

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI SENYAWA BASA SCHIFF DARI
4-FORMILPIRIDINA DAN ANILINA MENGGUNAKAN METODE
SONIKASI DAN UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI**

SKRIPSI

**Oleh :
VICKY NUR INDAH SARI
NIM. 17630062**



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

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI SENYAWA BASA SCHIFF DARI
4-FORMILPIRIDINA DAN ANILINA MENGGUNAKAN METODE
SONIKASI DAN UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI**

SKRIPSI

**Oleh:
VICKY NUR INDAH SARI
NIM. 17630062**

**Diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) 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
2022**

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI SENYAWA BASA SCHIFF DARI
4-FORMILPIRIDINA DAN ANILINA MENGGUNAKAN METODE
SONIKASI DAN UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI**

SKRIPSI

**Oleh:
VICKY NUR INDAH SARI
NIM.17630062**

**Telah Diperiksa dan Disetujui
untuk Diuji Tanggal: 25 Mei 2022**

Pembimbing I

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

Pembimbing II

**Okky Bagas Prasetyo, M.Pd.I
NIDT. 19890113 20180201 1 244**

**Mengetahui,
Ketua Program Studi**



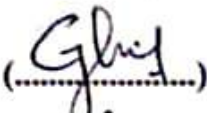

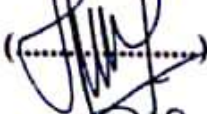

**Rachmawati Ningsih, M.Si
NIP. 19810811 200801 2 010**

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI SENYAWA BASA SCHIFF DARI
4-FORMILPIRIDINA DAN ANILINA MENGGUNAKAN METODE
SONIKASI DAN UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI**

SKRIPSI

Oleh:
VICKY NUR INDAH SARI
NIM.17630062

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi Dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 22 Juni 2022

Ketua Penguji	: A. Ghanaim Fasya, M.Si NIP. 19820616 200604 1 002	()
Anggota Penguji I	: Lilik Miftahul Khoiroh, M.Si NIP. 19831226 201903 2 008	()
Anggota Penguji II	: Rachmawati Ningsih, M.Si NIP. 19810811 200801 2 010	()
Anggota Penguji III	: Oky Bagas Prasetyo, M.Pd.I NIDT. 19890113 20180201 1 244	()

Mengesahkan
Ketua Program Studi

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



PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Vicky Nur Indah Sari

NIM : 17630062

Jurusan : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Basa Schiff dari 4-
Formilpiridina dan Anilina Menggunakan Metode Sonikasi
dan Uji Aktivitas Antibakteri

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

Malang, 22 Juni 2022
Yang membuat pernyataan,



Vicky Nur Indah Sari
NIM. 17630062

"MOTTO"

"Sesungguhnya jika kamu bersyukur, pasti Kami akan menambah (nikmat) kepadamu, namun jika kamu mengingkari (nikmat-Ku), maka sesungguhnya azab-Ku sangatlah pedih"

– QS. Ibrahim: 7

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah rabbil 'alamin

Puji Syukur penulis panjatkan kehadiran ALLAH SWT atas rahmat, karunia dan Ridho-Nya, serta tak lupa sholawat serta salam tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, Karya tulis ini saya persembahkan kepada:

Kepada orang tua saya, **Ayah Budi Utomo dan Ibu Suhartatik**. Saya ucapkan banyak terimakasih atas kasih sayang yang tiada terkira. Dukungan, nasehat, dan doa yang tiada henti. Terimakasih atas usaha dan kerja keras ayah-ibu karena selalu memberikan segalanya yang terbaik untuk putra-putrinya. Semoga ALLAH SWT senantiasa melimpahkan kasih sayang-Nya kepada beliau-beliau.

...

Kepada Adik saya, **Fajar Dwi Bayu Laksono**. Saya ucapkan terimakasih atas doa dan dukungan yang memacu semangat saya untuk segera menyelesaikan pendidikan S1 Kimia ini. Semoga ALLAH SWT mempermudah segala urusanmu dan tercapai semua cita-citamu di masa depan.

...

