

**SINTESIS BASA SCHIFF DARI *O*-VANILIN DAN ANILINA DENGAN
METODE SONIKASI SEBAGAI ANTIBAKTERI *Escherichia coli* DAN
*Staphylococcus aureus***

SKRIPSI

**Oleh:
MOH. KHOLILUR RAHMAN
NIM. 17630109**



**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

HALAMAN JUDUL

**SINTESIS BASA SCHIFF DARI *O*-VANILIN DAN ANILINA DENGAN
METODE SONIKASI SEBAGAI ANTIBAKTERI *Escherichia coli* DAN
*Staphylococcus aureus***

SKRIPSI

**Oleh:
MOH. KHOLILUR RAHMAN
NIM. 17630109**

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

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN

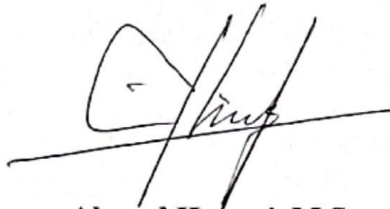
**SINTESIS BASA SCHIFF DARI *O*-VANILIN DAN ANILINA DENGAN
METODE SONIKASI SEBAGAI ANTIBAKTERI *Escherichia coli* DAN
*Staphylococcus aureus***

SKRIPSI

Oleh:
MOH. KHOLILUR RAHMAN
NIM. 17630109

**Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal 07 Desember 2023**

Pembimbing I



Ahmad Hanapi, M.Sc
NIDT. 19851225 20160801 1 069

Pembimbing II



A. Ghanaim-Fasya, M.Si
NIP. 19820616 200604 1 002

**Mengetahui,
Ketua Program Studi**



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

HALAMAN PENGESAHAN

**SINTESIS BASA SCHIFF DARI O-VANILIN DAN ANILINA DENGAN
METODE SONIKASI SEBAGAI ANTIBAKTERI *Escherichia coli* DAN
*Staphylococcus aureus***

SKRIPSI

Oleh:
MOH. KHOLILUR RAHMAN

NIM. 17630109

**Telah dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan Dinyatakan
Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 11 Desember 2023**

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

**Anggota Penguji I : Lulu'atul Hamidatu Ulya, M.Sc
NIP. 19900906 2023212 033**

**Anggota Penguji II : Ahmad Hanapi, M.Sc
NIDT. 19851225 20160801 1 069**

**Anggota Penguji III : A. Ghanaim Fasya, M.Si
NIP. 19820616 200604 1 002**



**Mengesahkan,
Ketua Program Studi Kimia**



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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Moh. Kholilur Rahman

NIM : 17630109

Program Studi : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Sintesis Basa Schiff dari *o*-Vanilin dan Anilina dengan Metode Sonikasi Sebagai Antibakteri *Eschericia coli* dan *Staphylococcus aureus*

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang saya tulis merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan, atau pikiran orang lain, kecuali dalam bentuk kutipan yang sudah disebutkan sumbernya. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia mempertanggungjawabkannya sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 12 Desember 2023

Yang membuat pernyataan



Moh. Kholilur Rahman

NIM.17630109

MOTTO

Sami'na wa atho'na

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah Swt. yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan akhir yang berjudul **“Sintesis Basa Schiff Dari *o*-Vanilin dan Anilina Dengan Metode Sonikasi Sebagai Antibakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*”**. Selawat dan salam semoga selalu tercurah limpahkan kepada Nabi Muhammad saw. keluarga, sahabat dan ummatnya.

Ucapan terimakasih serta doa penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi baik dukungan moral maupun spiritual demi suksesnya penyusunan skripsi ini. Pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati, penulis ucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H.M. Zainuddin, MA selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Ibu Dr. Sri Harini, M.Si selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Ibu Rachmawati Ningsih, M.Si selaku ketua program studi kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Bapak Ahmad Hanapi, M.Sc dan Bapak A.Ghanaim Fasya, M.Si selaku dosen pembimbing I dan II, yang telah bersedia memberi arahan, bimbingan dan nasehat kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Ibu Rif'atul Mahmudah, M.Si selaku wali dosen yang selalu memberikan bimbingan dan arahan selama melakukan studi dari awal sampai akhir.
6. Kedua orang tua dan kedua mertua yang telah mendukung secara doa, perhatian, motivasi dan semangat untuk selalu bisa melewati sesuatu yang dihadapi.
7. Icharizky Chrismonita selaku istri tercinta penulis yang selalu memberikan bantuan doa, motivasi, perhatian dan semangat.
8. KH. M. Zainur Rahman Hammam dan Ny. Hj. Dina Kamilia selaku pengasuh Pondok Pesantren Al-Muqri, Karang Kapoh, Prenduan Sumenep

yang turut memberikan dukungan pada penulis baik secara doa, bimbingan, perhatian, motivasi dan semangat untuk selalu giat belajar.

9. Nuriatul Istianah, Ali Ferdian, Firda Hidayatuz Zahroni, Khiellalatul Istiqomah, dan saudara-saudara lainnya yang juga turut membantu.
10. Teman-teman seperjuangan Kimia 2017 terutama kelas C, dan teman-teman yang telah membantu dalam penelitian dan penulisan.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna baik dari segi bahasa, penyampaian, penyusunan, serta penulisannya. Oleh karena itu, penulis berharap kritik dan saran yang membangun agar dapat menjadi acuan untuk penulisan yang lebih baik ke depannya. Dengan penuh rasa syukur, semoga naskah skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca, *Aamiin*.

Malang, 07 Desember 2023



Penulis

Moh. Kholilur Rahman

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iv
MOTTO	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xiii
ملخص.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 <i>o</i> -Vanilin.....	6
2.2 Anilina	6
2.3 Senyawa Basa Schiff	7
2.4 Sintesis Basa Schiff dengan Metode Sonikasi	8
2.5 Identifikasi dan Karakterisasi Basa Schiff	9
2.5.1 Karakterisasi menggunakan FT-IR	9
2.5.2 Karakterisasi menggunakan GC-MS	10
2.5.3 Karakterisasi menggunakan ¹ H-NMR	11
2.6 Mikroba Uji	13
2.6.1 <i>Escherichia coli</i>	13
2.6.2 <i>Staphylococcus aureus</i>	14
2.7 Antibakteri.....	15
2.8 Pengujian Antibakteri (Metode Difusi Kertas Cakram).....	16
BAB III METODE PENELITIAN	17
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian.....	17
3.2 Alat dan Bahan	17
3.3 Rancangan Penelitian	17
3.4 Tahapan penelitian	18
3.5 Cara Kerja.....	18
3.5.1 Sintesis senyawa Basa Schiff dari <i>o</i> -vanilin dan anilina dengan metode sonikasi (Furqoni, 2021)	18
3.5.2 Uji titik lebur hasil sintesis dengan MPA	18
3.5.3 Uji sifat kimia hasil sintesis	19

3.5.4	Karakterisasi produk hasil sintesis dengan spektroskopi FTIR	19
3.5.5	Karakterisasi produk hasil sintesis dengan GC-MS	19
3.5.6	Karakterisasi produk hasil sintesis dengan H-NMR.....	20
3.5.7	Uji aktivitas antibakteri.....	20
3.6	Analisis Data	22
BAB IV PEMBAHASAN.....		23
4.1	Sintesis Senyawa Basa Schiff 2-metoksi-6-((fenilimino)metil)fenol.....	23
4.2	Uji Sifat Kimia	24
4.3	Karakterisasi menggunakan FT-IR	25
4.4	Karakterisasi menggunakan GC-MS	26
4.5	Karakterisasi menggunakan ¹ H-NMR.....	29
4.6	Uji Aktivitas Antibakteri	31
4.7	Manfaat Penelitian Dalam Prespektif Islam	32
BAB V PENUTUPAN.....		34
5.1	Kesimpulan.....	34
5.2	Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA		35
LAMPIRAN.....		41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur senyawa o-vanilin.....	6
Gambar 2. 2 Struktur senyawa anilina	7
Gambar 2. 3 Reaksi umum pembentukan senyawa basa Schiff.....	7
Gambar 2. 4 Prediksi mekanisme reaksi pembentukan senyawa basa Schiff dari o-vanilin dan anilina (Nafiah, 2020).....	8
Gambar 2. 5 Spektra IR Senyawa (a) basa Schiff (b) o-vanilin (c) anilina (Nafiah, 2020)	9
Gambar 2. 6 Kromatogram hasil analisis senyawa basa Schiff	11
Gambar 2. 7 Spektra hasil analisis senyawa basa Schiff	11
Gambar 2. 8 Hasil spektroskopi ¹ H-NMR senyawa basa Schiff dari o-vanilin dan p-anilina (Zamrotin, 2022)	12
Gambar 2. 9 Sel bakteri <i>Escherichia coli</i> pada pembesaran 1000x (Riedel <i>et al.</i> , 2019)	14
Gambar 2. 10 Sel bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> pada pembesaran 1000x (Riedel <i>et al.</i> , 2019)	15
Gambar 4. 1 Prediksi mekanisme reaksi pembentukan senyawa basa Schiff dari o-vanilin dan anilina (Nafiah, 2020).....	23
Gambar 4. 2 Hasil uji kimia produk hasil sintesis dalam a) NaOH 2M, b) aquades.....	25
Gambar 4. 3 Reaksi asam basa Bronsted-Lowry senyawa 2-metoksi-6- ((fenilamino)metil) fenol dengan senyawa NaOH.....	25
Gambar 4. 4 Spektra FT-IR senyawa a). anilina b). o-vanilin c). produk basa Schiff.....	26
Gambar 4. 5 Hasil kromatogram senyawa produk sintesis	27
Gambar 4. 6 Hasil Spektrometer massa puncak kromatogram pertama	27
Gambar 4. 7 Hasil Spektrometer massa puncak kromatogram kedua	28
Gambar 4. 8 Pola fragmentasi senyawa basa Schiff 2-metoksi-6((fenilamino) metil)fenol.....	29
Gambar 4. 9 Spektrum ¹ H-NMR senyawa basa Schiff	30

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Gugus fungsi basa Schiff dari o-vanilin dan anilina	10
Tabel 2. 2 Kategori Penghambatan pertumbuhan Mikroba	16
Tabel 4. 1 Hasil pengamatan sifat fisik reaktan dan produk sintesis	24
Tabel 4. 2 Tabel gugus fungsi produk basa Schiff.....	25
Tabel 4. 3 Hasil interpretasi spektra ¹ H-NMR produk sintesis.....	30
Tabel 4. 4 Hasil zona hambat senyawa basa Schiff 2-metoksi-6- ((fenilamino)metil)fenol terhadap bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Escherichia coli</i>	31

ABSTRAK

Rahman, Moh Kholilur. 2023. **Sintesis Basa Schiff Dari *o*-Vanilin dan Anilina Dengan Metode Sonikasi Sebagai Antibakteri *Escherichia coli* Dan *Staphylococcus aureus***. Skripsi. Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I Ahmad Hanapi, M.Sc; Pembimbing II A. Ghanaim Fasya, M.Si.

Kata Kunci: basa Schiff, *o*-vanilin, anilina, antibakteri

Senyawa basa Schiff merupakan senyawa yang dihasilkan oleh reaksi adisi eliminasi senyawa aldehida/keton dengan senyawa amina primer. Dalam penelitian ini dilakukan sintesis basa Schiff dari *o*-vanilin dan anilina dengan metode sonikasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui % rendemen, sifat fisika kimia dan karakterisasi menggunakan FTIR, GC-MS, dan HNMR. Kemudian dilakukan pengujian antibakteri dengan variasi konsentrasi 0,025%, 0,05%, 0,1%, dan 0,2% terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* dengan menggunakan metode kertas cakram. Hasil sintesis basa Schiff 2-metoksi-6-((fenilamino)metil)fenol dari reaktan *o*-vanilin dan anilina menggunakan metode sonikasi 7 menit menghasilkan rendemen sebesar 99,312% dengan bentuk serbuk padatan berwarna oranye dan titik leleh 76-78°C. Uji sifat kimia menunjukkan senyawa produk basa Schiff tidak larut dalam akuades dan larut dalam NaOH. Karakterisasi menggunakan FTIR didapatkan serapan khas gugus imina (C=N) pada bilangan gelombang 1615 cm⁻¹. Hasil karakterisasi basa Schiff menggunakan GC-MS meperoleh 2 puncak dengan m/z 152 dengan luas area 0,58% dan m/z 227 dengan luas area 99,42%. Hasil karakterisasi HNMR didapatkan sinyal khas gugus imina muncul pada δ 8,62 ppm (*singlet*, 1H). Hasil uji antibakteri didapatkan bahwa senyawa produk basa Schiff memiliki kekuatan lemah hingga sedang.

ABSTRACT

Rahman, Moh Kholilur. 2023. **Synthesis of Schiff Bases from *o*-Vanilin and Aniline by Sonication Method as Antibacterial *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus***. Thesis. Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. 1st Supervisor Ahmad Hanapi, M.Sc; 2nd Supervisor A. Ghanaim Fasya, M.Si.

Keywords: Schiff base, *o*-vanillin, aniline, antibacterial

Schiff base compounds are compounds produced by the elimination addition reaction of aldehyde/ketone compounds with primary amine compounds. In this study, the synthesis of Schiff base from *o*-vanillin and aniline was carried out by sonication method. The purpose of this study was to determine the % yield, chemical physical properties and characterization using FTIR, GC-MS, and HNMR. Then antibacterial testing was carried out with concentration variations of 0.025%, 0.05%, 0.1%, and 0.2% against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* bacteria using the disc paper method. The synthesis of 2-methoxy-6-((phenylamino)methyl)phenol Schiff base from *o*-vanillin and aniline reactants using sonication method for 7 min resulted in a yield of 99.312% with orange-colored solid powder and melting point of 76-78 °C. Chemical properties test showed that the Schiff base product compound was insoluble in distilled water and soluble in NaOH. Characterization using FTIR obtained typical absorption of imine groups (C = N) at wave numbers 1615 cm⁻¹. The results of characterization of Schiff base using GC-MS obtained 2 peaks with m/z 152 with an area of 0.58% and m/z 227 with an area of 99.42%. The results of HNMR characterization obtained a typical signal of imine groups appearing at δ 8.62 ppm (*singlet*, 1H). The antibacterial test results showed that the Schiff base product compounds had weak to moderate strength.

ملخص

الرحمن، محمد خليل. ٢٠٢٣. توليف قاعدة شيف من الأو- فانيلين والأنيلين باستخدام طريقة السونيكيشن كمضاد حيوي لبكتيريا إشريشيا كولاي وبكتيريا العنقوديات الذهبية. رسالة جامعية. قسم الكيمياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة إن مولانا مالك إبراهيم مالانج. المشرف الأول أحمد حنفي، ماجستير العلوم؛ المشرف الثاني أحمد غنيم فشا، ماجستير العلوم.

كلمات مفتاحية: قاعدة شيف، أو- فانيلين، أنيلين، مضاد حيوي

القاعدة شيف هي مركب يتم الحصول عليه من خلال تفاعل الإضافة والإزالة بين مركب الألدهيد/الكيتون ومركب الأمين الأولي. في هذا البحث تمت عملية توليف القاعدة شيف من مركب أو- فانيلين والأنيلين باستخدام طريقة السونيكيشن. الهدف من هذا البحث هو تحديد نسبة العائد بالنسبة المئوية، والخصائص الفيزيائية والكيميائية، وإجراء التوصيف باستخدام تقنيات التحليل بالأشعة تحت الحمراء FTIR، والكروماتوغرافيا الغازية-الطيف الكتلي GC-MS، والرنين النووي المغناطيسي الهادي HNMR. بعد ذلك، تمت إجراء اختبارات مضادة للبكتيريا باستخدام تراكيز متغيرة ٠,٠٢٥٪، ٠,٠٥٪، ٠,١٪، و ٠,٢٪ ضد بكتيريا *Escherichia coli* والعنقوديات الذهبية *Staphylococcus aureus* باستخدام طريقة أقراص الورق. نتائج توليف القاعدة شيف ٢-ميثوكسي-٦-(فينيل أمينو) ميثيل) فينول من مركبي أو-فانيلين والأنيلين باستخدام طريقة السونيكيشن لمدة ٧ دقائق أفضت إلى نسبة عائد تبلغ ٩٩,٣١٢٪، وهو في شكل مسحوق صلب ذو لون برتقالي ونقطة انصهار تتراوح بين ٧٦-٧٨ درجة مئوية. اختبارات الخصائص الكيميائية أظهرت أن المركب الناتج من القاعدة شيف غير قابل للذوبان في الماء ولكنه قابل للذوبان في الصودا الكاوية NaOH. باستخدام تحليل FTIR، تم العثور على امتصاص خاص لمجموعة الإيمين (C=N) عند عدد موجي ١٦١٥ سم⁻¹. نتائج توصيف القاعدة شيف باستخدام GC-MS أظهرت وجود ذروتين بأكزاز ١٥٢ ومساحة منطقة ٠,٥٨٪ وأخرى بأكزاز ٢٢٧ ومساحة منطقة ٩٩,٤٢٪. تم العثور على إشارة خاصة لمجموعة الإيمين في نتائج توصيف HNMR عند δ ٨,٦٢ جزء في المليون (ثنائي، H^١). أظهرت نتائج اختبارات المضادات الحيوية أن المركب الناتج من القاعدة شيف لديه قوة ضعيفة إلى متوسطة.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Basa Schiff dikenalkan oleh Hugo Schiff pada tahun 1984. Basa Schiff merupakan kelompok azometin yang mempunyai rumus umum $C=N$, yang mana N dan C masing-masing memiliki ikatam berupa aril, alkil, atau sikloalkil (Khasanudin, 2018). Basa Schiff dapat diperoleh dari reaksi adisi eliminasi amina primer ($R-NH_2$) dengan aldehida atau keton yang dalam reaksinya membutuhkan katalis dan ada yang tidak membutuhkan katalis (Hasanah dkk., 2017). Basa Schiff memiliki kemampuan sebagai antibakteri (Tanjung, 2019), antijamur (Sharma dkk., 2013), antiinflamasi (Ali dkk., 2012), antioksidan, (Jasmarullah, 2018), sensor (Berhanu dkk., 2019), dan antikorosi (Ronggopuro, 2020).

Vanilin merupakan senyawa organik yang memiliki gugus karbonil berupa aldehida yang berikatan dengan cincin aromatik, sehingga lebih stabil jika dibanding dengan aldehida alifatik yang cenderung akan membentuk polimerisasi (Holderman dkk., 2017). *o*-Vanilin merupakan salah satu isomer dari vanilin yang diperoleh dari ekstrak biji vanili (Kumar dkk., 2012), sedangkan anilina merupakan senyawa yang mempunyai gugus amina terikat dengan cincin aromatik, dikarenakan sifatnya yang lebih stabil (Holderman dkk., 2017). Jika gugus aldehida pada *o*-vanilin bereaksi dengan gugus amina primer maka akan terbentuk senyawa basa Schiff.

Sintesis senyawa basa Schiff dapat dilakukan dengan metode *green synthesis* seperti penggunaan katalis alami, reaksi tanpa pelarut (penggerusan), atau metode sonikasi. Kelebihan dari metode *green synthesis* adalah lebih aman, cepat, murah, dan ramah lingkungan. Hal ini merupakan salah satu tujuan untuk tetap menjaga alam kita, seperti yang diperintahkan Allah SWT dalam firmannya Qs. ar Rum 41-42.

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ (٤١) قُلْ سِيرُوا فِي الْأَرْضِ فَانظُرُوا كَيْفَ كَانَ عَاقِبَةُ الَّذِينَ مِنْ قَبْلُ كَانَ أَكْثَرُهُمْ مُشْرِكِينَ (٤٢)

” Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia; Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari

(akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar). Katakanlah (Muhammad), “Bepergianlah di bumi lalu lihatlah bagaimana kesudahan orang-orang dahulu. Kebanyakan dari mereka adalah orang-orang yang mempersekutukan (Allah).” (Qs. ar Rum 41-42)”

Menurut tafsir Jalalain pada surat ar Rum (30) ayat 41 menyebutkan kerusakan yang diperbuat manusia adalah karena ulah maksiat manusia (Al-Mahalli, dkk., 2008), dalam tafsir Ibnu Katsir juga menyebutkan bahwa kerusakan karna perbuatan tangan manusia pada surat ar Rum (30) ayat 41 adalah karena kemaksiatan manusia itu sendiri. Maksiat adalah tidak taat dengan perintah Allah Swt (Ad-Dimasyqi, 2007). Salah satu hal yang termasuk maksiat yaitu tidak menjaga lingkungan, yang mana menjaga lingkungan sudah menjadi keharusan bagi kita sebagai khalifah di bumi, sebagaimana telah disebutkan dalam surat an Naml (27) ayat 62.

