichia coli translocate Tir and form an intimin-Tir intimate attachment to red blood cell membranes*, *MICROBIOLOGY-SGM*, Vol: 148, Pages: 1355-1365, ISSN: 1350-0872
- Skoog, D.A. dan West D.M. 1971. *Principles of Instrumental Analysis*. Holt, Rinehart and Winston, New York.
- Susanto, D., Sudrajat dan R. Ruga. 2012. *Studi Kandungan Bahan Aktif Tumbuhan Meranti Merah (Shorea leprosula Miq) Sebagai Sumber Senyawa Antibakteri*. *Mulawarman Scientific*. 11(2): 181-190.
- Talyzin, AV; Solozhenko, VL; Kurakevych, OO; Szabó, TS; Dékány, I .; Kurnosov, A .; Dmitriev, V. (2008). "Ekspansi Kisi yang Diinduksi Tekanan Kolosal dari Grafit Oksida di Hadirat Air". *Angewandte Chemie Edisi Internasional* . 47 (43): 8268–71. doi : 10.1002
- Thermo Nicolet. 2001. "Introduction Fourier Transform InfraRed Spectrometry", Madison.
- Wahyudi, Marman. 2006. *Proses Pembuatan dan Analisis Mutu Yoghurt dalam Buletin Teknik Pertanian Vol. II No. 1, 2006*. <http://www.pustaka-deptan.go.id/publikasi/bt111064.pdf> (4 September 2009).
- Wasposito, I.S. 2001 . *Efek Probiotik Sinbiotik Bagi Kesehatan., Prebiotik*. Jurusan

Teknologi Hasil Pertanian. FTP Universitas Brawijaya. Malang

Yang, Velmurugan, Liu, & Xing, 2013. *The graphene oxide and chitosan biopolymer loads TiO₂ for antibacterial and preservative research*. 221 (2017) 267–277

Zhu, C., J. Harel, M. Jacques, C. Desautels, M. S. Donnenberg, M. Beaudry, and J. M. Fairbrother. 1994. *Virulence properties and attaching-effacing activity of E. coli O45 associated from swine post weaning diarrhea*. Infection and Immunity 62: 4153-4159.

LAMPIRAN I
PENGUKURAN ZONA HAMBAT BAKTERI

1. *E. Coli*

Waktu (jam)	GO/TiO2 (1/0,5)	GO/TiO2 (1/1)	GO/TiO2 (1/2)	E	Amp
24	12	11	11	18	8
	12,01	11	11,1	18	8
	12,05	11,1	11,05	18,07	8,01
48	14	13	12	30	10
	14,1	12,95	12,05	30,1	10,01
	14,12	13,1	12,03	30	10,05
72	11	10	10	24	8
	11,05	10,05	10,1	24	8,04
	11,08	10	9,97	24,04	8,05

2. *Streptococcus*

Waktu (jam)	GO/TiO2 (1/0,5)	GO/TiO2 (1/1)	GO/TiO2 (1/2)	Amp
24	11	12	10	11
	10,9	12,2	10	11,1
	11,1	12,12	9,9	11,05
48	11	12	10	10
	11,1	12,05	10,1	10,1
	11	12,1	10,1	10
72	9	12	10	15
	9,05	12,1	10	15,12
	9	12	10,05	15,1

3. *S. aureus*

Waktu (jam)	GO/TiO2 (1/0,5)	GO/TiO2 (1/1)	GO/TiO2 (1/2)	E	Amp
24	12	11	11	18	8
	12,01	11	11,1	18	8
	12,05	11,1	11,05	18,07	8,01
48	14	13	12	30	10
	14,1	12,95	12,05	30,1	10,01

	14,12	13,1	12,03	30	10,05
72	11	10	10	24	8
	11,05	10,05	10,1	24	8,04
	11,08	10	9,97	24,04	8,05