Kepada **seluruh keluarga besar** saya, Saya ucapkan terimakasih atas doa dan dukungan serta pertanyaan "Kapan Lulus" sehingga bisa memacu semangat saya untuk segera menyelesaikan Pendidikan S1 Kimia ini.

...

Kepada yang terhormat seluruh dosen Kimia UIN Malang, Terutama **Bapak A. Ghanaim Fasya, M.Si** selaku wali dosen akademik dan selaku dosen penguji. **Ibu Rachmawati Ningsih, M.Si dan Bapak Oky Bagas Prasetyo, M.Pd.I** selaku dosen pembimbing. **Bapak Ahmad Hanapi, M.Sc** selaku dosen konsultan. **Ibu Lilik Miftahul Khoiroh, M.Si** selaku dosen penguji. Yang tiada henti dan bosan memberikan nasehat, arahan, motivasi dan saran yang terbaik bagi saya. Terimakasih telah mengajarkan banyak ilmu yang bermanfaat. Semoga ALLAH SWT. Senantiasa memberikan keberkahan dan kasih sayang kepada bapak dan ibu semua dan segala kebaikan yang telah diberikan kepada saya semoga dijadikan pahala yang berlipat ganda oleh Allah SWT.

...

Dan Teruntuk **diri sendiri**. Terimakasih sudah mau bersabar, berjuang, dan berusaha sekuat tenaga. Semoga ALLAH SWT memberikan kelancaran dan kemudahan untuk saya saat ini dan dikemudian hari.

...

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkat, rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **"Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Basa Schiff dari 4-Formilpiridina dan Anilina Menggunakan Metode Sonikasi dan Uji Aktivitas Antibakteri"**. Tujuan dari penulisan skripsi ini yaitu untuk memenuhi salah satu syarat mata kuliah Skripsi di Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

Penulisan Skripsi ini dapat disusun dan diselesaikan atas dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung yang telah memberikan doa, kontribusi, motivasi, semangat dan bimbingan. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih terutama kepada:

1. Kedua Orang tua penulis, Bapak Budi Utomo dan Ibu Suhartatik yang selalu memberikan doa, dukungan, serta kebutuhan moril maupun materiil dalam setiap proses dan tahapan pendidikan.
2. Bapak Prof. Dr. M. Zainuddin, M.A, selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Ibu Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ibu Rachmawati Ningsih, M.Si, selaku ketua Program Studi Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
5. Ibu Rachmawati Ningsih, M.Si, selaku dosen pembimbing penelitian, Bapak Oky Bagas Prasetyo, M.Pd.I, selaku dosen pembimbing agama, dan Bapak

Ahmad Hanapi, M.Sc, selaku dosen konsultan penulis yang telah memberikan doa, dukungan, bimbingan, saran, dan masukan kepada penulis.

6. Teman-teman seperjuangan tema basa Schiff antibakteri (Lutfi dan Zamrotin), sahabat-sahabat seperbimbingan penulis (Idhea, Rodoh, dan Taufiqurrahman) yang telah memberikan semangat dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
7. Kakak tingkat dan semua pihak yang ikut serta membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis berharap agar penulisan naskah skripsi ini bisa bermanfaat bagi para pembaca khususnya bagi penulis secara pribadi. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan naskah skripsi ini masih jauh dari kata baik dan sempurna. Oleh karena itu, mohon kiranya untuk dimaklumi dan segala kritik dan saran yang bersifat membangun akan penulis terima dengan baik dan lapang dada.

Malang, 25 Mei 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
ملخص البحث	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 4-Formilpiridina	7
2.2 Anilina.....	8
2.3 Senyawa Basa Schiff.....	8
2.4 Metode Sonikasi.....	10
2.5 Karakterisasi Senyawa Hasil Sintesis	11
2.5.1 Karakterisasi Senyawa Hasil Sintesis Menggunakan FTIR.....	11
2.5.2 Karakterisasi Senyawa Hasil Sintesis Menggunakan KG-SM.....	12
2.5.3 Karakterisasi Senyawa Hasil Sintesis Menggunakan ¹ H-NMR....	14
2.6 Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	14
2.7 Bakteri <i>Escherichia coli</i>	16
2.8 Antibakteri.....	18
2.9 Metode Difusi Cakram Kertas	18
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.2 Alat dan Bahan.....	21
3.2.1 Alat.....	21
3.2.2 Bahan.....	21
3.3 Rancangan Penelitian	22
3.4 Tahapan Penelitian	22
3.5 Cara Kerja	23
3.5.1 Sintesis Senyawa basa Schiff dengan Metode Sonikasi	23