أَمَّنْ يُجِيبُ الْمُضْطَرَّ إِذَا دَعَاهُ وَيَكْشِفُ السُّوءَ وَيَجْعَلُكُمْ خُلَفَاءَ الْأَرْضِ ۗ إِنَّ اللَّهَ قَلِيلًا مَّا تَذَكَّرُونَ ﴿٦٢﴾

”Atau siapa Yang memperkenalkan orang yang dalam keadaan terpaksa apabila ia berdoa kepada-Nya dan Yang menghilangkan kesusahan dan Yang menjadikan kamu kholifah-khalifah di bumi? Apakah di samping Allah ada tuhan? Amat sedikit kamu mengingat.” (Qs. an Naml 62)”

Menurut tafsir Al-Misbah arti manusia sebagai kholifah dalam surat an Naml (27) ayat 62 adalah sebagai penjaga agar bumi ini tetap lestari sampai generasi selanjutnya (Shihab,2002). Salah satu caranya yaitu dengan mengurangi limbah dengan penggunaan pelarut air seperti dalam metode penelitian ini. Sehingga juga dapat mengurangi biaya penanganan dan energi yang dibutuhkan untuk mengolah limbah.

Metode sonikasi merupakan metode yang ramah lingkungan karena lebih hemat energi, cepat, ditambah pada penelitian ini pelarut yang digunakan adalah air. Sonikasi juga dilakukan di suhu yang rendah dan dapat memecah partikel yang berukuran besar menjadi kecil (Handaratri dan yuyun, 2019). Beberapa peneliti telah melakukan sintesis basa Schiff dengan menggunakan metode sonikasi seperti Furqoni (2020) yang melakukan sintesis basa Schiff dari o-vanilin dan anilina didapat randemen 97,070%. Fitri (2020) melakukan sintesis basa Schiff metode sonikasi dari o-vanilin dan *p*-toluidina dengan randemen 98,8%.

Jovianto (2020) mendapatkan randemen 99,07% dari sintesis *o*-vanilin dan *p*-anisidina menggunakan metode sonikasi. Kargar *et al.* (2021) juga telah melakukan sintesis basa Schiff metode sonikasi menggunakan reaktan 3-etoksisalisilaldehida dengan 2-aminopiridin mendapatkan randemen 92%.

Pengujian dilakukan untuk mengetahui hasil dari sintesis. Uji yang dilakukan meliputi sifat fisik, sifat kimia, serta karakterisasi struktur menggunakan instrumen FTIR, GC-MS, dan H-NMR. Hasil karakterisasi dari penelitian Faruq (2019) menyebutkan bahwa senyawa basa Schiff dari vanilin dan anilina saat dilakukan karakterisasi menggunakan FTIR menghasilkan spektra dari gugus khas basa Schiff terdapat pada bilangan gelombang 1584,909-1585,974 cm^{-1} , serta pada GC-MS menghasilkan puncak vanilin pada waktu retensi 14,971 menit dengan kadar 0,28% dan puncak kedua menunjukkan senyawa basa Schiff dengan waktu retensi 24,173 menit dengan kadar 99,72% dan memiliki puncak ion molekuler dengan nilai m/z 227. Furqoni (2020) melakukan penelitian basa Schiff dengan reaktan *o*-vanilin dan anilina dengan metode refluks, penggerusan, stirrer, dan sonikasi dari keempat senyawa hasil sintesis didapati memiliki titik leleh 76-78°C, gugus -C=N- pada 1615 cm^{-1} , dan pada waktu retensi 38 menit dalam pengujian dengan GC-MS didapatkan kemurnian 100%.

Basa Schiff memiliki banyak bioaktivitas, salah satunya yaitu sebagai antibakteri. Kemampuan sebagai antibakteri disebabkan adanya gugus C=N yang menjadi struktur basa Schiff (Chasanah dkk, 2015). Chigurupati (2015) menyebutkan dari hasil penelitiannya bahwa hasil sintesis vanilin dan anilina memiliki zona hambat terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* sebesar 10 mm dengan konsentrasi larutan 250 $\mu\text{m/mL}$. Cahyana dan Pratiwi (2015) menunjukkan hasil sintesis senyawa imina turunan vanilin dan 2-hidroksi asotofenon memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Senyawa produk A mempunyai zona hambat bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* berturut-turut yaitu 8,07 mm dan 6,51 mm, sedangkan pada senyawa produk B dihasilkan diameter zona hambat 7,24 mm dan 6,58 mm dengan konsentrasi masing-masing adalah 400 ppm. Senyawa basa Schiff hasil sintesis dari *o*-kloroanilina dengan *p*-vanilin yang dilakukan oleh Umofia *et al.* (2017) menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus*

aureus dan *Escherichia coli* pada konsentrasi 50 mg/mL dengan diameter zona hambat 8 mm dan 11 mm. Syamsudin dkk (2018) melakukan penelitian mengenai sintesis dan uji antibakteri senyawa imina dari piperonal dan anilina. Hasil sintesis basa Schiff yang diperoleh memiliki kemampuan sebagai antibakteri pada konsentrasi 100 mg/mL terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dengan diameter zona hambat berturut-turut yaitu 11,67 mm dan 12,67 mm.

Green synthesis basa Schiff dari *o*-vanilin dan anilina sudah banyak dilakukan oleh peneliti lain, namun sejauh ini masih belum ada yang melakukan pengujian antibakteri dari produk tersebut, sehingga dari paparan yang telah disampaikan, maka pada penelitian ini akan dilakukan *Green synthesis* basa Schiff dari *o*-vanilin dan anilina dengan metode sonikasi sebagai antibakteri.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana hasil sintesis basa Schiff dari *o*-vanilin dan anilina dengan metode sonikasi?
2. Bagaimana hasil karakterisasi produk sintesis basa Schiff dari *o*-vanilin dan anilina dengan metode sonikasi?
3. Bagaimana aktivitas antibakteri produk sintesis basa Schiff dari *o*-vanilin dan anilina dengan metode sonikasi?

1.3 Tujuan

1. Mengetahui hasil sintesis basa Schiff dari *o*-vanilin dan anilina dengan metode sonikasi.
2. Mengetahui hasil karakterisasi produk sintesis basa Schiff dari *o*-vanilin dan anilina dengan metode sonikasi.
3. Mengetahui aktivitas antibakteri produk sintesis basa Schiff dari *o*-vanilin dan anilina dengan metode sonikasi.

1.4 Batasan Masalah

1. Perbandingan mol *o*-vanilin dan anilina 1:1.
2. Metode yang digunakan adalah sonikasi.

3. Identifikasi senyawa hasil sintesis dimonitoring dengan uji titik leleh, uji kimia, karakterisasi dengan spektrofotometri FTIR, GC-MS, dan H-NMR.
4. Uji antibakteri dilakukan dengan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*

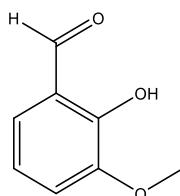
1.5 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai *green synthesis o*-vanilin dan anilina dengan metode sonikasi dan keefektifannya sebagai antibakteri.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *o*-Vanilin

o-Vanilin merupakan senyawa yang memiliki rumus molekul $C_8H_8O_3$ dengan nama IUPAC 2-hidroksi-3-metoksibenzaldehida (Shahid, dkk. 2018). Senyawa tersebut memiliki wujud padatan berwarna kuning pucat/ kuning kehijauan (Kerton and Marriott, 2013), dengan berat molekul 152,150 g/mol, berat jenis 1,2143 g/cm³ titik didih 265,5 °C (Yaws, 2015), dan titik leleh 40-42 °C (Kolb, 2017). Kelarutan semakin menurun dengan pelarut murni berturut-turut etanol, n-propanol dan air pada suhu 0-30 °C (Mao *et al.*, 2020). Struktur senyawa *o*-vanilin dapat dilihat pada Gambar 2.1.

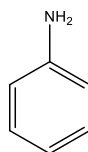


Gambar 2. 1 Struktur senyawa *o*-vanilin

o-Vanilin memiliki gugus fungsi berupa aldehida, fenolik, dan eter (Shahid dkk., 2018). Gugus aldehida pada senyawa *o*-vanilin akan membentuk ikatan C=N dengan reaksi adisi-eliminasi saat bereaksi dengan amina primer (Sembiring, dkk 2013).

2.2 Anilina

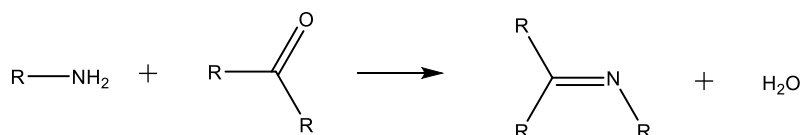
Anilina merupakan senyawa yang memiliki sifat aromatis dengan berat molekul 93,12 g/mol, titik didih 184,4 °C, massa jenis sebesar 1,024 g/cm³. Anilina memiliki rumus kimia $C_6H_5NH_2$ dengan wujud cair, berwarna coklat bening dan bau amis (Mulyono, 2005). Mempunyai titik leleh -6 °C, dan kelarutan dalam air 3,4 g/100mL pada suhu 20 °C (MSDS). Anilina memiliki sifat nukleofil yang baik sehingga cocok jika digunakan sebagai reaktan senyawa basa Schiff, hal ini dikarenakan anilina merupakan senyawa yang tersubstitusi gugus amina (Fessenden dan Fessenden, 1982). Struktur anilina dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Struktur senyawa anilina

2.3 Senyawa Basa Schiff

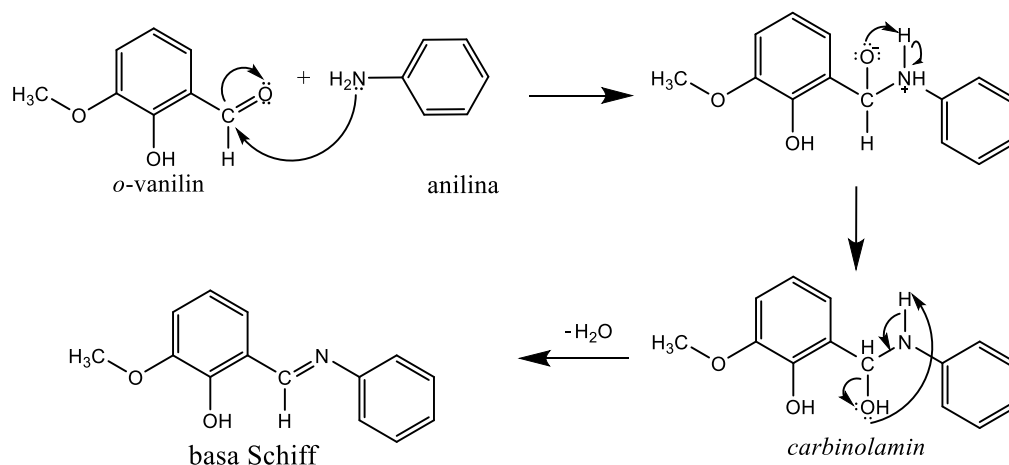
Senyawa Basa Schiff merupakan senyawa dengan karakteristik gugus (C=N), senyawa ini disintesis melalui reaksi adisi-eliminasi antara senyawa amina primer dengan aldehida (Fessenden dan Fessenden, 1982). Rumus umum senyawa basa Schiff adalah $RCH=NR_1$, yang mana R dan R1 dapat berupa aril, alkil, atau sikloalkil (Khasanudin, 2018). Senyawa aldehida aromatik memiliki kestabilan yang lebih baik saat dijadikan reaktan senyawa basa Schiff jika dibandingkan dengan aldehida alifatik, karena aldehida aromatik memiliki sistem konjugasi, sehingga randemen yang dihasilkanpun akan lebih baik (Ay, 2016). Fessenden dan Fessenden (1982) juga menyebutkan bahwa arilamina aromatik (seperti anilina) dan aldehida aromatik (seperti o-vanilin) akan menghasilkan senyawa basa Schiff yang terstabilkan. Adapun reaksi pembentukan basa Schiff secara umum disajikan pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Reaksi umum pembentukan senyawa basa Schiff

Maila (2016) telah menjelaskan mengenai mekanisme pembentukan senyawa basa Schiff dengan reaktan vanilin dan *p*-anisidina, reaksinya dimulai dari penyerangan pasangan elektron bebas dari NH_2 yang merupakan nukleofil terhadap atom C karbonil sehingga membentuk zat antara tetrahedral, kemudian dari atom N ke atom O mengalami transfer proton yang membentuk zat antara yang bernama karbinolamina dengan muatan netral, dan terjadilah pelepasan H_2O

secara spontan. Prediksi mekanisme reaksi pembentukan basa Schiff *o*-vanilin dan anilina dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Prediksi mekanisme reaksi pembentukan senyawa basa Schiff dari *o*-vanilin dan anilina (Nafiah, 2020)

2.4 Sintesis Basa Schiff dengan Metode Sonikasi

Metode sonikasi merupakan metode yang memanfaatkan gelombang ultrasonik, dimana energi listrik dirubah menjadi energi ultrasonik yang akan memberikan efek kavitasi pada suatu senyawa sehingga senyawa tersebut memiliki ukuran yang lebih kecil dan luas penampangnya semakin besar, sehingga proses sintesis menjadi lebih cepat (Rusdiana dkk, 2018). Hasil yang didapat dari proses sonikasi akan diperoleh material dengan bentuk yang lebih halus dengan luas penampang yang besar. Interaksi gelombang ultrasonik menyebabkan pelepasan energi yang disebabkan adanya efek kavitasi dan tumbukan antar molekul sehingga proses sintesis lebih cepat (Bang dan Suslick, 2010). Proses sintesis lebih cepat karna ukuran partikel semakin kecil dengan semakin lamanya sonikasi, namun jika terlalu lama maka ukuran partikel tersebut akan semakin membesar kembali (Firnando dan Astuti, 2015).

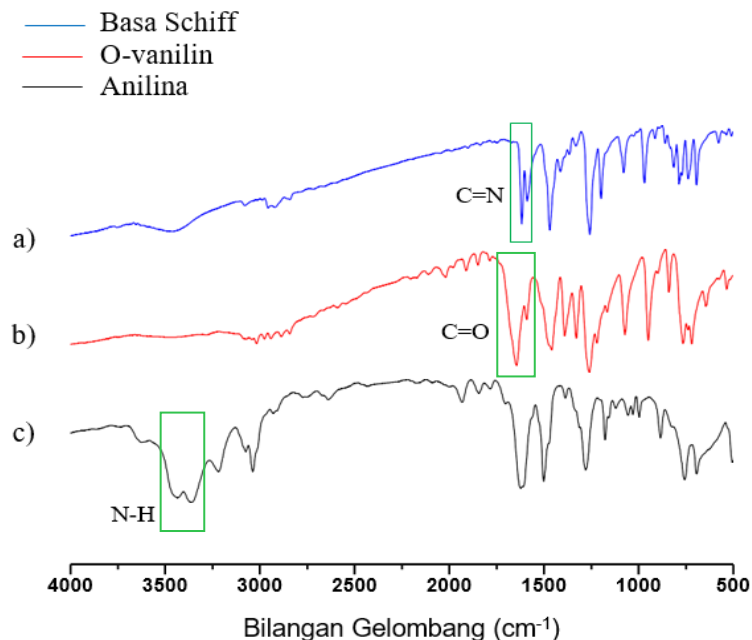
Fitri (2020) melakukan sonikasi pada sintesis basa Schiff dari *o*-vanilin dan *p*-toluidina selama 14 menit didapat randemen 98,8%. Furqoni (2020) menyebutkan bahwa sintesis basa Schiff dari anilina dan *o*-vanilin dengan menggunakan metode sonikasi menghasilkan randemen sebesar 97,07% dengan lama sonikasi 7 menit. Pada penelitian Jovianto (2020) menyebutkan hasil sintesis

basa Schiff dengan metode sonikasi dari *o*-vanilin dan *p*-anisidina dengan waktu 6-8 menit 99,07%.

2.5 Identifikasi dan Karakterisasi Basa Schiff

2.5.1 Karakterisasi menggunakan FT-IR

Spektrofotometri FT-IR merupakan instrumen yang dapat memprediksikan gugus fungsi dari suatu senyawa. Gugus senyawa dapat diprediksi karena setiap gugus fungsi bisa melakukan vibrasi dengan daya serap radiasi inframerah yang berbeda-beda (Moore, 2016). Daerah spektra pada instrumen FT-IR dibagi menjadi 3 bagian, namun yang sering digunakan dalam karakterisasi menggunakan FT-IR adalah spektra pada daerah tengah yaitu $4000-400\text{ cm}^{-1}$ (Gandjar dan Rohman, 2007). Senyawa basa Schiff memiliki ciri khasnya sendiri yang berupa gugus C=N sehingga akan lebih mudah untuk diprediksi hasilnya, gugus C=N memiliki daya serapan yang kuat pada daerah $1550-1600\text{ cm}^{-1}$ (Ummathur dkk, 2009).



Gambar 2. 5 Spektra IR Senyawa (a) basa Schiff (b) *o*-vanilin (c) anilina (Nafiah, 2020)

Hasil karakterisasi FT-IR oleh Furqoni (2020) menyebutkan bahwasanya basa Schiff *o*-vanilin dan anilina dengan metode refluks, penggerusan, stirrer, dan sonikasi dari keempat senyawa hasil sintesis muncul bilangan gelombang gugus -C=N- pada 1615 cm^{-1} . Nafiah (2020) menyebutkan bahwasanya hasil karakterisasi senyawa menggunakan FT-IR akan memberikan perbedaan spektra serapan antara reaktan dan produk hasil sintesis. Pada reaktan akan memiliki spektra serapan gugus C=O pada bilangan gelombang 1642 cm^{-1} , dan spektra serapan gugus N-H pada bilangan gelombang 3432 cm^{-1} dan 3358 cm^{-1} . Sedangkan pada produk basa Schiff akan muncul serapan gugus C=N pada bilangan gelombang 1614 cm^{-1} dan serapan gugus C=O serta N-H akan hilang, seperti pada Gambar 2.5.

Senyawa basa Schiff memiliki beberapa puncak yang muncul dalam karakterisasi dengan FT-IR, salah satunya berupa gugus khas basa Schiff C=N yang muncul pada bilangan gelombang $1645\text{-}1605\text{ cm}^{-1}$ (Silverstein, *et.al.*, 2005). Puncak yang akan muncul pada senyawa basa schiff dari *o*-vanilin dan anilina antara lain adalah seperti Tabel

Tabel 2.1 Gugus fungsi basa Schiff dari *o*-vanilin dan anilina

Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm^{-1})
-OH <i>stretch</i>	3550-3200 ^a
$\text{C}_{\text{sp}^3}\text{-H stretch}$	2975-2840 ^b
$\text{C}_{\text{sp}^3}\text{-H bend}$	1485-1400 ^b
$\text{C}_{\text{sp}^2}\text{-H stretch}$	3100-3000 ^a
C-O alkoksi	1275-1200 ^a
C=C aromatik	1600-1450 ^b
<i>Overtone</i> aromatik	2000-1600 ^b
Aromatik $\text{C}_{\text{sp}^2}\text{-H bend}$	900-700 ^b

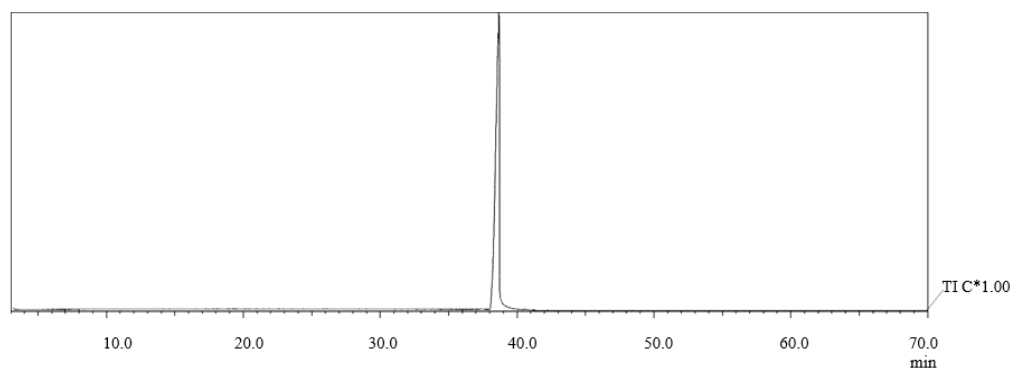
^aSilverstein, *et.al.*, 2005 ^bSocrates, *et.al.*, 1994

2.5.2 Karakterisasi menggunakan GC-MS

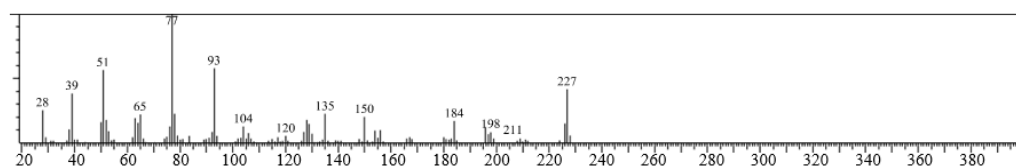
GC-MS merupakan instrumen gabungan dari kromatografi gas dengan spektroskopi massa, yang mana keduanya memiliki teknik analisis yang berbeda. GC dapat memisahkan senyawa dengan tingkat volatilitas yang berbeda dan interaksinya terhadap fasa diam (Hussain dan Maqbool, 2014), sedangkan MS memiliki fungsi sebagai detektor untuk mengetahui massa senyawa yang keluar dari kolom yang akan dibandingkan dengan *library* yang ada dalam alat GC-MS

(Gritter dkk, 1991). Setiap senyawa memiliki waktu retensi yang berbeda untuk melewati fasa diam (kolom), hal ini karena senyawa yang masuk dalam kolom akan berinteraksi dengan fasa diam dan fase gerak sesuai dengan koefisien distribusi yang dimilikinya (Khopkar, 2003).