LAMPIRAN 2
UJI ANOVA SATU ARAH

1. Uji beda antar bakteri yang sama beda variasi komposisi

Descriptive

a. *E. coli*

Waktu (Jam)	Perbandingan GO : TiO ₂			Std. Deviation	Std. Error
	1:0,5	1:1	1:2		
24	11,0333	10,0333	12,0333	0,0417	0,0241
28	12,0500	11,0300	12,0267	0,0400	0,0231
72	12,0100	13,0300	13,0067	0,0205	0,0118
Total	35,0933	34,0933	37,06667	0,10220	0,0590
Rata-rata	11,6978	11,3644	12,3556	0,03407	0,0197

b. *Streptococcus*

Waktu (Jam)	Perbandingan GO : TiO ₂			Std. Deviation	Std. Error
	1:0,5	1:1	1:2		
24	11,0000	12,1067	9,9667	0,0622	0,03591
28	11,0333	12,0500	10,0667	0,06947	0,04011
72	9,0167	12,0333	10,0167	0,04811	0,02778
Total	31,0500	36,1900	30,0500	0,17978	0,1038
Rata-rata	10,35000	12,06333	10,01667	0,059927	0,03460

c. *S. aureus*

Waktu (Jam)	Perbandingan GO : TiO ₂			Std. Deviation	Std. Error
	1:0,5	1:1	1:2		
24	12,0200	11,0333	11,0500	0,04449	0,02568
28	14,0433	13,0167	12,0267	0,05433	0,03137
72	11,0433	10,0167	10,0233	0,04774	0,02757
Total	37,1067	34,0667	33,1000	0,1466	0,0846
Rata-rata	12,36889	11,35556	11,03333	0,0489	0,0282

Test Homogeneity of variance

c. *E. Coli*

Perbandingan GO : TiO2	df1	df2	sig
1:0,5	2	6	0,243
1:1	2	6	0,211
1:2	2	6	0,196

d. *Streptococcus*

Perbandingan GO : TiO2	df1	df2	sig
1:0,5	2	6	0,372
1:1	2	6	0,454
1:2	2	6	0,248

e. *S. aureus*

Perbandingan GO : TiO2	df1	df2	sig
1:0,5	2	6	0,179
1:1	2	6	0,286
1:2	2	6	0,303

Anova

a. *E. Coli*

Perbandingan		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1:0,5	Between Groups	1,989	2	0,995	486,462	0,000
	Within Groups	0,012	6	0,002		
	Total	2,001	8			
1:1	Between Groups	13,973	2	6,987	3930,006	0,000
	Within Groups	0,011	6	0,002		
	Total	13,984	8			

1:2	Between Groups	1.908	2	0,954	1788,583	0,000
	Within Groups	0.003	6	0,001		
	Total	1.911	8			

b. Streptococcus

Perbandingan		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1:0,5	Between Groups	8,002	2	4,001	847,235	0
	Within Groups	0,028	6	0,005		
	Total	8,03	8			
1:01	Between Groups	0,009	2	0,004	0,833	0,479
	Within Groups	0,032	6	0,005		
	Total	0,041	8			
1:02	Between Groups	0,015	2	0,008	3	0,125
	Within Groups	0,015	6	0,002		
	Total	0,03	8			

c. S. aureus

Perbandingan		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1:0,5	Between Groups	14,048	2	7,024	3114,034	0,000
	Within Groups	0,014	6	0,002		
	Total	14,061	8			
1:1	Between Groups	13,967	2	6,984	2095,083	0,000
	Within Groups	0,020	6	0,003		
	Total	13,987	8			
1:2	Between Groups	6,021	2	3,011	1162,906	0,000
	Within Groups	0,016	6	0,003		