3.5.2 Uji Titik Lebur Produk Hasil Sintesis Menggunakan MPA	23
3.5.3 Karakterisasi Produk Hasil Sintesis Menggunakan FTIR.....	24
3.5.4 Karakterisasi Produk Hasil Sintesis Menggunakan KG-SM	24
3.5.5 Karakterisasi Produk Hasil Sintesis Menggunakan ¹ H-NMR.....	25
3.5.6 Uji Aktivitas Antibakteri.....	25
3.5.6.1 Sterilisasi Alat	25
3.5.6.2 Pembuatan Media.....	25
3.5.6.3 Peremajaan Biakan Murni Bakteri	26
3.5.6.4 Inokulasi Bakteri	27
3.5.6.5 Penyiapan Larutan Uji, Kontrol Positif dan Negatif.....	27
3.5.6.6 Penentuan Aktivitas Antibakteri	27
3.5.7 Analisis Data.....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Sintesis Senyawa Basa Schiff dari 4-Formilpiridina dan Anilina Menggunakan Metode Sonikasi.....	30
4.2 Karakterisasi Produk Hasil Sintesis Menggunakan FTIR.....	32
4.3 Karakterisasi Produk Hasil Sintesis Menggunakan KG-SM	34
4.4 Karakterisasi Produk Hasil Sintesis Menggunakan ¹ H-NMR.....	40
4.5 Antibakteri.....	42
BAB V PENUTUP	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN.....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur 4-Formilpiridina	7
Gambar 2.2	Struktur anilina	8
Gambar 2.3	Reaksi pembentukan basa Schiff.....	9
Gambar 2.4	Dugaan mekanisme reaksi basa Schiff dari anilina dan 4-formilpiridina	9
Gambar 2.5	Spektra IR senyawa basa Schiff dari o-vanilin dan anilina.....	12
Gambar 2.6	Kromatogram produk sintesis senyawa basa Schiff menggunakan metode sonikasi	13
Gambar 2.7	Hasil spektrometer massa	13
Gambar 2.8	Pola pertumbuhan bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	16
Gambar 4.1	Persamaan reaksi basa Schiff dari 4-formilpiridina dan anilina ...	31
Gambar 4.2	Spektra FTIR reaktan dan produk hasil sintesis.....	32
Gambar 4.3	Hasil kromatogram senyawa basa Schiff	34
Gambar 4.4	Spektra massa reaktan anilina.....	36
Gambar 4.5	Pola fragmentasi reaktan anilina	36
Gambar 4.6	Spektra massa reaktan 4-formilpiridina	37
Gambar 4.7	Pola fragmentasi ke-1 reaktan 4-formilpiridina.....	37
Gambar 4.8	Pola fragmentasi ke-2 reaktan 4-formilpiridina.....	38
Gambar 4.9	Pola fragmentasi ke-3 reaktan 4-formilpiridina	38
Gambar 4.10	Pola fragmentasi ke-4 reaktan 4-formilpiridina	38
Gambar 4.11	Spektra massa senyawa produk hasil sintesis	39
Gambar 4.12	Pola fragmentasi ke-1 N-(piridina-4-ilmetilena) anilina.....	39
Gambar 4.13	Pola fragmentasi ke-2 N-(piridina-4-ilmetilena) anilina.....	40
Gambar 4.14	Hasil spektrum senyawa produk hasil sintesis	40
Gambar 4.15	Zona hambat bakteri <i>Stapylococcus aureus</i> dan <i>Escherichia coli</i>	43
Gambar 4.16	Zona hambat kontrol positif dan negatif	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kriteria hambatan suatu zat antibakteri	18
Tabel 2.2	Sensitifitas ciprofloxacin terhadap patogen	19
Tabel 4.1	Hasil pengamatan fisik reaktan dan produk hasil sintesis sonikasi ..	31
Tabel 4.2	Perbandingan gugus fungsi produk hasil sintesis dan reaktan.....	33
Tabel 4.3	Hasil karakterisasi KG-SM senyawa basa Schiff	34
Tabel 4.4	Hasil karakterisasi senyawa produk hasil sintesis.....	41
Tabel 4.5	Hasil uji aktivitas antibakteri senyawa basa Schiff.....	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Rancangan Penelitian	58
Lampiran 2. Diagram Alir.....	59
Lampiran 3. Perhitungan.....	66
Lampiran 4. Hasil Karakterisasi.....	70
Lampiran 5. Hasil uji anova.....	75
Lampiran 6. Dokumentasi.....	77