Hasil karakterisasi dari penelitian Furqoni (2020) yang berupa sintesis basa Schiff dari *o*-vanilin dan anilina dengan metode refluks, penggerusan, stirrer, dan sonikasi dari keempat senyawa hasil sintesis didapatkan waktu retensi 38 menit dalam pengujian dengan GC-MS dengan kemurnian 100% dengan ion molekuler m/z 227 dan didapatkan pula *base peak* pada m/z 77. Nafiah (2020) juga menyebutkan adanya puncak pada waktu retensi 38,67 menit dari hasil analisis produk basa Schiff dari *o*-vanilin dan anilina seperti yang terlihat pada Gambar 2.6. Pada spektra hasil analisis juga menunjukkan ion molekuler dengan $m/z = 227$ dan *base peak* pada $m/z = 77$ seperti pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 6 Kromatogram hasil analisis senyawa basa Schiff

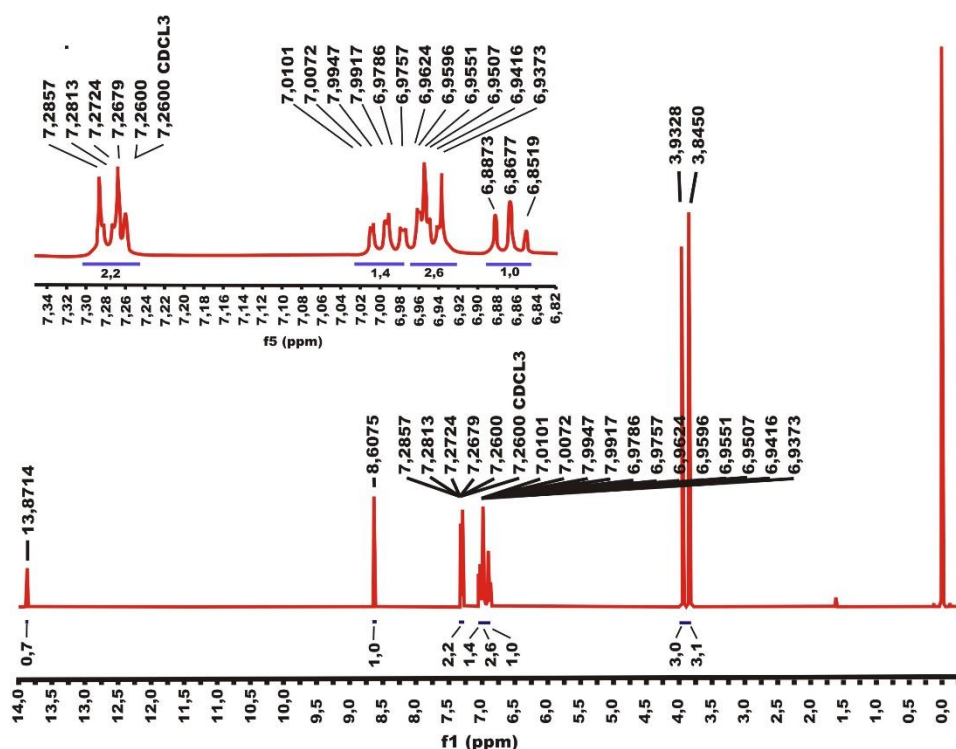


Gambar 2. 7 Spektra hasil analisis senyawa basa Schiff

2.5.3 Karakterisasi menggunakan $^1\text{H-NMR}$

NMR merupakan salah satu cara menganalisis suatu struktur senyawa dengan melihat hasil dari analisis yang akan dapat memprediksikan lingkungan, jumlah dan jenis atom, baik ditinjau dari jumlah lingkungan dan jenis atom H

yaitu $^1\text{H-NMR}$ atau dari atom C yaitu $^{13}\text{C-NMR}$ (Hart, 2003). Urutan puncak spektra yang tampil pada hasil analisis dipengaruhi oleh pergeseran kimia, yang mana hal ini dipengaruhi karna adanya efek pemerisaian atau disebut *shielding effect*. Semakin tinggi efek pemerisaian yang dimiliki oleh proton, maka akan semakin dekat pula dengan TMS. Pemilihan TMS sebagai senyawa standar dalam penentuan pergeseran kimia dalam analisis NMR beralasan karena TMS sendiri memiliki gugus metil yang lebih terlindungi dibandingkan dengan senyawa lain (Fessenden dan Fessende, 1986).



Gambar 2. 8 Hasil spektroskopi $^1\text{H-NMR}$ senyawa basa Schiff dari *o*-vanilin dan *p*-anilina (Zamrotin, 2022)

Karakterisasi dengan $^1\text{H-NMR}$ telah dilakukan beberapa peneliti, salah satunya Zamrotin (2022) yang telah melakukan karakterisasi pada senyawa basa Schiff hasil sintesis dari *o*-vanilin dan *p*-anisidina mengatakan bahwa pada pergeseran 3,83 ppm dan 3,93 ppm muncul sinyal *singlet* 3H yang merupakan gugus metoksi, pada pergeseran 6,85 – 7,29 ppm muncul sinyang *multiplet* 7H yang menunjukkan gugus C-H yang dimiliki benzena, pergeseran 8,60 ppm terdapat sinyal *singlet* 1H yang menunjukkan gugus imina, dan pada pergeseran

kimia 13,87 ppm terdapat sinyal *singlet* 1H yang menunjukkan gugus OH fenolat. Bentuk spektra ¹H-NMR dari senyawa basa Schiff *o*-vanilin dan *p*-anisidina seperti yang telah ditampilkan pada Gambar 2.8.

2.6 Mikroba Uji

2.6.1 *Escherichia coli*

Escherichia coli merupakan bakteri gram negatif dari famili Enterobacteriaceae berbentuk sirkuler atau batang dengan tepi halus (Gambar 2.9) (Carrol *et al.*, 2016) dengan ukuran sel sekitar 1-1,5 µm x 2-6 µm, bersifat motil dengan flagella atau tidak motil, mampu tumbuh dalam media yang sedikit nutrisi. *Escherichia coli* adalah mikrobiota normal dalam tubuh manusia yang ditemukan pada saluran pencernaan. Suhu optimal *E.coli* untuk melakukan regenerasi yaitu 37°C dengan waktu generasi 30 menit. Bakteri ini memiliki kemampuan untuk beradaptasi dan bertahan hidup pada lingkungan yang berbeda, hal ini yang dapat menimbulkan penyakit dari bakteri *E.coli* (Rahayu *et al.*, 2018). Bergey's (2005) mengklasifikasikan *Escherichia coli* sebagai berikut:

Kingdom	: Bacteria
Filum	: Proteobacteria
Kelas	: Gammaproteobacteria
Ordo	: Enterobacteriales
Famili	: Enterobacteriaceae
Genus	: Escherichia
Spesies	: <i>Escherichia coli</i>

Escherichia coli merupakan mikrobiota normal yang ditemukan pada usus manusia. Bakteri *E.coli* dapat bersifat patogen ketika jumlah di dalam saluran pencernaan meningkat atau ketika berada dalam jaringan di luar area pertumbuhan normal (Riedel *et al.*, 2019). *Escherichia coli* merupakan penyebab utama infeksi pada saluran kemih. Selain itu, bakteri ini juga menghasilkan enterotoksin yang dapat menyebabkan diare (Tortora *et al.*, 2010).



Gambar 2. 9 Sel bakteri *Escherichia coli* pada pembesaran 1000x (Riedel *et al.*, 2019).

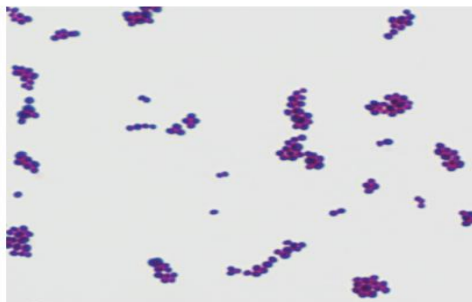
2.6.2 *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus merupakan bakteri gram positif dari famili Staphylococceae yang berbentuk coccus dengan diameter sel sekitar 1 μm dan tergolong anaerob fakultatif (Bagnoli *et al.*, 2017). *Staphylococcus* dapat tumbuh pada sebagian besar media bakteriologis dalam kondisi aerob atau mikroaerofilik. Suhu optimum untuk pertumbuhan bakteri *Staphylococcus* yaitu 37°C, akan tetapi suhu optimum yang paling baik untuk pembentukan pigmen yaitu pada suhu ruang (20-25°C). Koloni *S.aureus* berbentuk bulat dengan tepi halus, permukaan menonjol, dan mengkilat (Gambar 2.10). Koloni *Staphylococcus* yang terbentuk berwarna abu-abu sampai kuning keemasan. Kelompok bakteri *Staphylococcus* mencerna makanan melalui fermentasi karbohidrat yang menghasilkan asam laktat. *Staphylococcus* relatif tahan pada suhu 50°C selama 30 menit, dan 10% natrium klorida (Carrol *et al.*, 2016).

Staphylococcus merupakan mikrobiota normal pada tubuh manusia yang ditemukan di area kulit dan membran mukosa. Dalam keadaan abnormal, bakteri kelompok *Staphylococcus* dapat menyebabkan infeksi patogenik dalam tubuh. Empat spesies bakteri dari kelompok *Staphylococcus* yang menyebabkan infeksi yaitu *S.aureus*, *S.lugdunensis*, *S.epidermidis*, dan *S.saprophyticus*. *Staphylococcus aureus* merupakan patogen utama penyebab infeksi pada manusia dengan tingkat infeksi ringan hingga berat (Riedel *et al.*, 2019). Bergey's (2005) mengklasifikasikan *Staphylococcus aureus* sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria
 Filum : Firmicutes

Kelas : Bacili
Ordo : Bacillales
Famili : Staphylococcaceae
Genus : Staphylococcus
Spesies : *Staphylococcus aureus*



Gambar 2. 10 Sel bakteri *Staphylococcus aureus* pada pembesaran 1000x (Riedel *et al.*, 2019).

2.7 Antibakteri

Antimikroba adalah bahan kimia yang dimanfaatkan sebagai obat penyakit menular melalui proses menghambat atau membunuh mikroba patogen (Engelkirk & Duben-Engelkrik, 2011). Antimikroba diperoleh melalui proses reaksi kimia dari senyawa organik di dalam laboratorium (Talaro & Chess, 2002). Antimikroba yang dimanfaatkan sebagai pengobatan penyakit yang disebabkan oleh bakteri patogen merupakan antibiotik. Antibiotik dibedakan menjadi dua golongan yaitu bakteristatik dan bakterisidal. Bakteristatik merupakan antibiotik yang memiliki aktivitas menghambat pertumbuhan bakteri, sedangkan bakterisidal merupakan antibiotik yg memiliki kemampuan untuk membunuh bakteri melalui proses penghambatan pembentukan dinding sel dan bersifat toksin terhadap sel bakteri (Amin, 2014).

Berdasarkan pengaruh antibiotik terhadap mikroorganisme maka dibedakan dalam beberapa spektrum kerja antibiotik. Spektrum antibiotik dapat dibedakan menjadi tiga yaitu antibiotik berspektrum luas, antibiotik berspektrum sempit, dan antibiotik berspektrum terbatas. Dikatakan spektrum luas apabila antibiotik efektif dalam menghambat atau membunuh berbagai bakteri gram

positif dan gram negatif sedangkan berspektrum sempit apabila suatu antibiotik hanya efektif untuk menghambat atau membunuh bakteri gram negatif atau positif saja. Antibiotik dengan spektrum terbatas yaitu apabila efektif dalam melawan satu organisme tunggal yang menyebabkan penyakit tertentu (Todar, 2005). Beberapa mekanisme kerja antibiotik dalam menghambat atau membunuh bakteri patogen yaitu melalui penghambatan sintesis dinding sel, penghambatan sintesis atau fungsi asam nukleat, penghambatan sintesis protein, dan penghambatan fungsi membran sel (Talaro & Chess, 2002).

2.8 Pengujian Antibakteri (Metode Difusi Kertas Cakram)

Disk -diffusion method atau *Kirby-bauer test* merupakan pengujian aktivitas antimikroba yang sering digunakan dalam laboratorium klinis dengan beberapa kelebihan yaitu metode sederhana, biaya yang lebih rendah, memiliki kemampuan untuk menguji pada sebagian besar mikroorganisme dan agen antimikroba, serta hasil yang didapatkan mudah untuk dianalisis. Akan tetapi, metode ini juga memiliki kelemahan yaitu tidak dapat membedakan suatu antimikroba bersifat bakterisidal atau bakteriostatik. Prinsip kerja metode difusi cakram yaitu difusi zat antimikroba pada media yang sudah diberi kultur bakteri (Balouiri *et al.*, 2016). Aktivitas antibakteri suatu zat antibakteri dapat dikategorikan menjadi 3 yaitu lemah, sedang, dan kuat. Hal ini dapat diketahui berdasarkan diameter zona hambat yang terbentuk (Tabel 2.2) (Pangestu *et al.*, 2017).

Tabel 2.2 Kategori Penghambatan pertumbuhan Mikroba

Zona Hambat	Kategori
< 5 mm	Lemah
5-10 mm	Sedang
10-19 mm	Kuat
≥ 20 mm	Sangat Kuat

Sumber: (Pangestu *et al.*, 2017)

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan september 2022 - juli 2023 di Laboratorium Kimia Organik Jurusan Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Sintesis dengan sonikator dilakukan di Laboratorium Anorganik Jurusan Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Karakterisasi GC-SM dan FTIR dilakukan di Laboratorium Kimia Instrumentasi Jurusan Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Uji antibakteri dilakukan di Laboratorium Biokimia Jurusan Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang diperlukan pada penelitian ini antara lain, gelas beker, erlenmeyer, tabung reaksi, rak tabung reaksi, bola hisap, mortar dan alu, neraca analitik, botol semprot, termometer, jarum ose, cawan petri, bunsen, korek api, LAF (*Laminae Air Flow*), Autoklaf, kertas cakram, tisu, pinset steril, *cotton swab* steril, inkubator, kapas, plastik wrap, plastik 3kg, *Melting Point Apparatus* (MPA), oven, papa kapiler, seperangkat alat sonikator probe, spektrofotometer FTIR VARIAN tipe FT 1000, desikator, seperangkat instrumen GC-MS VARIAN CP-1000 satuan 2200, NMR VARIAN AGILENT DD2.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain adalah *o*-vanilin, anilina, kloroform, akuades, NaOH 2M, KBr, media agar (NA), media cair (NB), alkohol 70%, NaCl 0,9%, bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

3.3 Rancangan Penelitian

Sintesis senyawa basa Schiff pada penelitian ini dilakukan dengan metode sonikasi. Hasil sintesis diuji sifat fisik, kimia, dan dengan instrumentasi. Uji fisik dilakukan dengan mengamati bentuk fisik dan uji titik leleh menggunakan *Melting*

Melting Point Apparatus (MPA), kemudian uji sifat kimia dengan menguji hasil kelarutan dalam NaOH. Pada karakterisasi menggunakan instrumentasi dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer FTIR, GC-SM, dan H-NMR. Setelah senyawa hasil sintesis sesuai dilakukanlah uji antibakteri pada *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

3.4 Tahapan penelitian

1. Sintesis senyawa basa Schiff dengan metode sonikasi
2. Uji titik leleh dengan *Melting Point Apparatus* (MPA)
3. Uji sifat kimia dengan NaOH 2M
4. Karakterisasi dengan spektrofotometri FTIR, KG-SM, dan H-NMR
5. Uji keefektifan antibakteri pada *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*
6. Analisis data

3.5 Cara Kerja

3.5.1 Sintesis senyawa Basa Schiff dari o-vanilin dan anilina dengan metode sonikasi (Furqoni, 2021)

o-Vanilin diambil 1,424 g (7,5 mmol) dan juga anilina sebanyak 0,705 g (7,5 mmol), kemudian dilarutkan dalam air 15 mL. Campuran tersebut disonikasi selama 7 menit, dan produk yang dihasilkan disaring, lalu dikeringkan dalam desikator hingga massanya konstan.

3.5.2 Uji titik lebur hasil sintesis dengan MPA

Proses uji titik lebur produk hasil sintesis dilakukan menggunakan MPA (*Melting Point Apparatus*). Produk hasil sintesis dimasukkan dalam pipa kapiler kemudian dimasukkan dalam MPA bersamaan dengan termometer. MPA dinyalakan dengan suhu yang diatur dengan kenaikan 20 °C/menit, kemudian diturunkan suhu setiap 10 °C/menit saat suhu mendekati perkiraan titik leleh senyawa hasil sintesis. Diamati proses pelelehan produk sintesis sampai mencair.

3.5.3 Uji sifat kimia hasil sintesis

Uji sifat kimia dilakukan untuk mengetahui kelarutan senyawa hasil sintesis. Hal ini dilakukan dengan mengambil senyawa produk yang dimasukkan dalam 2 tabung reaksi dengan masing-masing sebanyak 0,005 g, kemudian pada tabung reaksi 1 ditambah 3 mL akuades, sedangkan tabung reaksi 2 ditambahkan 3 mL larutan NaOH 2M. tabung reaksi 1 dan 2 dikocok-kocok dan diamati kelarutan senyawa hasil sintesis.

3.5.4 Karakterisasi produk hasil sintesis dengan spektroskopi FTIR

Produk hasil sintesis Basa Schiff dicampurkan dengan KBr dan digerus dengan mortar *agate*. Hasil gerusan ditekan dan dibentuk pelet dengan perbandingan antara KBr dengan senyawa hasil sintesis yaitu 98:2, lalu pelet diletakkan dalam *cell holder* dalam instrumen FTIR dan dibuat spektrum IR pada rentang bilangan gelombang 4000-400 cm^{-1} .

3.5.5 Karakterisasi produk hasil sintesis dengan GC-MS

Sebanyak 0,5 g produk hasil sintesis dilarutkan dalam 10.000 ppm kloroform. Campuran tersebut diinje ct ke dalam injektor GC-MS VARIAN CP-3800 SATURN 2000 dengan kondisi operasional sebagai berikut:

Jenis kolom	: AGILENT J & W VF-FMS
Panjang kolom	: 30 menit
Detektor	: CP 3800 (GC) Saturn 2200 (MS)
Oven	: Terprogram 100°C (10 menit) → 290°C (21 menit)
Temperatur injektor	: 310°C
Tekanan gas	: 20,8 Kpa
Kecepatan aliran gas	: 0,49 mL/menit (konstan)
Gas pembawa	: Helium

Ditunggu beberapa menit sampai muncul hasil kromatogram dan hasil spektra SM yang dapat diinterpretasikan.

3.5.6 Karakterisasi produk hasil sintesis dengan H-NMR

Spektra $^1\text{H-NMR}$ dapat diketahui menggunakan NMR Agilent DD2 yang beroperasi pada 500 MHz dengan menggunakan pelarut CDCl_3 . TMS (Tetra Metil Silan) digunakan sebagai standar pembanding nilai pergeseran kimia. Senyawa hasil sintesis dilarutkan dengan CDCl_3 , kemudian dimasukkan dalam tabung NMR sampai kedalaman 4,5 cm. Setelah itu alat dioperasikan hingga muncul signal $^1\text{H-NMR}$ dan muncul spektra antara pergeseran kimia δ ppm dengan intensitas.

3.5.7 Uji aktivitas antibakteri

3.5.7.1 Sterilisasi Alat

Sterilisasi alat dilakukan dengan pencucian bersih semua alat kemudian dikeringkan. Peralatan gelas seperti cawan petri, pipet, jarum ose, tabung reaksi, gelas beaker dan lain-lain dibungkus dengan kertas dan disterilkan dalam oven pada suhu $160\text{ }^\circ\text{C}$ selama 1 jam. Bahan-bahan termasuk larutan uji dan media bakteri dimasukkan dalam autoklav selama 15 menit dengan temperatur $121\text{ }^\circ\text{C}$ dan tekanan 15 psi.