	Total	6,037	8			
--	-------	-------	---	--	--	--

Multiple Comparison

a. *E. Coli*

Dependent Variable				Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
GOTiO1	Bonferroni	24	48	-1,01667*	0,03692	0	-1,138	-0,8953
			72	-,97667*	0,03692	0	-1,098	-0,8553
		48	24	1,01667*	0,03692	0	0,8953	1,138
			72	0,04	0,03692	0,961	-0,0814	0,1614
		72	24	,97667*	0,03692	0	0,8553	1,098
			48	-0,04	0,03692	0,961	-0,1614	0,0814
	Games-Howell	24	48	-1,01667*	0,0441	0	-1,1753	-0,858
			72	-,97667*	0,0348	0,001	-1,1514	-0,802
		48	24	1,01667*	0,0441	0	0,858	1,1753
			72	0,04	0,03055	0,497	-0,1072	0,1872
		72	24	,97667*	0,0348	0,001	0,802	1,1514
			48	-0,04	0,03055	0,497	-0,1872	0,1072
GOTiO2	Bonferroni	24	48	-,99667*	0,03443	0	-1,1098	-0,8835
			72	-2,99667*	0,03443	0	-3,1098	-2,8835
		48	24	,99667*	0,03443	0	0,8835	1,1098
			72	-2,00000*	0,03443	0	-2,1132	-1,8868
		72	24	2,99667*	0,03443	0	2,8835	3,1098
			48	2,00000*	0,03443	0	1,8868	2,1132
	Games-Howell	24	48	-,99667*	0,0393	0	-1,15	-0,8433
			72	-2,99667*	0,03667	0	-3,1571	-2,8362
		48	24	,99667*	0,0393	0	0,8433	1,15
			72	-2,00000*	0,02582	0	-2,096	-1,904
		72	24	2,99667*	0,03667	0	2,8362	3,1571
			48	2,00000*	0,02582	0	1,904	2,096
GOTiO3	Bonferroni	24	48	0,00667	0,01886	1	-0,0553	0,0687
			72	-,97333*	0,01886	0	-1,0353	-0,9113
		48	24	-0,00667	0,01886	1	-0,0687	0,0553
			72	-,98000*	0,01886	0	-1,042	-0,918
		72	24	,97333*	0,01886	0	0,9113	1,0353

	Games-Howell	24	48	,98000*	0,01886	0	0,918	1,042
			48	0,00667	0,02285	0,955	-0,0762	0,0895
		48	72	-,97333*	0,01795	0	-1,0718	-0,8748
			24	-0,00667	0,02285	0,955	-0,0895	0,0762
		72	72	-,98000*	0,01491	0	-1,0594	-0,9006
			24	,97333*	0,01795	0	0,8748	1,0718
			48	,98000*	0,01491	0	0,9006	1,0594

b. Streptococcus

Dependent Variable				Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
GOTiO21	Bonferroni	24	48	-0,03333	0,05611	1,000	-0,2178	0,1511
			72	1,98333*	0,05611	0,000	1,7989	2,1678
		48	24	0,03333	0,05611	1,000	-0,1511	0,2178
			72	2,01667*	0,05611	0,000	1,8322	2,2011
		72	24	-1,98333*	0,05611	0,000	-2,1678	-1,7989
			48	-2,01667*	0,05611	0,000	-2,2011	-1,8322
	Games-Howell	24	48	-0,03333	0,06667	0,876	-0,3008	0,2342
			72	1,98333*	0,06009	0,001	1,6787	2,2880
		48	24	0,03333	0,06667	0,876	-0,2342	0,3008
			72	2,01667*	0,03727	0,000	1,8589	2,1745
		72	24	-1,98333*	0,06009	0,001	-2,2880	-1,6787
			48	-2,01667*	0,03727	0,000	-2,1745	-1,8589
GOTiO22	Bonferroni	24	48	0,05667	0,05957	1,000	-0,1392	0,2525
			72	0,07333	0,05957	0,793	-0,1225	0,2692
		48	24	-0,05667	0,05957	1,000	-0,2525	0,1392
			72	0,01667	0,05957	1,000	-0,1792	0,2125
		72	24	-0,07333	0,05957	0,793	-0,2692	0,1225
			48	-0,01667	0,05957	1,000	-0,2125	0,1792
	Games-Howell	24	48	0,05667	0,06489	0,691	-0,2188	0,3321
			72	0,07333	0,06700	0,576	-0,1961	0,3428
		48	24	-0,05667	0,06489	0,691	-0,3321	0,2188
			72	0,01667	0,04410	0,926	-0,1420	0,1753
		72	24	-0,07333	0,06700	0,576	-0,3428	0,1961
			48	-0,01667	0,04410	0,926	-0,1753	0,1420
GOTiO23	Bonferroni	24	48	-0,10000	0,04082	0,149	-0,2342	0,0342
			72	-0,05000	0,04082	0,800	-0,1842	0,0842
		48	24	0,10000	0,04082	0,149	-0,0342	0,2342
			72	0,05000	0,04082	0,800	-0,0842	0,1842