3.5.7.2 Pembuatan Media

Sebanyak 2,3 gram NA (*Nutrien Agar*) dimasukkan kedalam gelas beaker untuk membuat media padat, kemudian ditambahkan 100 mL akuades dan dilakukan stirer. Suspensi yang dihasilkan dipanaskan diatas *hot plate* hingga mendidih, lalu dimasukkan dalam 2 tabung reaksi sebanyak 5 mL, sisanya dimasukkan dalam erlenmeyer 250 mL. Proses ini dilakukan secara septis, oleh karena itu bagian ujung alat harus dipanaskan atau didekatkan dengan api serta ditutup kapas dan plastik wrap, lalu dibungkus dengan plastik tahan panas. Setelah dibungkus dengan plastik tahan panas media disterilkan dalam autoklav selama 15 menit dengan tekanan 15 psi dan suhu $121\text{ }^\circ\text{C}$. Media agar yang berada pada tabung reaksi dimiringkan selama 1x24 jam pada suhu ruang, dengan kemiringan $15\text{-}30^\circ$.

Pembuatan media cair dilakukan dengan menimbang NB (*Nutrient Borth*) 1 g yang kemudian dilarutkan dengan 100 mL akuades dalam gelas beker, setelah

itu diaduk dan dimasukkan dalam erlenmeyer. Larutan yang sudah dimasukkan dalam erlenmeyer dipanaskan hingga mendidih dan ditutup dengan kapas serta plastik wrap, lalu dibungkus dengan plastik tanah panas, kemudian disterilkan dalam autoklav selama 15 menit dengan tekanan 15 psi dalam suhu 121°C.

3.5.7.3 Peremajaan Bakteri

Kultur biakan murni bakteri diremajakan pada media padat miring yang diawali dengan mengambil bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* menggunakan jarum ose, kemudian jarum ose digoreskan secara aseptis pada media NA dan tabung ditutup kembali, lalu diinkubasi pada suhu 37°C dalam inkubator selama 24 jam. Bakteri yang telah diregenerasi disimpan dalam kulkas.

3.5.7.4 Inokulasi Bakteri

Hasil peremajaan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* diambil sebanyak 1 ose, lalu dibiakkan dalam 10 mL media cair NB, kemudian dihomogenkan dengan shaker selama ±18 jam. Larutan ini akan berfungsi sebagai biakan aktif.

3.5.7.5 Penyiapan larutan uji, kontrol positif dan negatif

Larutan uji yang digunakan adalah larutan Basa Schiff hasil sintesis yang dilarutkan dalam pelarut DMSO dengan konsentrasi yang berbeda, 0,025%, 0,05%, 0,1%, dan 0,2%(b/v). Pembuatan larutan uji diawali dengan mengambil 1,25 mg, 2,5 mg, 5 mg, dan 10 mg senyawa basa schiff yang dilarutkan dengan DMSO hingga volumenya masing-masing 5 mL. DMSO digunakan sebagai kontrol negatif. Kontrol positif yang digunakan yaitu tetrasiklin dengan konsentrasi 0,003%. Larutan kontrol positif dibuat dengan menimbang 10 mg tetrasiklin dan dilarutkan dalam 100 ml akuades steril sehingga diperoleh larutan stok tetrasiklin 0,01%. Dipipet 3 ml larutan tetrasiklin stok dan dicukupkan volumenya hingga 10 ml sehingga diperoleh larutan tetrasiklin dengan konsentrasi 0,003%.

3.5.7.6 Uji Antibakteri (*Kirby Baurer*)

Pengujian antibakteri pada penelitian ini menggunakan metode difusi cakram. Sebanyak 100 μL suspensi bakteri *E.coli* dan *S.aureus* diinokulasikan di atas permukaan media agar dan diratakan dengan *cotton swab* steril (Balouiri *et al.*, 2016). Disediakan 18 lembar kertas cakram (*disk blank Oxoid*, 6 mm) yang dibagi dalam 6 kelompok untuk larutan basa Schiff dengan konsentrasi 0,025%, 0,05%, 0,1%, 0,2%, DMSO (K-), dan tetrasiklin (K+). Kertas cakram yang sudah direndam dalam larutan basa Schiff selama 30 menit, diletakkan pada permukaan media agar yang sudah diinokulasikan dengan bakteri uji. Cawan petri dibagi menjadi 3 zona, masing-masing zona diletakkan kertas cakram dengan konsentrasi yang sama. Peletakan kertas cakram dilakukan dengan jarak antar kertas cakram sekitar 24 mm dan jarak kertas cakram dengan tepi cawan petri sekitar 15 mm. Setelah itu, cawan petri diinkubasi selama 18-24 jam dengan suhu 37°C (Farhana, 2017). Hasil positif ditunjukkan dengan adanya daerah zona bening yang menandakan tidak adanya pertumbuhan bakteri uji (Rianto *et al.*, 2015). Nilai diameter zona hambat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut : diameter keseluruhan yang terbentuk (mm) - diameter kertas cakram (mm) (Sungkar *et al.*, 2018).

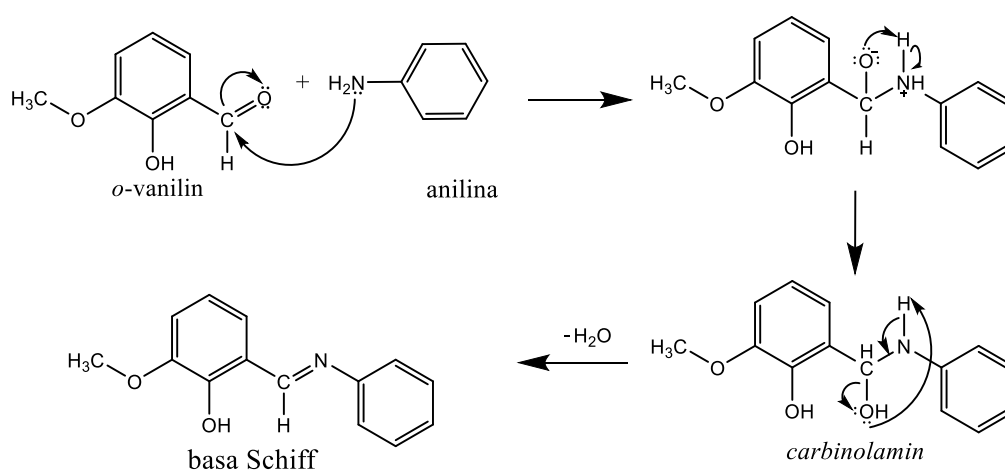
3.6 Analisis Data

Sintesis basa Schiff dari o-vanilin dan anilin dengan menggunakan metode sonikasi dinyatakan berhasil jika memiliki titik lebur sekitar 75-77°C, larut dalam NaOH 2M dan sedikit larut dalam air. Pada hasil karakterisasi FTIR didapat bilangan gelombang tajam dan kuat pada 1500-1600 cm^{-1} yang merupakan serapan khas C=N. Pada karakterisasi GC-MS didapatkan ion molekuler pada m/z 277. Kemudian pada karakterisasi H-NMR akan didapat puncak singlet pada pergeseran 8,30-8,76 ppm yang merupakan puncak khas yang dimiliki senyawa basa Schiff. Setelah pengujian dengan instrumentasi selesai, maka dilanjutkan uji antibakteri untuk mengetahui adanya zona hambat atau tidak.

BAB IV PEMBAHASAN

4.1. Sintesis Senyawa Basa Schiff 2-metoksi-6-((fenilimino)metil)fenol

Sintesis senyawa basa Schiff 2-metoksi-6-((fenilimino)metil)fenol dilakukan dengan metode sonikasi menggunakan reaktan *o*-vanilin dan anilina. *o*-vanilin merupakan senyawa yang memiliki sifat elektrofil, di mana atom O pada gugus karbonil (C=O) memiliki kemampuan menarik elektron sehingga kerapatan elektron pada atom C berkurang dan akan lebih mudah diserang oleh (-NH₂) dari anilina yang memiliki sifat nukleofil (Kumar, dkk, 2012). Prediksi mekanisme reaksi pembentukan basa Schiff *o*-vanilin dan anilina dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Prediksi mekanisme reaksi pembentukan senyawa basa Schiff dari *o*-vanilin dan anilina (Nafiah, 2020)

Produk sintesis yang didapat dari reaksi *o*-vanilin dan anilina memiliki warna dan bentuk yang sama seperti yang dilakukan Furqoni (2020) yaitu padatan berwarna oranye, dan memiliki beda warna dibanding reaktan *o*-vanilin yang berwarna kuning dan anilina yang merupakan cairan berwarna coklat. Selain pengamatan secara kasat mata, hasil sintesis juga dilakukan pengujian sifat fisik lainnya untuk mendapatkan perbandingan sifat dengan reaktan yang digunakan. Hasil pengamatan sifat fisik dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Hasil pengamatan sifat fisik reaktan dan produk sintesis

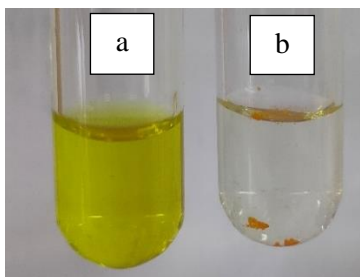
Pengamatan	<i>o</i> -Vanilin	Anilina	Produk
Wujud	Padat	Cair	Padat
Warna	Kuning	Coklat	Oranye
Massa (g)	1,152	0,702	1,690
Rendemen (%)	-	-	99,312
Titik Leleh (°C)	40-42 ^a	-6 ^b	76-78

^a (Kolv, 2017), ^b (Bolt, et.al., 2016)

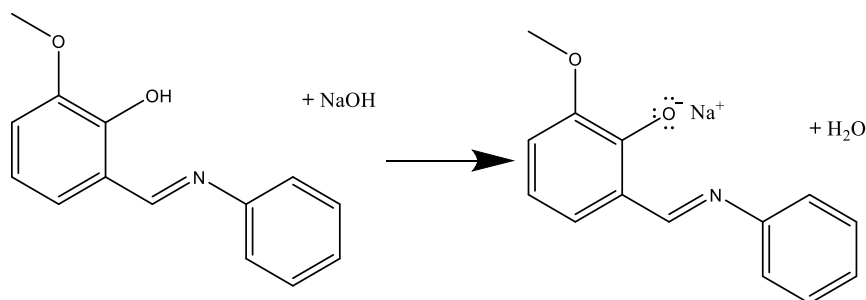
Tabel 4.1 menunjukkan bahwa produk sintesis memiliki sifat fisik yang berbeda dibanding dengan reaktan, seperti halnya warna dan titik lelehnya. Hasil titik leleh dan rendemen memiliki kemiripan dengan penelitian Furqoni (2020) yang telah melakukan sintesis senyawa yang sama dengan perbandingan berbagai variasi metode termasuk sonikasi.

4. 2. Uji Sifat Kimia

Uji sifat kimia merupakan uji yang dilakukan untuk mengetahui keberadaan senyawa basa Schiff melalui gugus fenolat yang ada pada senyawa target. Uji keberadaan senyawa fenolat pada senyawa basa Schiff didasarkan pada teori asam basa *Bronsted-Lowry*, di mana senyawa 2-metoksi-6-((fenilimino)metil)fenol yang merupakan senyawa target bersifat asam dan bertindak sebagai donor proton karena adanya gugus fenolat tersebut. Hasil uji sifat kimia basa Schiff larut dalam NaOH dan berwarna kuning, dan pada akuades tidak larut, dimana padatan berada dibawah dan filtrat tetap bening seperti terlihat pada Gambar 4.2. Hal ini dikarenakan pada uji menggunakan NaOH, proton senyawa fenolat akan didonorkan pada senyawa NaOH yang memiliki sifat basa, sehingga ion Na⁺ akan menggantikan posisi ion H⁺ yang terdapat pada produk sintesis dan akan membentuk garam natrium fenolat yang larut dalam air. Reaksi yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 4.3. Hasil uji ini menunjukkan bahwa dalam senyawa hasil sintesis ada gugus fenolat yang diduga gugus dari senyawa target yaitu 2-metoksi-6-((fenilamino)metil)fenol.



Gambar 4. 2 Hasil uji kimia produk hasil sintesis dalam a) NaOH 2M, b) aquades



Gambar 4. 3 Reaksi asam basa Bronsted-Lowry senyawa 2-metoksi-6-((fenilamino)metil) fenol dengan senyawa NaOH

4. 3. Karakterisasi menggunakan FT-IR

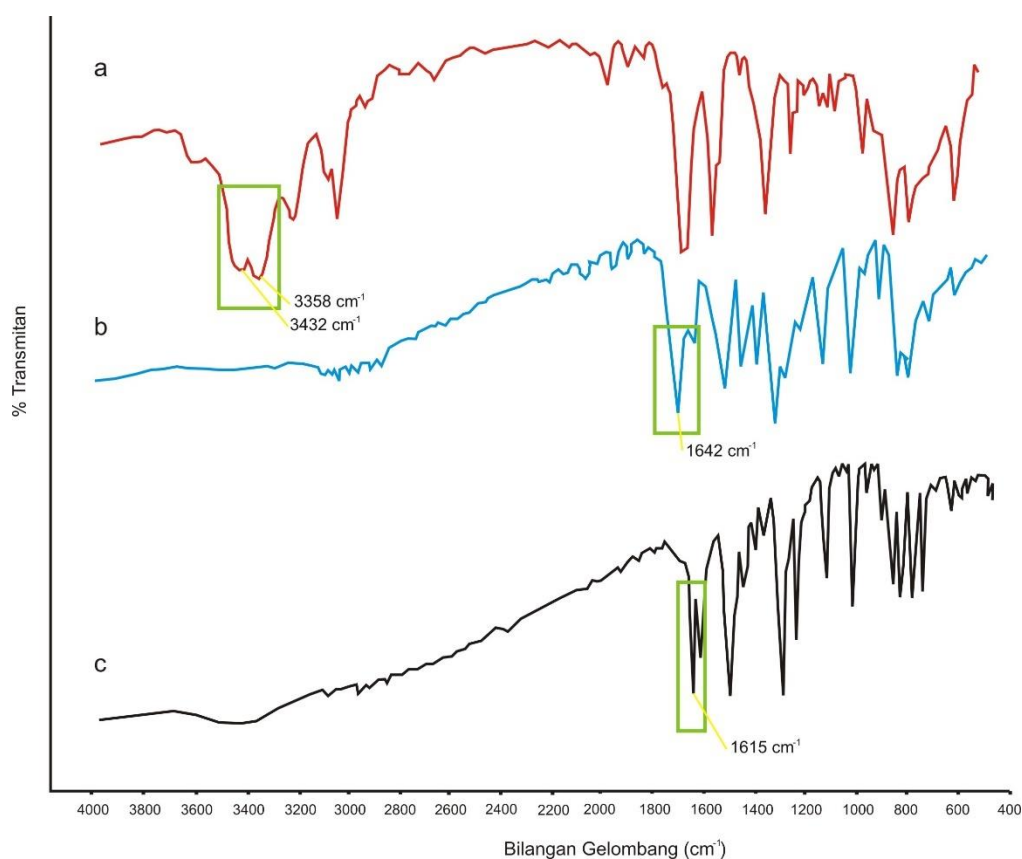
Analisis menggunakan spektrofotometri FT-IR bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada produk basa Schiff. Salah satu gugus yang harus ada dalam produk sintesis adalah gugus C=N (imina), karena merupakan gugus khas senyawa basa Schiff. Hasil karakterisasi produk sintesis dalam penelitian ini dapat dilihat dari Gambar 4.3 dan Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Tabel gugus fungsi produk basa Schiff

Gugus Fungsi	Basa Schiff	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)
-C=N-	1615	1645-1605 ^b
-OH stretch	3469	3550-3200 ^a
C _{sp} ³ -H stretch	2911	2975-2840 ^b
C _{sp} ³ -H bend	1467	1485-1400 ^b
C _{sp} ² -H stretch	3080	3100-3000 ^a
C-O alkoksi	1255	1275-1200 ^a
C=C aromatik	1587	1600-1450 ^b
Overtoone aromatik	1986-1770	2000-1600 ^b
Aromatik C _{sp} ² -H bend	783-692	900-700 ^b

^aSilverstein, *et.al.*, 2005 ^bSocrates, *et.al.*, 1994

Gambar 4.3 pada spektra produk basa Schiff muncul serapan gugus C=N pada panjang gelombang 1615 cm^{-1} , dan serapan gugus karbonil (C=O) pada panjang gelombang 1642 cm^{-1} (seperti gambar 4.3 b) menghilang pada spektra produk basa Schiff. Selain itu, serapan gugus amina (N-H) pada bilangan gelombang 3432 cm^{-1} & 3358 cm^{-1} juga tidak tampak, sehingga hal ini mengindikasikan dugaan produk yang terbentuk adalah senyawa target. Hal ini juga sama seperti yang dilakukan Nafiah (2020) yang juga mensintesis senyawa basa Schiff dari *o*-vanilin dan anilina mendapatkan serapan gugus khas basa Schiff pada panjang gelombang 1614 cm^{-1} .

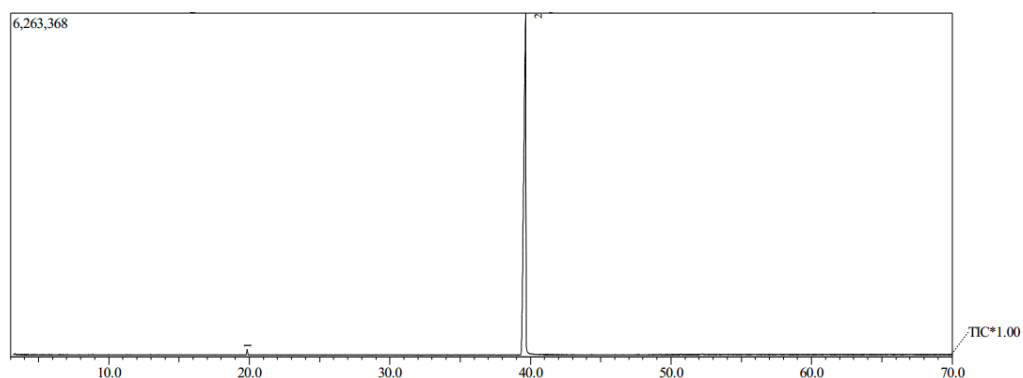


Gambar 4. 4 Spektra FT-IR senyawa a). anilina (Furqoni, 2020), b). *o*-vanilin (Furqoni (2020), c). produk basa Schiff

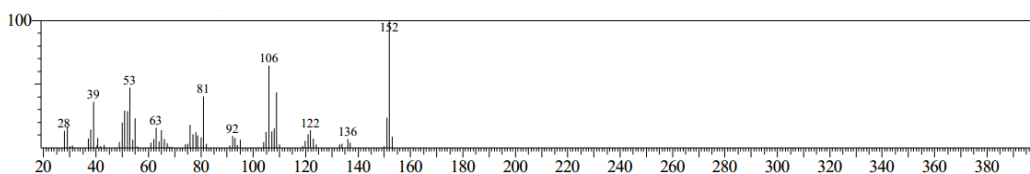
4. 4. Karakterisasi menggunakan GC-MS

Karakterisasi menggunakan GC-MS bertujuan untuk mengetahui keberadaan senyawa target, kemurnian, serta kemungkinan struktur senyawa basa Schiff 2-metoksi-6-((fenilamino)metil)fenol melalui puncak m/z ion molekuler

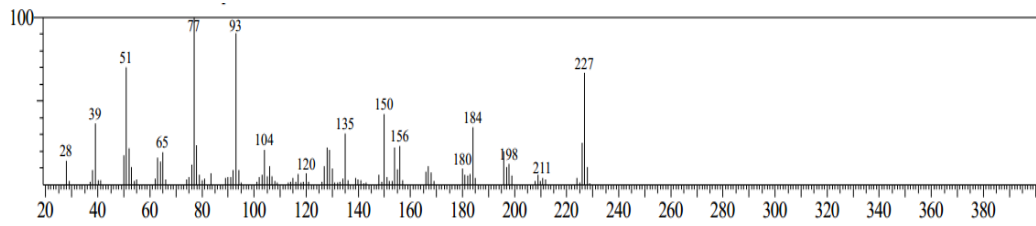
yang muncul, serta diperkuat dengan pola fragmen yang terbentuk. Hasil GC-MS senyawa produk menunjukkan adanya 2 puncak, pada waktu retensi 19,84 menit dengan m/z 152 dan luas area 0,58%, puncak ke dua muncul pada waktu retensi 39,65 menit dengan luas area 99,42% dan m/z 227. Puncak pertama dengan m/z ion molekuler 152 merupakan puncak yang sesuai dengan berat molekul senyawa o-vanilin yang merupakan senyawa reaktan sisa sintesis. Sedangkan puncak ion molekuler dengan m/z 227 merupakan puncak senyawa basa Schiff 2-metoksi-6-((fenilamin)metil)fenol, karena sesuai dengan berat molekulnya. Hasil m/z ion molekuler puncak kedua sama seperti penelitian yang dilakukan Furqoni (2020) dengan menggunakan reaktan sama yaitu o-vanilin dan anilina. Hasil GC-MS senyawa 2-metoksi-6-((fenilamino)metil)fenol dapat dilihat pada Gambar 4.5 dan 4.7 serta pola fragmentasi dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4. 5 Hasil kromatogram senyawa produk sintesis

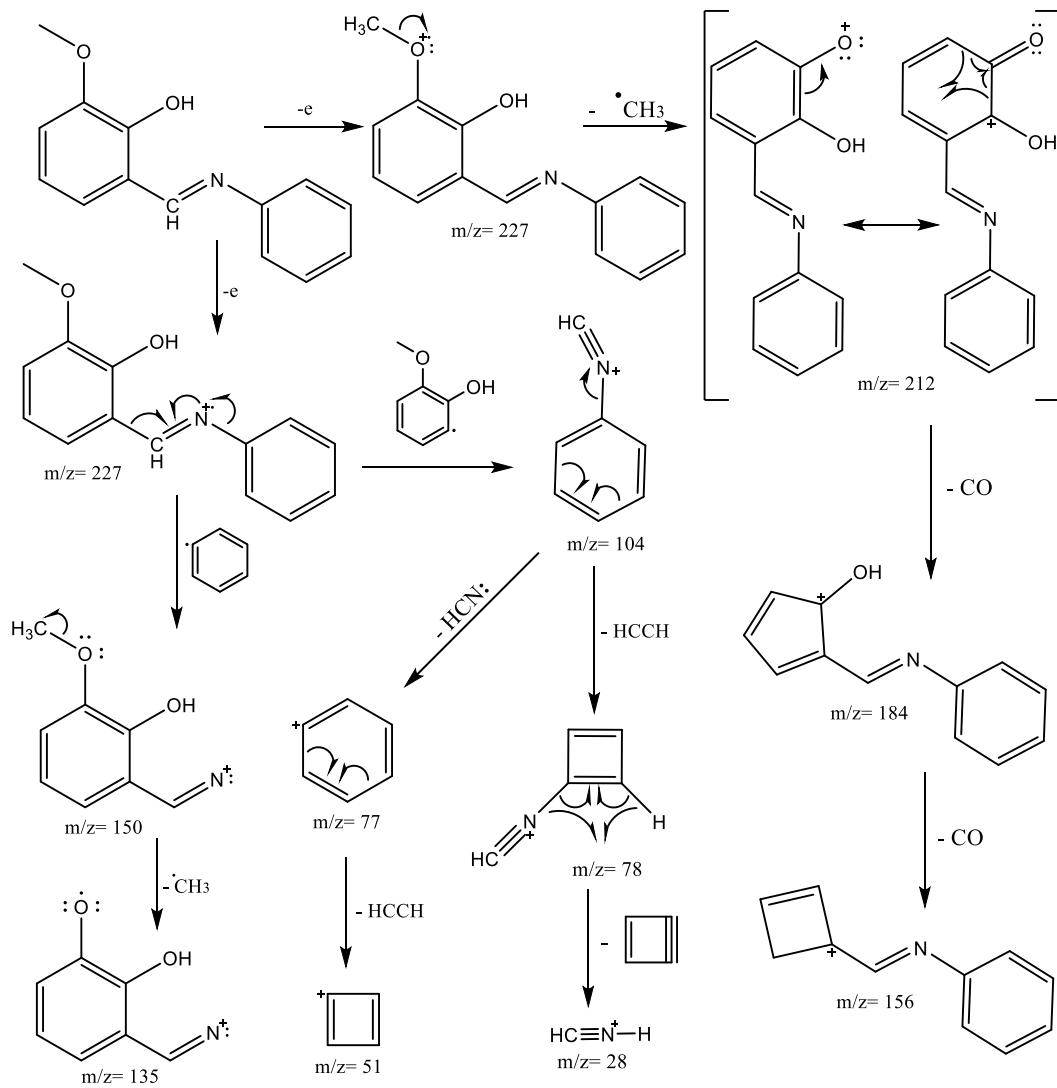


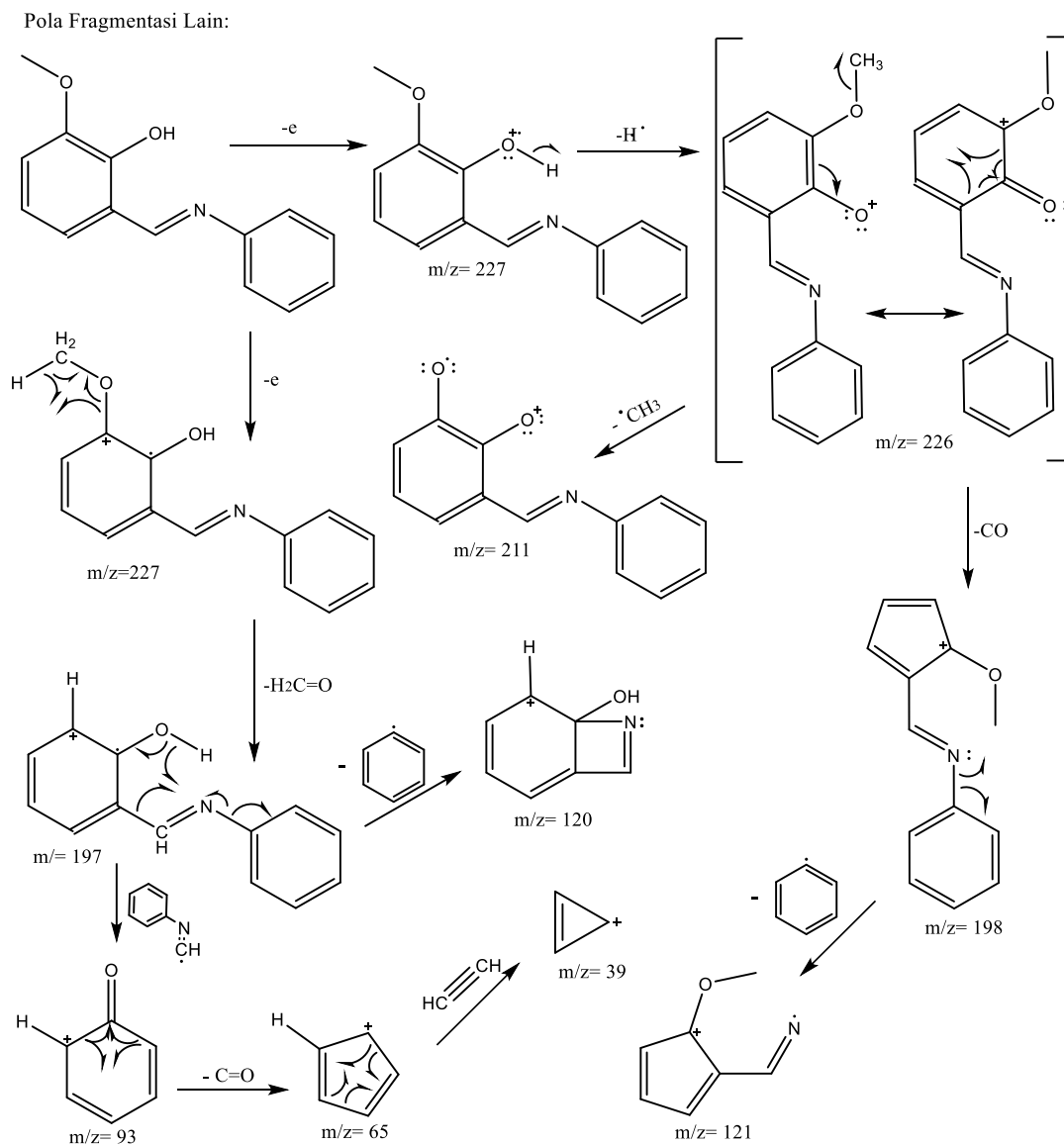
Gambar 4. 6 Hasil Spektrometer massa puncak kromatogram pertama



Gambar 4. 7 Hasil Spektrometer massa puncak kromatogram kedua

Pola Fragmentasi:

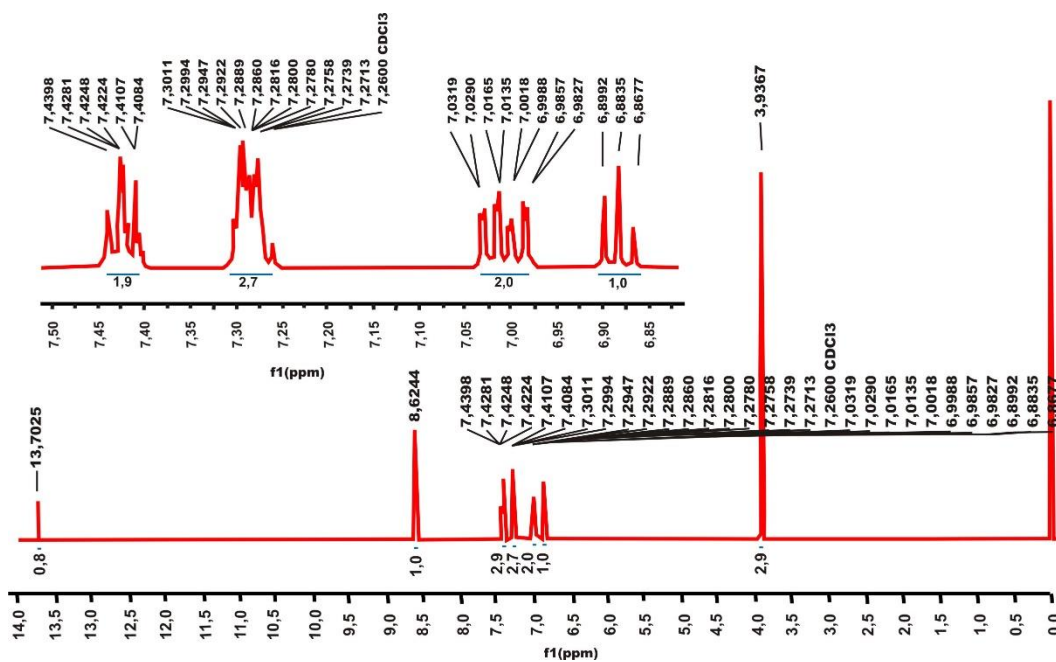




Gambar 4. 8 Pola fragmentasi senyawa basa Schiff 2-metoksi-6((fenilamino)metil)fenol

4. 5. Karakterisasi menggunakan $^1\text{H-NMR}$

Karakterisasi menggunakan $^1\text{H-NMR}$ dilakukan untuk mengetahui jumlah, tipe, dan lingkungan tiap proton dari sampel. Hasil spektrum $^1\text{H-NMR}$ produk sintesis senyawa basa Schiff dapat dilihat pada Gambar 4.7 dan Tabel 4.3.

Gambar 4. 9 Spektrum $^1\text{H-NMR}$ senyawa basa SchiffTabel 4. 3 Hasil interpretasi spektra $^1\text{H-NMR}$ produk sintesis

	Type Proton	δ (ppm)	Splitting	Jumlah Proton
	H^1	3,93	<i>singlet</i>	3H
	H^2	6,86-6,89	<i>triplet</i>	1H
	H^3	6,98-7,00	<i>doublet</i>	1H
	H^4	7,01-7,03	<i>doublet</i>	1H
	H^5	7,27-7,28	<i>doublet</i>	1H
	H^6	7,28-7,30	<i>doublet</i>	2H
	H^7	7,40-7,43	<i>triplet</i>	2H
	H^8	8,62	<i>singlet</i>	1H
	H^9	13,70	<i>singlet</i>	1H

Berdasarkan Tabel 4.3 sinyal H^8 muncul pada daerah δ 8,62 ppm dengan splitting *singlet* 1H merupakan hidrogen dari gugus imina ($\text{C}=\text{N}$) yang menunjukkan senyawa produk berupa senyawa basa Schiff. Zamrotin (2022) juga melakukan karakterisasi $^1\text{H-NMR}$ basa Schiff dan sinyal gugus imina muncul pada daerah δ 8,60 ppm dengan splitting *singlet* 1H. Zamrotin (2022) juga menyebutkan bahwa pada H^9 merupakan atom yang paling tidak terperisai dikarenakan adanya ikatan hidrogen antara gugus imina dengan -OH fenolat, sehingga H^9 yang merupakan sinyal -OH fenolat berada pada δ 13,70.

4. 6. Uji Aktivitas Antibakteri

Uji senyawa antibakteri dilakukan dengan menggunakan metode difusi cakram, bakteri yang digunakan dalam pengujian adalah *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Metode difusi cakram dilakukan dengan merendam kertas cakram pada konsentrasi basa Schiff 0,025% 0,05% 0,1% dan 0,2%. Setelah perendaman kertas cakram akan diletakkan pada media NA yang telah diinokulasikan bakteri. Hasil pengujian akan diperoleh diameter zona bening dan dapat terlihat pada Tabel 4.4. Selain pengujian sampel, dalam proses uji antibakteri juga dilakukan pengujian pelarut sampel yang berupa DMSO sebagai kontrol negatif, dan obat antibiotik tetrasiklin sebagai kontrol positif.

Tabel 4. 4 Hasil zona hambat senyawa basa Schiff 2-metoksi-6-((fenilamino)metil)fenol terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*

Bakteri Uji	Konsentrasi Basa Schiff (%)	Rata-rata Zona Hambat (mm)	Kategori Zona Hambat
<i>Staphylococcus aureus</i>	DMSO (-)	0	Tidak ada zona
	0,025%	2,9	Lemah
	0,05%	3,58	Lemah
	0,1%	4,35	Lemah
	0,2%	4,52	Lemah
	Tetrasiklin 0,003% (+)	15,4	Kuat
<i>Escherichia coli</i>	DMSO (-)	0	Tidak ada zona
	0,025%	4,55	Lemah
	0,05%	4,93	Lemah
	0,1%	5,28	Sedang
	0,2%	5,55	Sedang
	Tetrasiklin 0,003% (+)	15,36	Kuat

Pengujian antibakteri pada *Staphylococcus aureus* menunjukkan kategori hambatan lemah pada konsentrasi senyawa tertinggi 0,2% dan pada *Escherichia coli* masuk dalam kategori hambatan sedang. Adanya aktivitas antibakteri dikarenakan gugus C=N pada senyawa basa Schiff, dimana elektron bebas pada atom nitrogennya dapat membentuk ikatan hidrogen dengan pusat aktif sel bakteri, hal ini akan menghambat proses normal sel bakteri tersebut (Matar dkk, 2015). Ikatan hidrogen atom nitrogen pada gugus C=N juga akan menyebabkan kerusakan dinding sel bakteri dengan cara menghambat

peplidoglikan yang berfungsi sebagai pertahanan bakteri (Beyeh, dkk., 2020). Tabel 4.4 juga menunjukkan kontrol positif pada *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* menunjukkan zona hambat yang kuat dibanding senyawa basa Schiff yang diuji. Selain itu kontrol negatif menunjukkan tidak adanya zona hambat, hal ini menunjukkan bahwa pelarut yang digunakan tidak memiliki pengaruh terhadap aktivitas pengujian atibakteri.

4. 7. Manfaat Penelitian Dalam Prespektif Islam

Manusia merupakan khalifah di bumi, dan diberikan tugas untuk menjaga bumi sebagaimana telah disebutkan dalam surat an Naml (27) ayat 62.

أَمَّنْ يُجِيبُ الْمُضْطَرَّ إِذَا دَعَاهُ وَيَكْشِفُ السُّوءَ وَيَجْعَلُكُمْ خُلَفَاءَ الْأَرْضِ ۗ إِنَّ اللَّهَ قَلِيلًا مَّا تَذَكَّرُونَ ﴿٦٢﴾

”Atau siapa Yang memperkenalkan orang yang dalam keadaan terpaksa apabila ia berdoa kepada-Nya dan Yang menghilangkan kesusahan dan Yang menjadikan kamu kholifah-khalifah di bumi? Apakah di samping Allah ada tuhan? Amat sedikit kamu mengingat.” (Qs. an Naml 62)”

Menurut tafsir Al-Misbah arti manusia sebagai kholifah dalam surat an Naml (27) ayat 62 adalah sebagai penjaga agar bumi ini tetap lestari sampai generasi selanjutnya. Sebagai seorang penjaga, manusia juga dikaruniai ilmu dan juga akal untuk menjaga bumi ini, hal ini bertujuan agar manusia selalu berfikir (Shihab, 2002).

إِقْرَأْ بِاسْمِ رَبِّكَ الَّذِي خَلَقَ (١) خَلَقَ الْإِنْسَانَ مِنْ عَلَقٍ (٢) اقْرَأْ وَرَبُّكَ الْأَكْرَمُ (٣) الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ (٤) عَلَّمَ الْإِنْسَانَ مَا لَمْ يَعْلَمْ (٥)

“(1) Bacalah dengan menyebut nama Tuhanmu yang menciptakan, (2) Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah, (3) Bacalah dan Tuhanmulah yang paling mulia, (4) yang mengajar manusia dengan pena, (5) Dia mengajar manusia yang tidak diketahuinya.” (Qs. al Alaq 1-5)”

Dalam tafsir ibnu katsir disebutkan bahwa pada ayat tadi termuat peringatan awal permulaan manusia, dan diantara kemurahan Allah adalah mengajarkan kepada manusia apa yang tidak diketahuinya. Terkadang ilmu ada

dalam akal fikiran dan terkadang juga berada dalam lisan, dan terkadang juga ada dalam lisan (Ad-Dimasyqi, 2007). Sehingga manusia diberikan suatu ide untuk mendapatkan inovasi baru, seperti halnya dalam penelitian ini dimana penulis menemukan ide untuk melakukan pengujian antibakteri menggunakan senyawa basa Schiff. Hasil pengujian basa Schiff didapatkan zona hambat dengan kategori lemah hingga sedang, hal ini menunjukkan bahwa semua hal yang Allah Swt. ciptakan memiliki mafaatnya sendiri, sebagaimana telah disebutkan dalam al Imron ayat 191:

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمٰوٰتِ وَالْاَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هٰذَا بٰطِلًا
سُبْحٰنَكَ قٰتِلًا عٰدَابِ النَّارِ (١٩١)

“(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk atau dalam keadaan berbaring, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), “Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia; Mahasuci Engkau, lindungilah kami dari azab neraka. (Qs. al Imron 191).

Dalam tafsir jalalain disebutkan bahwa orang-orang terdahulu mengingat Allah dalam keadaan duduk, berbaring dan keadaan bagaimanapun juga dan mereka memikirkan penciptaan langit dan bumi. Kata mereka wahai tuhan kami, tidaklah engkau ciptakan ini, maha suci engkau yang menciptakan ini tanpa sia-sia (Al-Mahalli, dkk., 2008). Dari tafsir ayat tersebut dapat disimpulkan bahwasanya adanya senyawa basa Schiff juga memiliki manfaat, salah satunya adalah sebagai antibakteri.