		72	24	0,05000	0,04082	0,800	-0,0842	0,1842
			48	-0,05000	0,04082	0,800	-0,1842	0,0842
	Games-Howell	24	48	-0,10000	0,04714	0,201	-0,2680	0,0680
			72	-0,05000	0,03727	0,469	-0,2078	0,1078
		48	24	0,10000	0,04714	0,201	-0,0680	0,2680
			72	0,05000	0,03727	0,469	-0,1078	0,2078
		72	24	0,05000	0,03727	0,469	-0,1078	0,2078
			48	-0,05000	0,03727	0,469	-0,2078	0,1078

c. *S. aureus*

Dependent Variable				Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
GOTiO21	Bonferroni	24	48	-2,02333*	0,03878	0,000	-2,1508	-1,8959
			72	,97667*	0,03878	0,000	0,8492	1,1041
		48	24	2,02333*	0,03878	0,000	1,8959	2,1508
			72	3,00000*	0,03878	0,000	2,8725	3,1275
		72	24	-,97667*	0,03878	0,000	-1,1041	-0,8492
			48	-3,00000*	0,03878	0,000	-3,1275	-2,8725
	Games-Howell	24	48	-2,02333*	0,04137	0,000	-2,2139	-1,8328
			72	,97667*	0,02789	0,000	0,8695	1,0838
		48	24	2,02333*	0,04137	0,000	1,8328	2,2139
			72	3,00000*	0,04497	0,000	2,8228	3,1772
		72	24	-,97667*	0,02789	0,000	-1,0838	-0,8695
			48	-3,00000*	0,04497	0,000	-3,1772	-2,8228
GOTiO22	Bonferroni	24	48	-1,98333*	0,04714	0,000	-2,1383	-1,8284
			72	1,01667*	0,04714	0,000	0,8617	1,1716
		48	24	1,98333*	0,04714	0,000	1,8284	2,1383
			72	3,00000*	0,04714	0,000	2,8450	3,1550
		72	24	-1,01667*	0,04714	0,000	-1,1716	-0,8617
			48	-3,00000*	0,04714	0,000	-3,1550	-2,8450
	Games-Howell	24	48	-1,98333*	0,05528	0,000	-2,1873	-1,7794
			72	1,01667*	0,03727	0,000	0,8589	1,1745
		48	24	1,98333*	0,05528	0,000	1,7794	2,1873
			72	3,00000*	0,04714	0,000	2,7791	3,2209
		72	24	-1,01667*	0,03727	0,000	-1,1745	-0,8589
			48	-3,00000*	0,04714	0,000	-3,2209	-2,7791
GOTiO23	Bonferroni	24	48	-,97667*	0,04154	0,000	-1,1132	-0,8401
			72	1,02667*	0,04154	0,000	0,8901	1,1632
		48	24	,97667*	0,04154	0,000	0,8401	1,1132
			72	2,00333*	0,04154	0,000	1,8668	2,1399

		72	24	-1,02667*	0,04154	0,000	-1,1632	-0,8901
			48	-2,00333*	0,04154	0,000	-2,1399	-1,8668
	Games-Howell	24	48	-,97667*	0,03232	0,000	-1,1132	-0,8402
			72	1,02667*	0,04876	0,000	0,8455	1,2079
		48	24	,97667*	0,03232	0,000	0,8402	1,1132
			72	2,00333*	0,04190	0,000	1,8056	2,2011
		72	24	-1,02667*	0,04876	0,000	-1,2079	-0,8455
			48	-2,00333*	0,04190	0,000	-2,2011	-1,8056

2. Uji beda antara nilai optimum komposisi dengan control positif beda signifikan atau tidak.

Descriptive

a. *E. Coli*

Waktu (Jam)	Perbandingan GO : TiO2		Std. Deviation	Std. Error
	1:2	Amp		
24	12,0333	12,9667	0,0205	0,01183
28	12,0267	15,0333	0,04426	0,02556
72	13,0067	17,0267	-	-
Total	37,0667	45,0267	0,06476	0,03739
Rata-rata	12,3556	15,0089	0,0324	0,0187

b. *Streptococcus*

Waktu (Jam)	Perbandingan GO : TiO2		Std. Deviation	Std. Error
	1:2	Amp		
24	9,9667	11,05	0,04811	0,02778
28	10,0667	10,0333	0,05734	0,03311
72	10,0167	15,0733	-	-
Total	30,05	36,1567	0,10545	0,06089
Rata-rata	10,0167	12,0522	0,0527	0,03045

c. *S. aureus*

Waktu (Jam)	Perbandingan GO : TiO2		Std. Deviation	Std. Error
	1:02	Amp		
24	11,0500	8,0033	0,04774	0,02757

28	12,0267	10,0200	0,01956	0,01129
72	10,0233	8,0300	-	-
Total	33,1000	26,0533	0,0673	0,03886
Rata-rata	11,0333	8,6844	0,03365	0,01943

Test Homogeneity of variance

a. *E. coli*

Perbandingan GO : TiO2	df1	df2	sig
1:2	2	6	0,196
Amp	2	6	0,276

b. *Streptococcus*

Perbandingan GO : TiO2	df1	df2	sig
1:2	2	6	0,248
Amp	2	6	0,731

c. *S. aureus*

Perbandingan GO : TiO2	df1	df2	sig
1:2	2	6	0,248
Amp	2	6	0,731

Anova

c. *E. coli*

Perbandingan		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1:2	Between Groups	1,908	2	0,954	1788,583	0,000
	Within Groups	0,003	6	0,001		
	Total	1,911	8			
Amp	Between Groups	24,728	2	12,364	5887,640	0,000
	Within Groups	0,013	6	0,002		
	Total	24,741	8			

d. Streptococcus

Perbandingan		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1:2	Between Groups	0,015	2	0,008	3,000	0,125
	Within Groups	0,015	6	0,002		
	Total	0,030	8			
Amp	Between Groups	42,622	2	21,311	6414,746	0,000
	Within Groups	0,020	6	0,003		
	Total	42,642	8			

e. S. aureus

Perbandingan		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1:2	Between Groups	6,021	2	3,011	1162,906	0,000
	Within Groups	0,016	6	0,003		
	Total	6,037	8			
Amp	Between Groups	8,028	2	4,014	8401,140	0,000
	Within Groups	0,003	6	0,000		
	Total	8,031	8			

Multiple Comparison

a. E. Coli

Dependent Variable				Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
GOTiO3	Bonferroni	24	48	0,00667	0.01886	1.000	-0.0553	0.0687
			72	-,97333*	0.01886	0.000	-1.0353	-0.9113
		48	24	-0,00667	0.01886	1.000	-0.0687	0.0553
			72	-,98000*	0.01886	0.000	-1.0420	-0.9180
		72	24	,97333*	0.01886	0.000	0.9113	1.0353
			48	,98000*	0.01886	0.000	0.9180	1.0420
		24	48	0,00667	0.02285	0.955	-0.0762	0.0895

	Games-Howell	48	72	-,97333*	0,01795	0,000	-1,0718	- 0,8748
			24	-0,00667	0,02285	0,955	-0,0895	0,0762
		72	72	-,98000*	0,01491	0,000	-1,0594	- 0,9006
			24	,97333*	0,01795	0,000	0,8748	1,0718
			48	,98000*	0,01491	0,000	0,9006	1,0594
	Bonferroni	24	48	-2,06667*	0,03742	0,000	-2,1897	- 1,9437
			72	-4,06000*	0,03742	0,000	-4,1830	- 3,9370
		48	24	2,06667*	0,03742	0,000	1,9437	2,1897
			72	-1,99333*	0,03742	0,000	-2,1163	- 1,8703
		72	24	4,06000*	0,03742	0,000	3,9370	4,1830
			48	1,99333*	0,03742	0,000	1,8703	2,1163
	Games-Howell	24	48	-2,06667*	0,03727	0,000	-2,2245	- 1,9089
			72	-4,06000*	0,04269	0,000	-4,2156	- 3,9044
		48	24	2,06667*	0,03727	0,000	1,9089	2,2245
			72	-1,99333*	0,03145	0,000	-2,1160	- 1,8706
		72	24	4,06000*	0,04269	0,000	3,9044	4,2156
			48	1,99333*	0,03145	0,000	1,8706	2,1160