BAB V PENUTUPAN

5.1 Kesimpulan

1. Produk basa Schiff 2-metoksi-6-((fenilamino)metil)fenol menghasilkan rendemen 99,312% dengan bentuk serbuk padat berwarna oranye dan memiliki titik leleh 76-78°C. Uji sifat kimia produk basa Schiff didapatkan larut dalam NaOH dan tidak larut dalam aquades.
2. Hasil karakterisasi menggunakan FTIR didapat serapan khas gugus C=N pada bilangan gelombang 1615 cm^{-1} . Hasil karakterisasi GC-MS didapatkan 2 puncak, pada waktu retensi 19,84 menit dengan m/z ion molekuler 152 dan luas area 0,58% merupakan puncak sisa reaktan *o*-vanilin. puncak kedua pada waktu retensi 39,65 menit dengan m/z ion molekuler 227 merupakan puncak senyawa 2-metoksi-6-((fenilamino)metil)fenol dengan luas area 99,42%. Hasil karakterisasi senyawa basa Schiff dengan $^1\text{HNMR}$ memperoleh sinyal gugus imina (C=N) pada δ 8,62 ppm dengan splitting *singlet* 1H.
3. Hasil uji aktivitas antibakteri senyawa basa Schiff 2-metoksi-6-((fenilamino)metil)fenol memperoleh kekuatan antibakteri yang semakin besar dengan bertambahnya konsentrasi. Pada konsentrasi uji paling tinggi 0,2% didapat zona hambat dengan kategori lemah pada bakteri *Staphylococcus aureus* dan didapat zona hambat dengan kategori sedang pada bakteri *Eschericia coli*.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah perlu adanya pengujian antibakteri dengan senyawa kompleks basa Schiff.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. 2006. *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 6*. Jakarta: Pustaka Imam Asy-Syafi'i.
- Ad-Dimasyqi, Al-Imam Abul Fida Isma'il Ibnu Katsir. *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 2 Terjemah M.Abdul Ghoffar E.M.* Bandung
- Ali, M. M., Jesmin, M., Azad, M. A. K., Islam, M. K., Zahan, R. 2012. Anti-Inflammatory and Analgesic Activities of Acetophenone Semicarbazone and Benzophenone Semicarbazone. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* S1036-S1039.
- Al-Mahalli, I. J., As-Suyuti, I. J. 2008. *Terjemah Tafsir Jalalain Berikut Asbabun Nuzul Jilid 2*. Bandung: Sinar Baru Algesindo.
- Amin, L.Z. 2014. Pemilihan Antibiotik yang Rasional. *Medical Review*. 27(3): 40-45.
- Bagnoli, Fabio, Rappuoli, Rino, & Grandi, Guido. 2017. *Staphylococcus aureus: Microbiology, Pathology, Immunology, Therapy and Prophylaxis*. USA: Springer.
- Balouiri, M., Sadiki, M., & Ibsouda, S.K. 2016. Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 6(2), 71-79.
- Bang, J. H. dan Suslick, K. S. 2010. Application of Ultrasound to the Synthesis of Nanostructured Materials. *Advanced Materials*, 2010, 22, 1039-1059.
- Bayeh, Yosef, Fekiya Mohammed, Mamo Gebrezgabher, Fikre Elemo, dan Mesfin Getachew. 2020. "Synthesis, Characterization and Antibacterial Activities of Polydentate Schiff Bases, Based on Salicylaldehyde." *Advances in Biological Chemistry* 10:127-39.
- Bergey's. 2005. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. USA: Springer.
- Berhanu, A. L., Gaurav, Mohiuddin, I., Malik, A. K., Aulakh, J. S., Kumar, V., Kim, K. 2019. A Review of the Applications of Schiff Bases as Optical Chemical Sensors. *Trends in Analytical Chemistry*.
- Bolt, H.M., Papameletiou, D., dan Klein, C.L., 2016. SCOEL/REC/153 Aniline : Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

- Cahyana, H., dan Pratiwi, P. 2015. Sintesis Ramah Lingkungan Senyawa Imina Turunan Vanilin dan 2-Hidroksi Asetofenon Serta Uji Aktivitas Biologi dan Antioksidan. *Pharm Sci Res* Vol.2 No.1.
- Carrol, K.C., Butel, J.S., Morse, S.A., & Mietzner, T. 2016. *Jawetz, Melnick & Adelberg's Medical Microbiology (27th Ed.)*. New York: McGraw-Hill.
- Chasanah, U. W., Widodo, D. S., Mulyani, N. S. 2015. Sintesis Elektrokimia Kompleks Cu(II)-Basa Schiff N-Benziliden Anilin dan Uji Aktivitas sebagai Antibakteri terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus Aureus*. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi* 18(1): 34-38.
- Chigurupati, S. 2015. Designing New Vanillin Schiff Bases and their Antibacterial Studies. *Journal of Medicial and bioengineering* Vol.4 No.5.
- Engelkrik, P. G., & Duben-Engelkrik, J. 2011. *Burton's Microbiology for the Health Sciences 10th Ed.* Philadelphia : Lippincott Williams & Wilkins.
- Faruq, H. A. F. 2019. Sintesis Basa Schiff dari Vanilin dan Anilina dengan Variasi Jumlah Katalis Asam Jus Belimbing Wuluh menggunakan Metode Penggerusan Sebagai Inhibitor Korosi. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Fessenden, R.J. dan Fessenden, J.S. 1982. *Kimia Organik Edisi Kedua Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Fessenden, R.J. dan Fessenden, J.S. 1982. *Kimia Organik Edisi Ketiga Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Fitri, N. L. 2020. Perbandingan Metode Refluks, Penggerusan, Pengadukan dan Sonikasi pada Sintesis Basa Schiff dari *o*-Vanilin dan *p*-Toluidina. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Furqoni, A. 2020. Perbandingan Metode Refluks, Penggerusan, *Stirring*, dan Sonikasi pada Sintesis Basa Schiff dari *o*-Vanilin dan Anilina. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Gandjar, I. dan Rohman, A. 2007. *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

- Gritter, R. J., Bobbit, J M., dan Schwarting, A E. 1991. *Pengantar Kromatografi (K. Padmawinata, Trans.)*. Bandung: Penerbit ITB Bandung.
- Hart, Harild, L.E. Craine, D.J. Hart. 2003. *Organic Chemistry*. United States: Houghton Mifflin Pub.Co
- Hasanah, U., Hanapi, A., dan Ningsih, R. 2017. Synthesis of Schiff Base Compound from Vanillin and *p*-Toluidine by Solvent Free-Mechanochemical Method. *Proceeding of International Conference on Green Technology*, 8(1): 278-281.
- Holderman, M. V., Queljoe, E., Rondonuwu, S. B. 2017. Identifikasi Bakteri pada Pegangan Eskalator di Salah Satu Pusat Pebelanjaan di Kota Manado. *Jurnal Ilmiah Sains*, Vol.2 No.1.
- Hussain, S. Z. dan Maqbool, K. 2014. GC-MS: Principle, Technique and its Application in Food Science. *INT J CURR SCI* 2014, 13: E 116-126.
- Jasmarullah, M. F. 2018. Uji Aktivitas Antioksidan dan Uji Toksisitas Senyawa Basa Schiff dari Vanilin dan Anilina. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Jovianto, A. 2020. Perbandingan Metode Sintesis Refluks, Penggerusan, Pelarut Air (*Stirrer*) dan Sonikasi pada Sintesis Senyawa Basa Schiff dari *o*-Vanilin dan *p*-Anisidina. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknolgi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Kargar, H., Mehjardi, M. F., Ardakani, R. B., Torabi, V., Munawar, K. S., Ashfaq, M., Tahir, M. N. 2021. Sonication-assisted Synthesis of new Schiff Base Derifed from 3-ethoxysalicylaldehyde: Crystal Structure Determination, Hishfeld Surface Analisis, Theoretical Calculations and Spectroscopic Studies. *Journal of Moleculer Structure* 1243 (2021) 130782.
- Kerton, F.M., dan Marriott, R. 2013. *Alternative Solvents for Green Chemistry*. UK: Royal Society of Chemistry.
- Khasanudin, A. 2018. Sintesis Basa Schiff dari Vanilin dan *p*-Anisidin dengan Varian Jumlah Katalis Asam dari Jus Jeruk Nipis. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

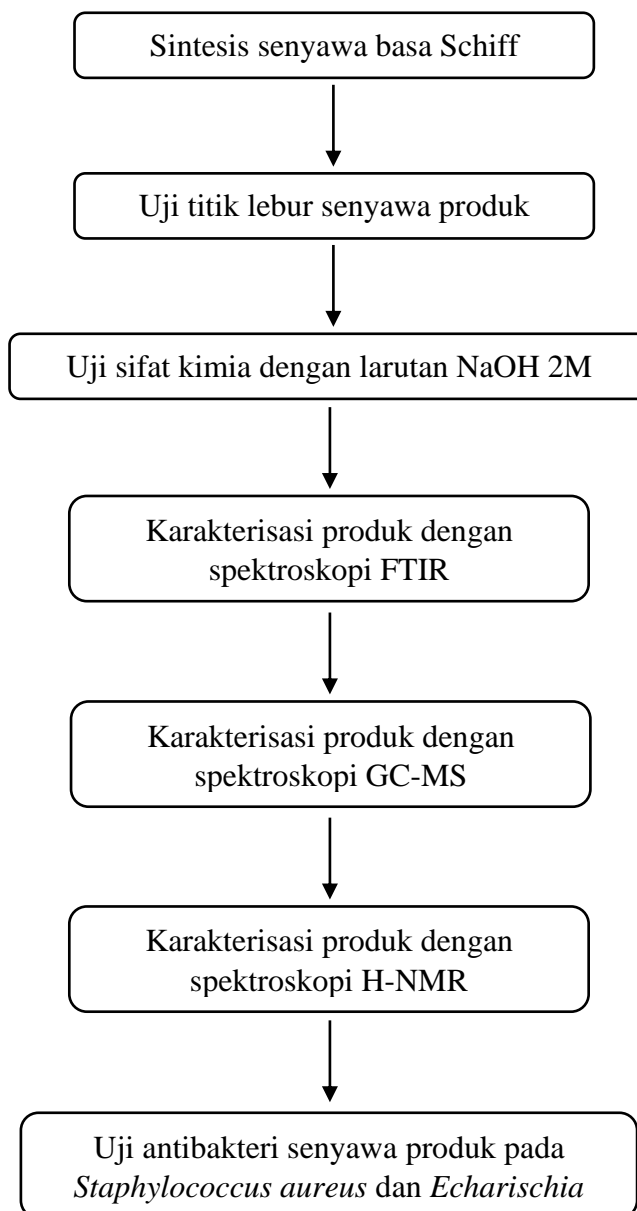
- Khopkar, S.M. 2003. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Kolb, V.M. 2017. *Green Organic Chemistry dan its Interdisciplinary Applications*. Boca Raton: CRC Press.
- Kumar, R., Sharma, P. K., dan Mishra, P. S. 2012. A Review on the Vanillin Derivates Showing Various Biological Activities. *International Journal of Pharm Tech Reseach*, 4(1): 266-279.
- Maila, W. 2016. Sintesis Senyawa Basa Schiff dari Vanilin dan *p*-Toluidin Menggunakan Katalis Asam Jeruk Nipis (*Citrus Aurantifolia S.*). *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Mao, H. Chen, H. Jin, M. Wang, C. Xiao, Z. Niu, Y. 2020. Measurement and Correlation of Solubility of *O*-vanillin in Different Pure and Binary Solvents at Temperatures From 273.15 to 303.15 K. *Journal Pre-proofs*.
- Moore, E., 2016. *Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR): Methods, Analysis and Research Insights*. Incorporated: Nova Science Publishers.
- Mulyono. 2005. *Kamus Kimia*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Nafiah, S. A. 2020. Uji Aktivitas Antioksidan dan Uji Toksisitas Senyawa Basa Schiff dari *o*-Vanilin dan Anilina. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Pangestu, N.S., Nurhamidah, & Elvinawati. 2017. Aktivitas Antioksidan dan Antibakteri Ekstrak Daun *Jatropha gossypifolia* L. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*, 1(1), 15-19.
- Rahayu, Winiati P., Nurjanah, Siti, & Komalasari, Ema. 2018. *Escherichia coli: Patogenitas, Analisis, dan Kajian Resiko*. Bogor: IPB Press.
- Riedel, S., Morse, S. A., Mietzner, T., & Miller, S. 2019. *Jawetz, Melnick, & Aldebergs Medical Microbiology* (28th Ed.). New York: McGraw-Hill.
- Ronggopuro, B. 2019. Green Synthesis Senyawa Basa Schiff dari Vanilin dan *p*-Aminofenol menggunakan Metode Penggerusan dalam Media Air Sebagai Inhibitor Korosi. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

- Sembiring, Z. Hastiawan, I. Zainuddin, A. dan Bahti, H. H. 2013. Sintesis Basa Schiff Karbazone Variasi Gugus Fungsi: Uji Kelarutan dan Analisis Struktur Spektroskopi Uv-vis. *Semirata 2013 FMIPA Unila*.
- Shahid, M. Salim, M. Khalid, M. Nawaz, Tahir, M. N. Kham, M. U. dan Braga, A. A. C. 2018. Synthetic, XRD, Non-Covalent Interaction and Solvent Dependent Nonlinear Optical Studies of Sulfadizine-Ortho-Vanillin Schiff Base: (E)-4-((2-hydroxy-3-methoxy-benzylidene)amino)-N-(pyridin-2-yl)benzene-sulfonamide. *Journal of Molecular Structure*.
- Sharma, U. K., Sood, S., Sharma, N., Rahi, P., Kumar, R., Sinha, A. K., Gulati, A, 2013. Synthesis and SAR Investigation of Natural Phenylpropene-Derived Methoxylated Cinnamaldehydes and Their Novel Schiff Bases as Potent Antimicrobial and Antioxidant Agents. *Medicinal Chemistry Research*.
- Shihab, M. Q. 2002. *Tafsir Al-Misbah Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Lentera Hati.
- Silverstein, R.M., Webster, F.X., dan Kiemle, D.J., 2005. Spectrometric Identification of Organic Compounds Seventh Edition. United States of America: John Wiley & Sons.
- Socrates. 1994. Infrared Characteristic Group Frequencies- 2nd Edition. England: John Wiley and Sons Ltd.
- Sungkar, O.F., Khanza, S., & Pangestu, R. A. 2018. Aktivitas Antibakteri Bedak yang Diperkaya dengan Konsentrasi Ekstrak Buah (*Rhizophora mucronata*). *Jurnal Teknologi Pangan*, 2(2), 135-141.
- Syamsudin, D., Ismiyanto, Ngadiwijayana. 2018. Synthesis and Antibacterial Testing of Imina Derivate Compounds from Piperonal and Anilin. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi* 21(1): 44-48.
- Talaro, K.P., & Chess, B. 2002. *Foundation in Microbiology* (4th Ed.). New York: sMcGraw-Hill.
- Tanjung, H. S. 2019. Sintesis Basa Schiff dari Hasil Kondensasi Etilendiamin dengan Pati Dialdehid dan Uji Aktivitas Antibakteri. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara Medan.

- Todar, K. 2005. *Online Textbook of Bacteriology*. Madison: University of Wisconsin.
- Tortora, G. J., Funke, B. R., & Case, C. 2010. *Microbiology an Introduction* (10th Ed.). San Francisco: Pearson Benjamin Cummings.
- Ummathur, M .B, Sayudevi, P., dan Krishnankutty, K. 2009. Schiff Bases Of 3[2-(1,3-Benzothiazol-2-Yl)Hydrazinylidene] Pentane-2,4-Dione With Aliphatic Diamines And Their Metal Complexes. *Journal of the Argentine Chemical Society*, 2009, 97(2), 31-39.
- Umofia, E., Omuaru, V. O. T., Achugasim, O., Erutey, O. C. 2017. Syntheses, Characterization and Antimicrobial Studies of Some *p*-Vanillin Schiff Base. *International Journal of Innovative Research and Advanced Studies (IJIRAS)* Vol.4 No.6.
- Yaws, C.L. 2015. *The Yaws Handbook of Physical Properties for Hydrocarbons and Chemicals: Physical Properties for More Than 54,000 Organic and Inorganic Chemical Compounds, Coverage for C1 to C100 Organics and Ac to Zr Inorganics*. Texas: Gulf Professional Publishing.
- Zamrotin. 2022. Karakterisasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Senyawa Basa Schiff Hasil Sintesis dari *o*-Vanilin dan *p*-Anisidina Menggunakan Metode Sonikasi Dalam Media Air. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

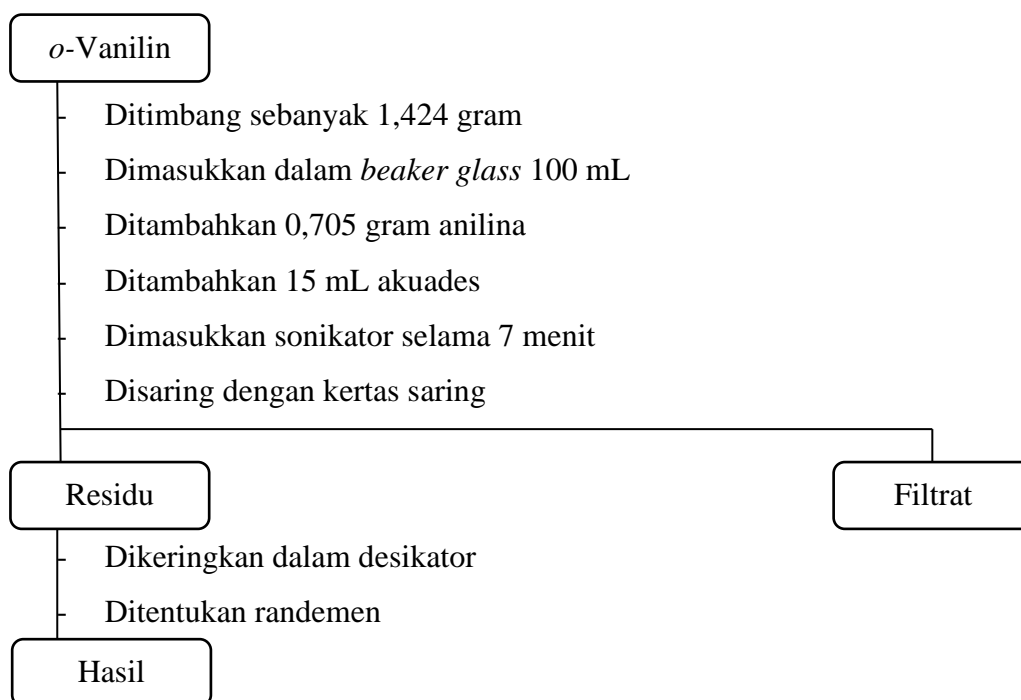
LAMPIRAN

Lampiran 1. Rancangan Penelitian

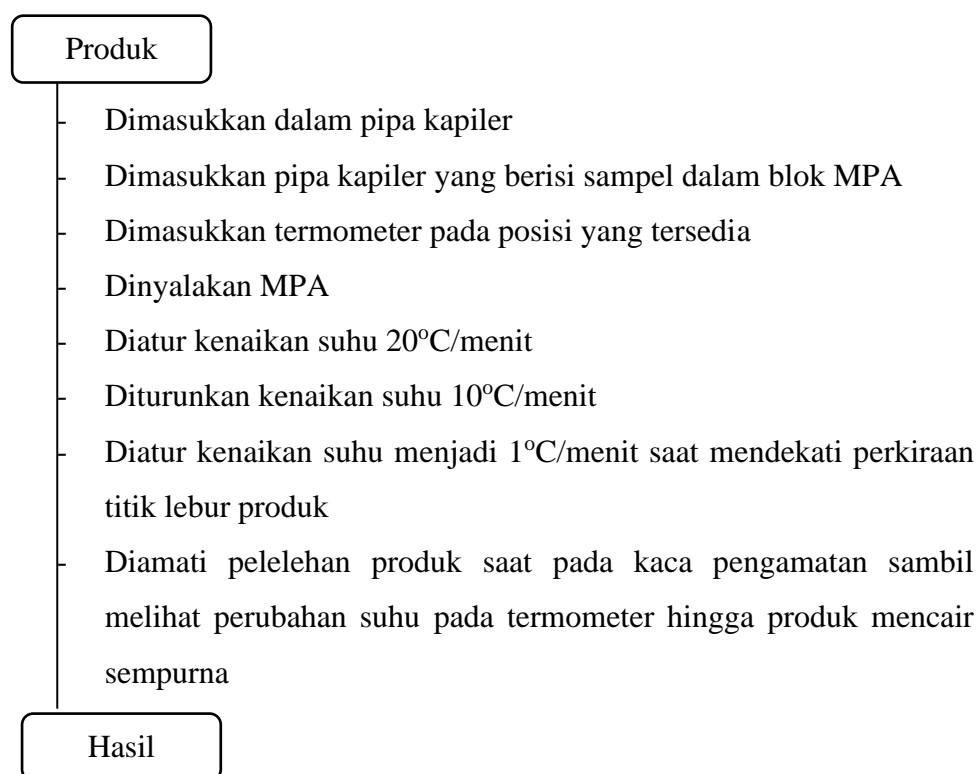


Lampiran 2. Diagram Alir

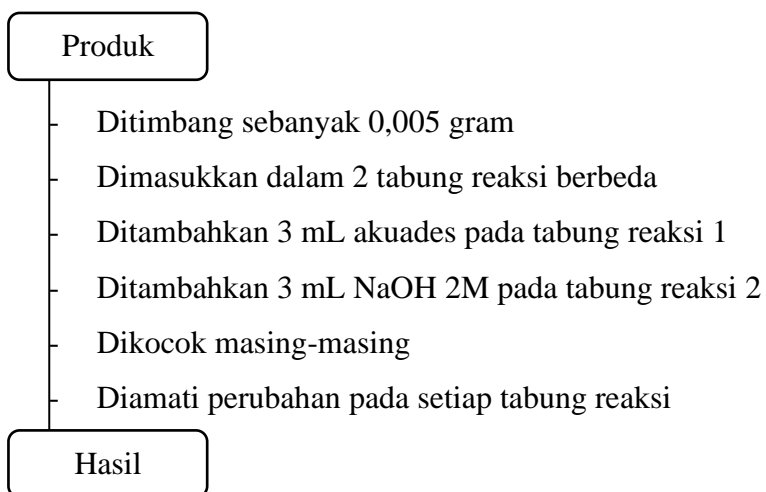
L.2.1 Sintesis Senyawa Basa Schiff dari Anilina dan *o*-Vanilin