b. Streptococcus

Dependent Variable				Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
GOTiO23	Bonferroni	24	48	-0,10000	0,04082	0,149	-0,2342	0,0342
			72	-0,05000	0,04082	0,800	-0,1842	0,0842
		48	24	0,10000	0,04082	0,149	-0,0342	0,2342
			72	0,05000	0,04082	0,800	-0,0842	0,1842
		72	24	0,05000	0,04082	0,800	-0,0842	0,1842
			48	-0,05000	0,04082	0,800	-0,1842	0,0842
	Games-Howell	24	48	-0,10000	0,04714	0,201	-0,2680	0,0680
			72	-0,05000	0,03727	0,469	-0,2078	0,1078
		48	24	0,10000	0,04714	0,201	-0,0680	0,2680
			72	0,05000	0,03727	0,469	-0,1078	0,2078
		72	24	0,05000	0,03727	0,469	-0,1078	0,2078
			48	-0,05000	0,03727	0,469	-0,2078	0,1078

Amp	Bonferroni	24	48	1,01667*	0,04706	0,000	0,8620	1,1714
			72	-4,02333*	0,04706	0,000	-4,1780	-3,8686
		48	24	-1,01667*	0,04706	0,000	-1,1714	-0,8620
			72	-5,04000*	0,04706	0,000	-5,1947	-4,8853
		72	24	4,02333*	0,04706	0,000	3,8686	4,1780
			48	5,04000*	0,04706	0,000	4,8853	5,1947
	Games-Howell	24	48	1,01667*	0,04410	0,000	0,8580	1,1753
			72	-4,02333*	0,04702	0,000	-4,1957	-3,8509
		48	24	-1,01667*	0,04410	0,000	-1,1753	-0,8580
			72	-5,04000*	0,04989	0,000	-5,2188	-4,8612
		72	24	4,02333*	0,04702	0,000	3,8509	4,1957
			48	5,04000*	0,04989	0,000	4,8612	5,2188

c. S. aureus

Dependent Variable				Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
GOTiO23	Bonferroni	24	48	-,97667*	0,04154	0,000	-,1132	-0,8401
			72	1,02667*	0,04154	0,000	0,8901	1,1632
		48	24	-,97667*	0,04154	0,000	0,8401	1,1132
			72	2,00333*	0,04154	0,000	1,8668	2,1399
		72	24	-,102667*	0,04154	0,000	-,11632	-0,8901
			48	-,200333*	0,04154	0,000	-,21399	-1,8668
	Games-Howell	24	48	-,97667*	0,03232	0,000	-,11132	-0,8402
			72	1,02667*	0,04876	0,000	0,8455	1,2079
		48	24	-,97667*	0,03232	0,000	0,8402	1,1132
			72	2,00333*	0,04190	0,000	1,8056	2,2011
		72	24	-,102667*	0,04876	0,000	-,12079	-0,8455
			48	-,200333*	0,04190	0,000	-,22011	-1,8056
		24	48	-,201667*	0,01785	0,000	-,20753	-1,9580

Amp	Bonferroni		72	- 0,02667	0,01785	0,557	- 0,0853	0,0320
			24	2,01667*	0,01785	0,000	1,9580	2,0753
		48	72	1,99000*	0,01785	0,000	1,9313	2,0487

		72	24	0.02667	0.01785	0.557	- 0.0320	0.0853
			48	-1.99000*	0.01785	0.000	- 2.0487	-1.9313
	Games- Howell	24	48	-2.01667*	0.01563	0.000	- 2.1006	-1.9327
			72	-0.02667	0.01563	0.374	- 0.1106	0.0573
		48	24	2.01667*	0.01563	0.000	1.9327	2.1006
			72	1.99000*	0.02160	0.000	1.9130	2.0670
		72	24	0.02667	0.01563	0.374	- 0.0573	0.1106
			48	-1.99000*	0.02160	0.000	- 2.0670	-1.9130