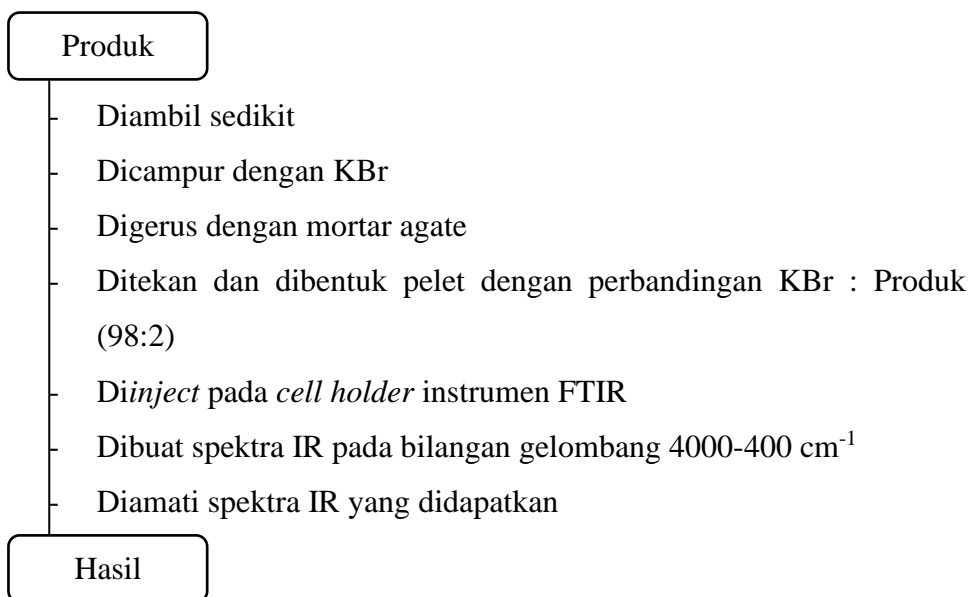
L.2.2 Uji Titik Lebur Senyawa Produk Sintesis



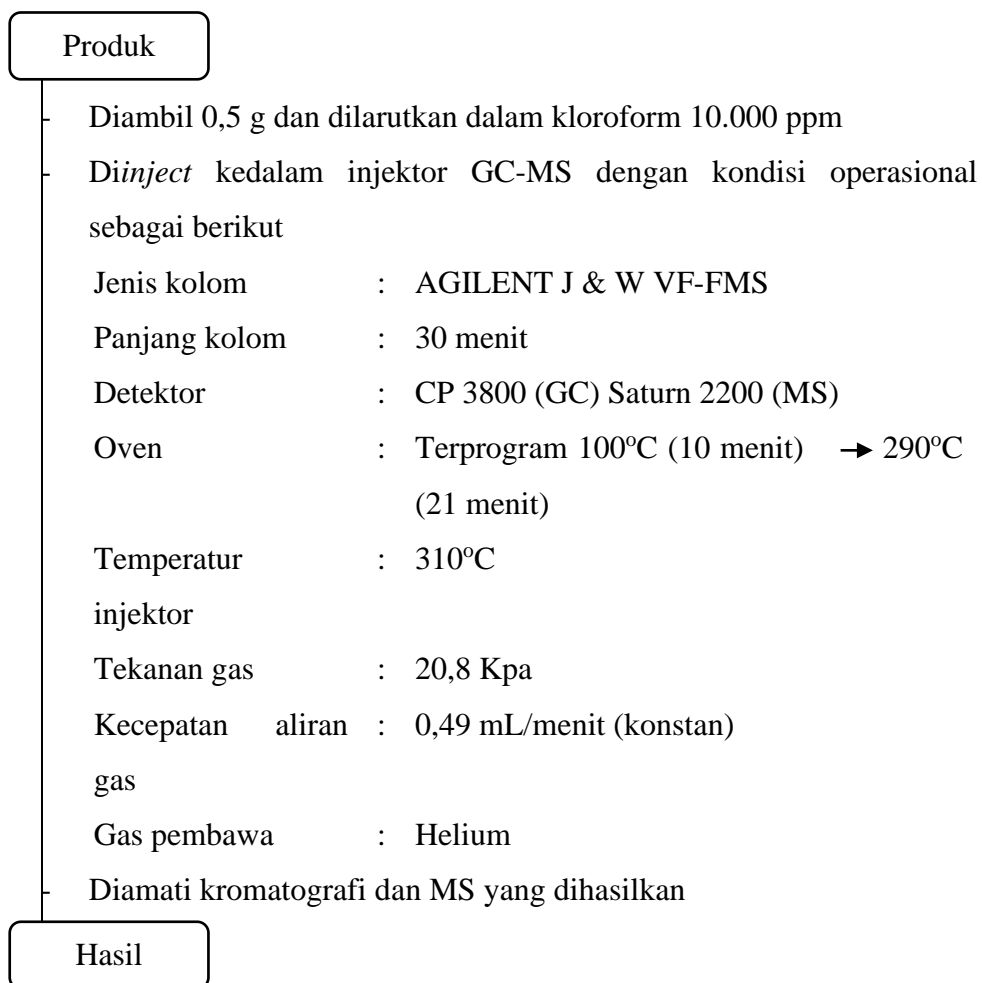
L.2.3 Uji Kelarutan Produk dengan Larutan NaOH 2M



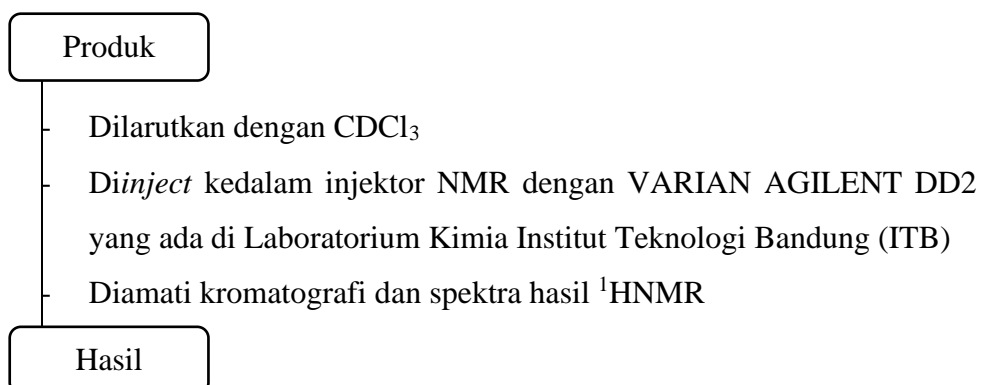
L.2.4 Karakterisasi Produk dengan Spektroskopi FTIR



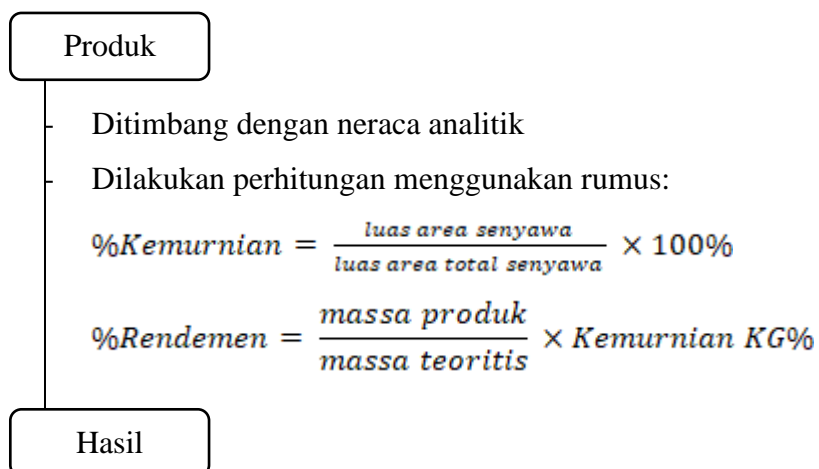
L.2.5 Karakterisasi Produk dengan GC-MS



L.2.6 Karakterisasi Produk dengan H-NMR

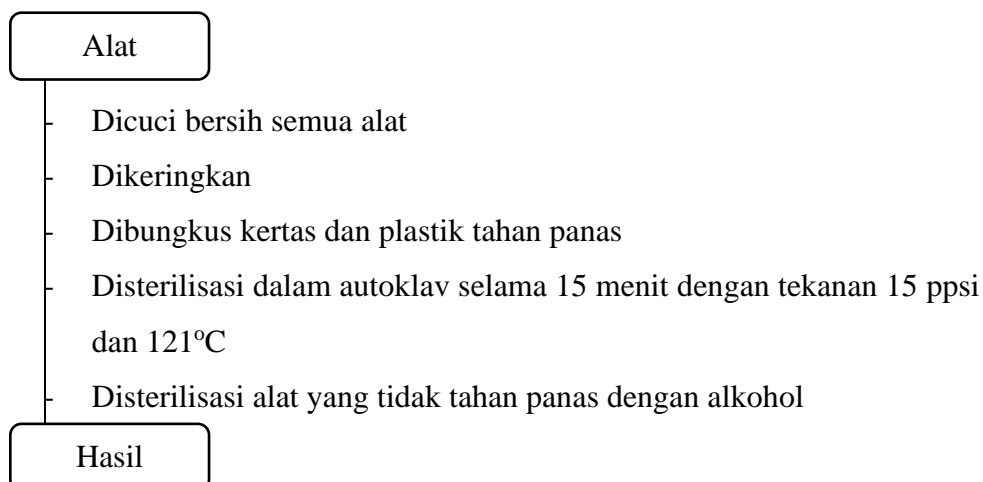


L.2.7 Penentuan Rendemen Produk

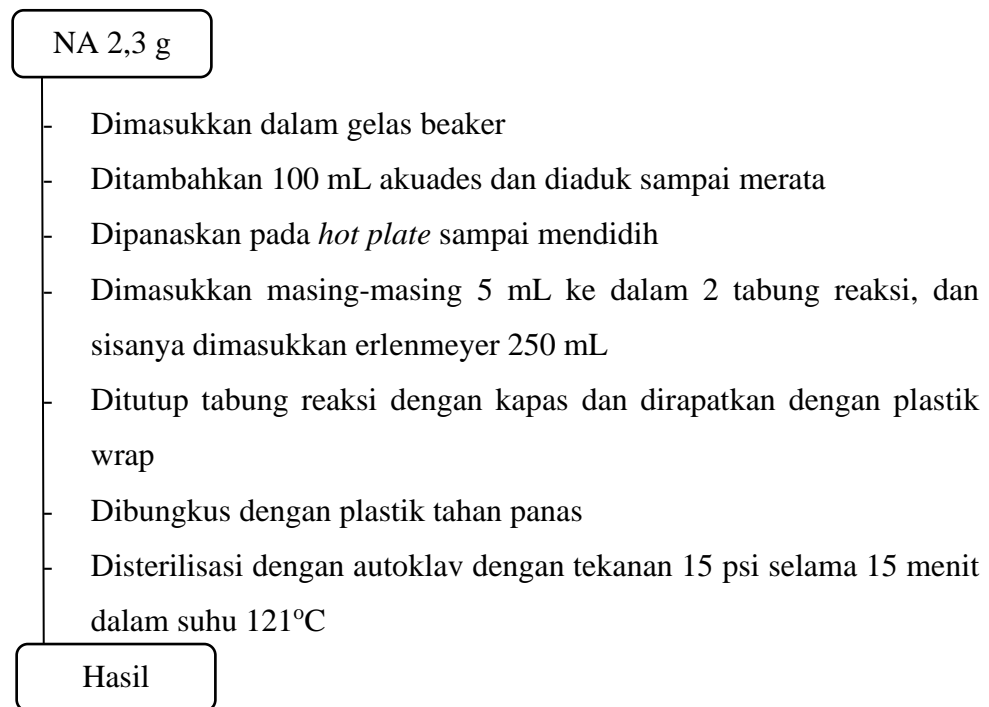


L.2.8 Uji Antibakteri

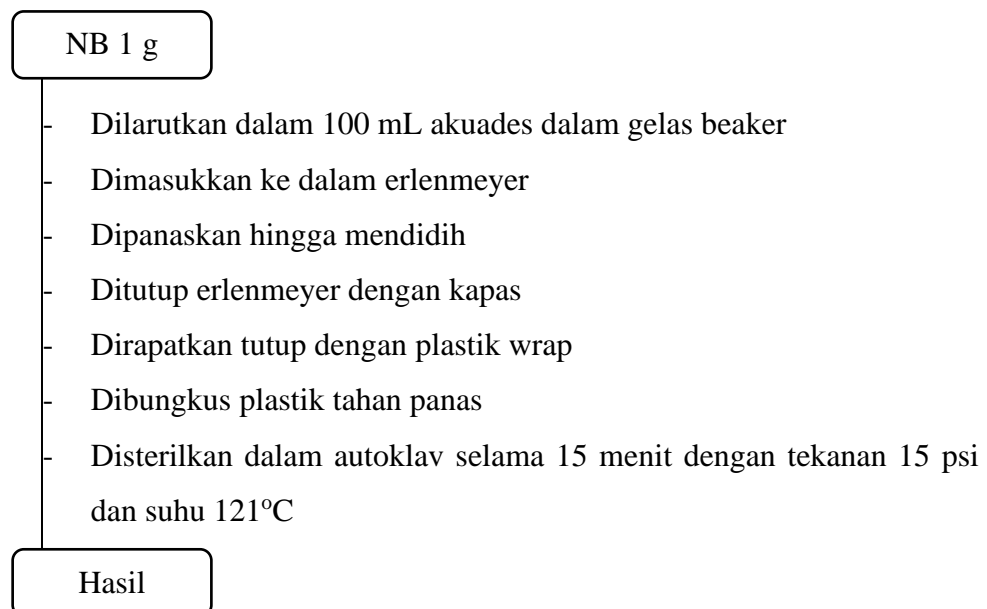
L.2.8.1 Sterilisasi Alat dan Bahan



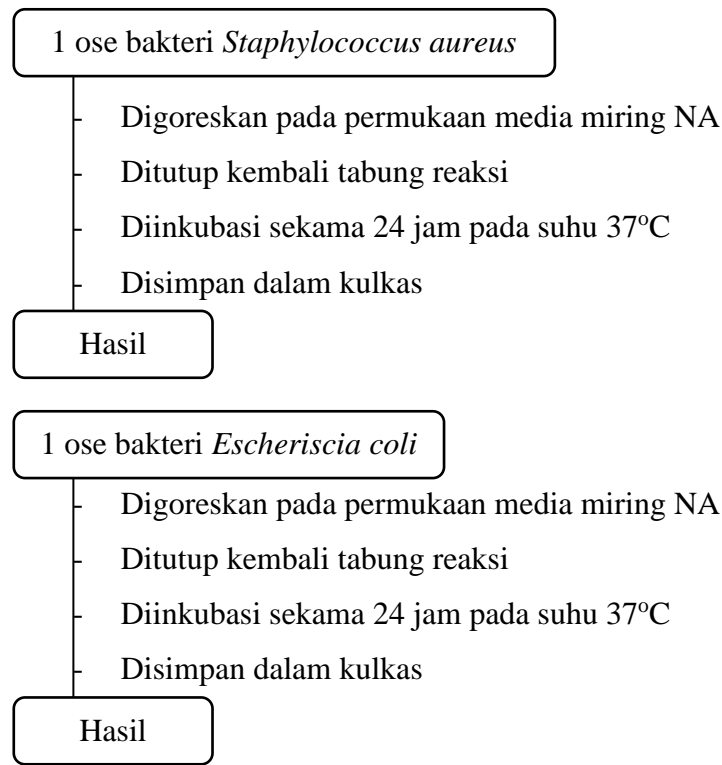
L.2.8.2 Pembuatan Media NA



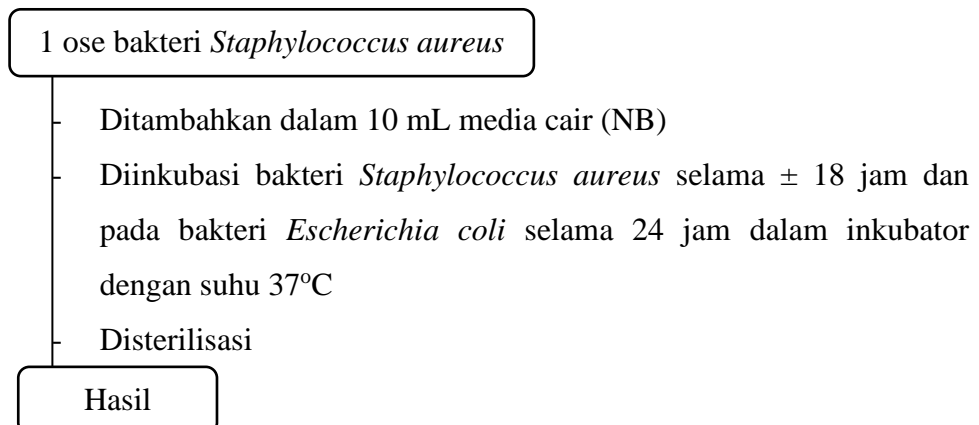
L.2.8.3 Pembuatan Media NB

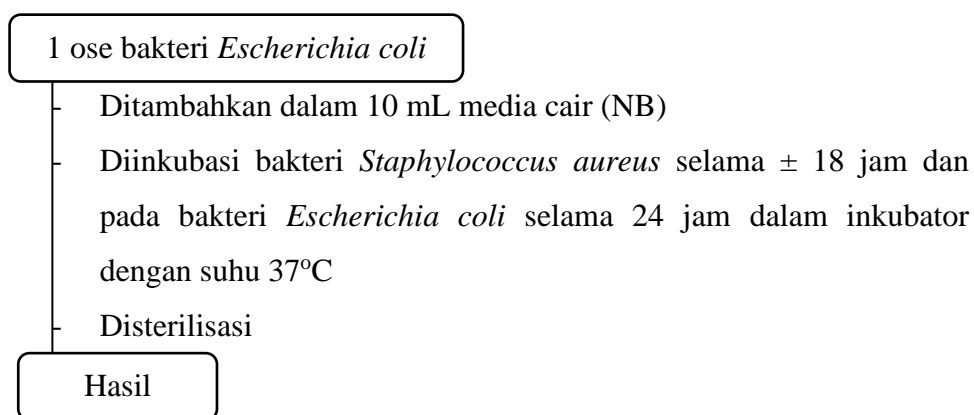


L.2.8.4 Peremajaan Bakteri

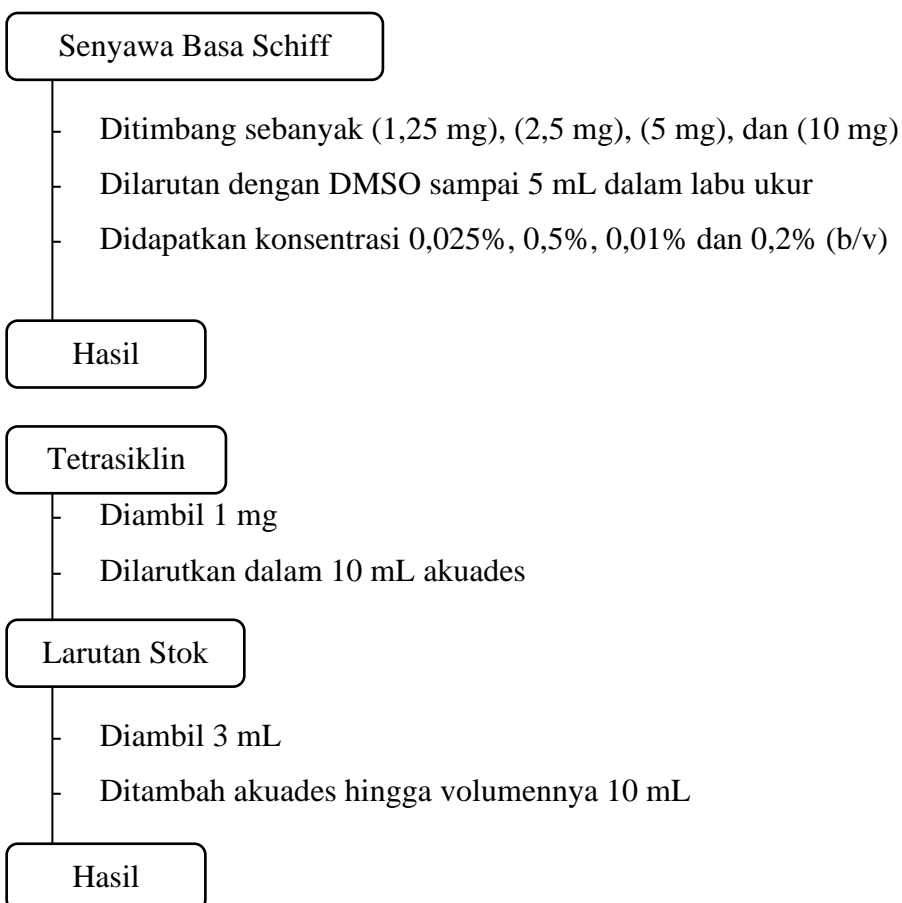


L.2.8.5 Pembuatan Inokulum Bakteri





L.2.8.6 Penyiapan Larutan Uji, Kontrol Positif dan Negatif



L.2.8.7 Uji Antibakteri

Suspensi Bakteri

- Diambil 100 mikrokiter
- Diinokulasikan diatas media agar yang telah dibuat
- Diratakan dengan *cotton swab* steril
- Direndam kertas cakram dalam senyawa basa Schiff yang telah disiapkan, kontrol positif dan kontrol negatif
- Diletakkan kertas cakram dengan pinset steril dengan hati-hati
- Diberi jarak antar kertas cakram dengan tepi cawan petri sekitar 24 mm
- Diinkubasi cawan petri selama 18-24 jam
- Dihitung nilai zona hambat yang terbentuk

Hasil

Lampiran 3. Perhitungan

L.3.1 Massa *o*-Vanilin 99% (1) yang digunakan

$$\begin{aligned}
 \text{Rumus molekul senyawa} &= \text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3 \\
 \text{BM senyawa} &= 152,147 \text{ g/mol} \\
 \text{Mol senyawa} &= 0,0075 \text{ mol} \\
 \text{Massa yang dibutuhkan} &= \text{mol} \times \text{BM} \\
 &= 0,0075 \text{ mol} \times 152,147 \text{ g/mol} \\
 &= 1,141 \text{ g}
 \end{aligned}$$

Massa yang ditimbang

$$\frac{99 \text{ g}}{100 \text{ g}} = \frac{\text{Massa yang dibutuhkan}}{\text{Massa yang ditimbang}}$$

$$\frac{99 \text{ g}}{100 \text{ g}} = \frac{1,141 \text{ g}}{\text{Massa yang ditimbang}}$$

Massa yang ditimbang

$$\begin{aligned}
 &= \frac{100 \times 1,41 \text{ g}}{99 \text{ g}} \\
 &= 1,424 \text{ g}
 \end{aligned}$$

L.3.2 Massa Anilina 99% (2) yang digunakan

$$\begin{aligned}
 \text{Rumus molekul senyawa} &= \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 \\
 \text{BM senyawa} &= 93,129 \text{ g/mol} \\
 \text{Mol senyawa} &= 0,0075 \text{ mol} \\
 \text{Massa yang dibutuhkan} &= \text{mol} \times \text{BM} \\
 &= 0,0075 \text{ mol} \times 93,129 \text{ g/mol} \\
 &= 0,698 \text{ g}
 \end{aligned}$$

Massa yang ditimbang

$$\frac{99 \text{ g}}{100 \text{ g}} = \frac{\text{Massa yang dibutuhkan}}{\text{Massa yang ditimbang}}$$

$$\frac{99 \text{ g}}{100 \text{ g}} = \frac{0,698 \text{ g}}{\text{Massa yang ditimbang}}$$

Massa yang ditimbang

$$\begin{aligned}
 &= \frac{100 \times 0,698 \text{ g}}{99 \text{ g}} \\
 &= 0,705 \text{ g}
 \end{aligned}$$

L.3.3 Penentuan massa senyawa (2-metoksi-5-((fenilimino)metil)fenol) secara teoritis (3)



Reaksi	Senyawa (1)	+	Senyawa (2)	→	Senyawa (3)
Mula-mula	0,0075 mol		0,0075 mol		
Bereaksi	0,0075 mol		0,0075 mol		0,0075 mol
Setimbang					0,0075 mol

Rumus molekul senyawa (3) = $C_{14}H_{13}NO_2$

BM senyawa (3) = 227 g/mol

Mol senyawa (3) = 0,0075 mol

Massa senyawa (3) = mol x 227 g/mol

= 1,7025 g

L.3.4 Perhitungan (%) Randemen Produk Sintesis

$$\begin{aligned} \% \text{Randemen} &= \frac{\text{massa produk}}{\text{massa teoritis}} \times \text{Luas Area} \\ &= \frac{1,6908}{1,7025} \times 100\% \\ &= 99,3127\% \end{aligned}$$

L.3.5 Perhitungan Kemurnian Produk Hasil Sintesis menggunakan GC-MS

$$\begin{aligned} \% \text{Kemurnian Produk} &= \frac{\text{Luas area senyawa}}{\text{Luas area total senyawa}} \times \% \text{ Luas Area} \\ &= \frac{66011691}{66396310} \times 100\% \\ &= 99,42\% \end{aligned}$$

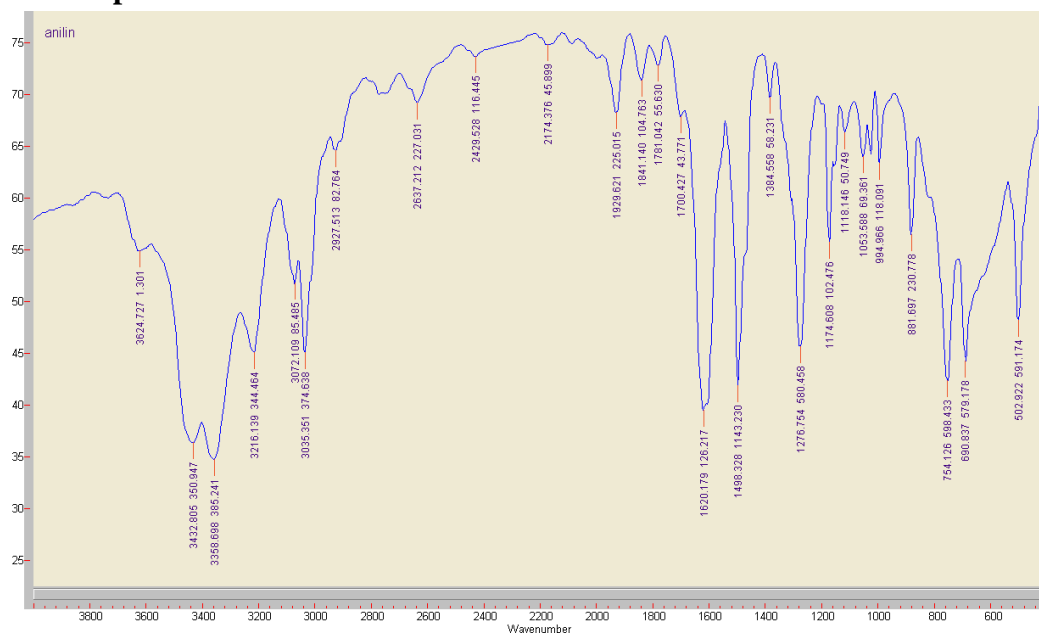
L.3.6 Pembuatan Konsentrasi Larutan Produk (%b/v)

$ppm = \frac{mg}{L}$	$mg = ppm \times L$
<ul style="list-style-type: none"> Konsentrasi 0,025% Diketahui: $V_L = 5 \text{ mL}$ atau $0,005 \text{ L}$ Ditanya : $mg = \dots?$ Jawab : $0,025\% = 250 \text{ ppm}$ $250ppm = \frac{mg}{0,005 L} = 1,25 \text{ mg}$ 	<ul style="list-style-type: none"> Konsentrasi 0,05% Diketahui: $V_L = 5 \text{ mL}$ atau $0,005 \text{ L}$ Ditanya : $mg = \dots?$ Jawab : $0,05\% = 500 \text{ ppm}$ $500ppm = \frac{mg}{0,005 L} = 2,5 \text{ mg}$
<ul style="list-style-type: none"> Konsentrasi 0,1% Diketahui: $V_L = 5 \text{ mL}$ atau $0,005 \text{ L}$ Ditanya : $mg = \dots?$ Jawab : $0,1\% = 1000 \text{ ppm}$ $1000ppm = \frac{mg}{0,005 L} = 5 \text{ mg}$ 	<ul style="list-style-type: none"> Konsentrasi 0,2% Diketahui: $V_L = 5 \text{ mL}$ atau $0,005 \text{ L}$ Ditanya : $mg = \dots?$ Jawab : $0,2\% = 2000 \text{ ppm}$ $2000ppm = \frac{mg}{0,005 L} = 10 \text{ mg}$
<ul style="list-style-type: none"> Konsentrasi kontrol positif Diketahui : $V_1 = 10 \text{ mL}$ atau $0,01 \text{ L}$ $mg = 1 \text{ mg}$ Ditanya : $\% = \dots?$ $ppm = \frac{mg}{L}$ $ppm = \frac{1}{0,01}$ $= 100 \text{ ppm} = 0,01\%$ 	<ul style="list-style-type: none"> Pengenceran kontrol positif Diketahui: $M_1 = 0,01\%$ $V_1 = 3 \text{ mL}$ $V_2 = 10 \text{ mL}$ Ditanya: $M_2 = \dots?$ $M_2 = \frac{M_1 V_1}{V_2}$ $= \frac{0,01 \times 3}{10} = 0,003\%$

L.3.7 Data uji antibakteri

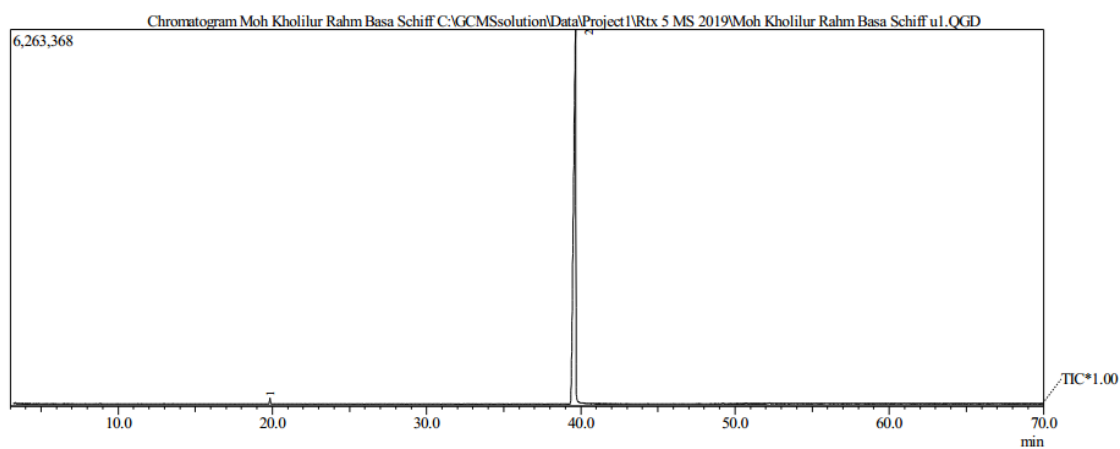
Bakteri	Konsentrasi	Hasil I	Hasil II	Hasil III	Rata-rata
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	0	0	0	0
	0,025%	3,6	2,5	2,6	2,9
	0,05%	3,6	3,65	3,5	3,58
	0,1%	4,3	4,35	4,4	4,35
	0,2%	4,5	4,55	4,5	4,52
	+	15,5	15,6	15,4	15,4
<i>Eschericia coli</i>	0	0	0	0	0
	0,025%	4,6	4,5	4,55	4,55
	0,05%	4,5	5,2	5,2	4,93
	0,1%	5,3	5,25	5,3	5,28
	0,2%	5,6	5,65	5,4	5,55
	+	15,4	15,5	15,2	15,36

L.4.1.3 Spektra FTIR Anilina



L.4.2 Hasil Karakterisasi GC-MS

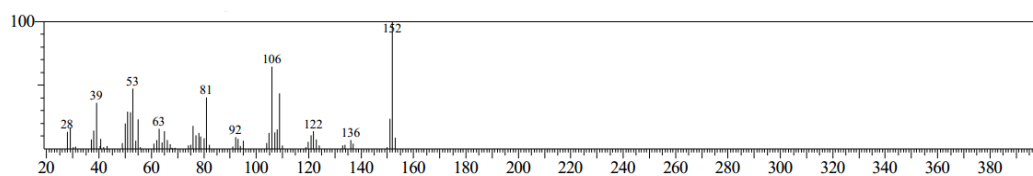
L.4.2.1 Spektra GC



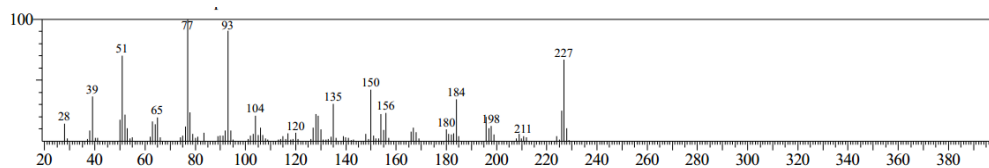
Peak#	R.Time	L.Time	F.Time	Area	Area%	Height
1	19.846	19.767	19.933	384619	0.58	93256
2	39.659	39.292	39.883	66011691	99.42	6088779
				66396310	100.00	6182035

Activa

L.4.2.2 Spektra MS Puncak Pertama

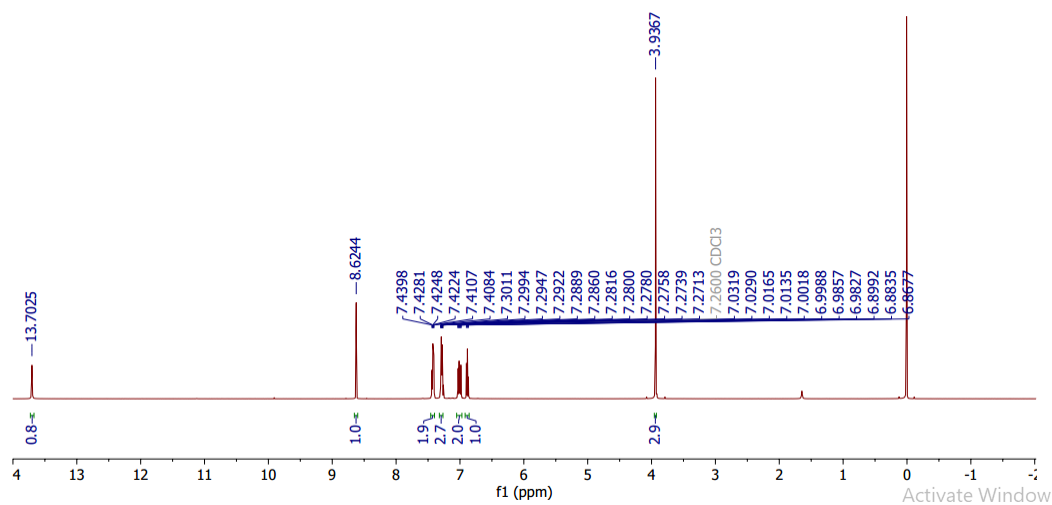


L.4.2.3 Spektra MS Puncak Kedua

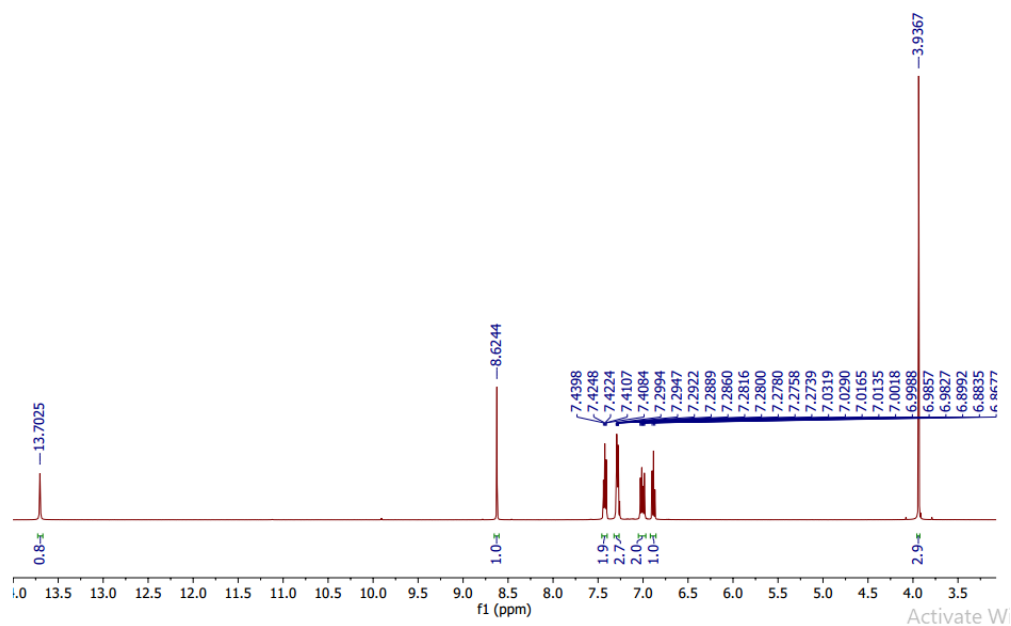


L.4.3 Hasil Karakterisasi HNMR

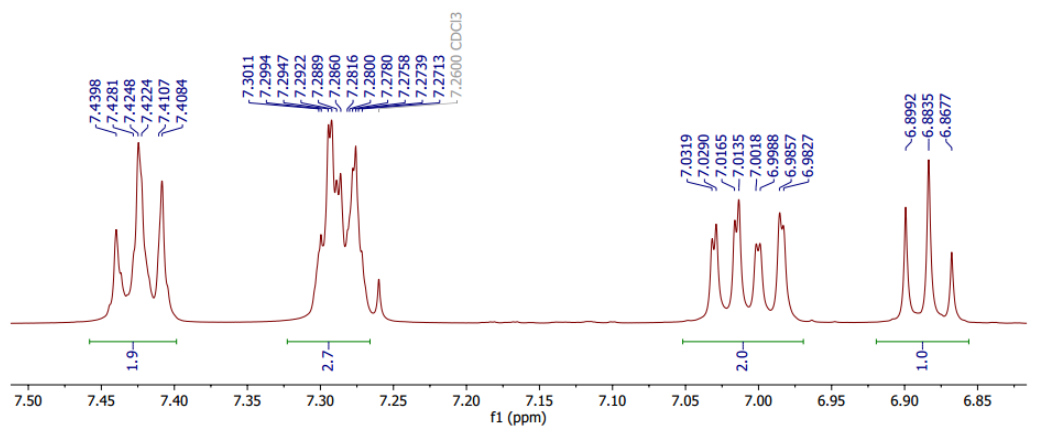
L.4.3.1 Hasil Karakterisasi Produk Hasil Sintesis



L.4.3.2 Hasil Karakterisasi Perbesaran 1x

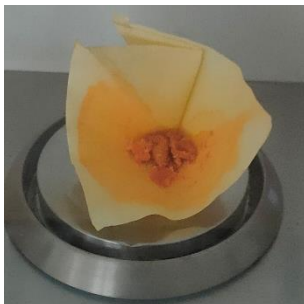


L.4.3.3 Hasil Karakterisasi Perbesaran 2x



Lampiran 5. Dokumentasi

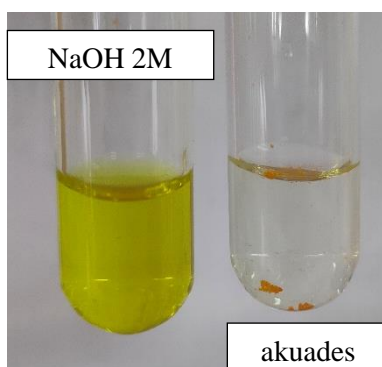
L.5.1 Produk Hasil Sintesis



L.5.2 Hasil Uji Sifat Fisika



L.5.3 Hasil Uji Sifat Kimia

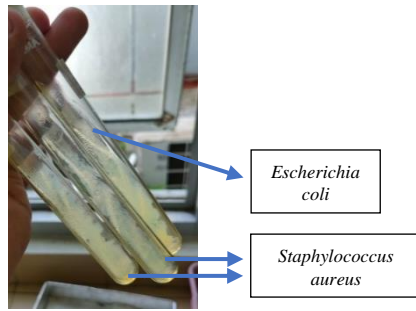


L.5.4 Hasil Uji Aktivitas Antibakteri

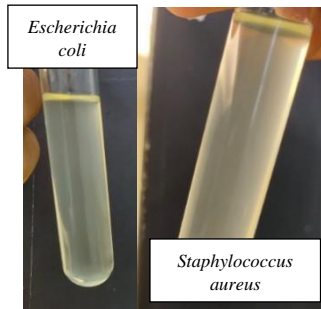
L.5.4.1 Penyiapan Larutan Uji dan Kontrol



L.5.4.2 Hasil Peremajaan Bakteri



L.5.4.3 Hasil Inokulum Bakteri



L.5.4.4 Hasil Zona Hambat Bakteri