ABSTRAK

Sari, V.N.I. 2022. **Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Basa Schiff dari 4-Formilpiridina dan Anilina Menggunakan Metode Sonikasi dan Uji Aktivitas Antibakteri.** Skripsi. Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Rachmawati Ningsih, M.Si; Pembimbing II: Oky Bagas Prasetyo, M.Pd.I.

Kata Kunci: Basa Schiff, 4-formilpiridina, anilina, antibakteri

Senyawa basa Schiff merupakan produk reaksi kondensasi antara amina primer dengan senyawa karbonil (Aldehida/Keton). Senyawa ini dilaporkan memiliki berbagai aktivitas biologis salah satunya yaitu antibakteri. Senyawa basa Schiff N-(piridina-4-ilmetilena) anilina bisa disintesis dari 4-formilpiridina dan anilina menggunakan metode sonikasi. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui % hasil rendemen yang dilakukan melalui pengamatan fisik, karakterisasi, dan uji aktivitas antibakteri.

Senyawa basa Schiff disintesis menggunakan metode sonikasi dalam media air selama 8 menit. Produk hasil sintesis dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer FTIR, KG-SM, dan ¹H-NMR serta uji aktivitas antibakteri menggunakan metode difusi cakram terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* menggunakan metode difusi cakram kertas variasi konsentrasi 0,15; 0,30; 0,45; 0,60; 0,75; dan 0,90 %.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa produk hasil sintesis memiliki karakter fisik berupa padatan berwarna putih kekuningan, rendemen sebesar 83,42%, titik lebur sekitar 63–65 °C. Spektra FTIR menunjukkan serapan khas gugus imina (C=N) pada 1621,46 cm⁻¹. Hasil kromatogram menunjukkan adanya satu puncak dengan kemurnian 98,67% pada waktu retensi sekitar 27,985 menit dan ion molekuler (m/z) sebesar 182,0 yang sesuai dengan berat molekul senyawa basa Schiff N-(piridina-4-ilmetilena) anilina. Hasil Spektra ¹H-NMR menunjukkan adanya 6 lingkungan kimia yang sesuai dengan karakter senyawa basa Schiff N-(piridina-4-ilmetilena) anilina, didukung dengan munculnya sinyal khas singlet proton imina pada pergeseran kimia 8,46 (1H, s). Hasil uji aktivitas antibakteri yang paling efektif pada senyawa basa Schiff terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* yaitu pada konsentrasi 0,90% dengan didapatkan zona hambat berturut-turut sebesar 4,9 dan 12,1 mm.

ABSTRACT

Sari, V.N.I. 2022. **Synthesis and Characterization of Schiff Base Compounds from 4-Formilpyridine and Aniline Using Sonication Methods and Antibacterial Activity Test**. Essay. Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang. Supervisor I: Rachmawati Ningsih, M.Si; Supervisor II: Oky Bagas Prasetyo, M.Si.

Keywords: Schiff base, 4-formylpyridine, aniline, antibacterial

Schiff base compound is a product of condensation reaction between primary amine and carbonyl compound (Aldehyde/Ketone). This compound is reported to have various biological activities, one of which is antibacterial. Schiff base compound N-(pyridine-4-ylmethylene) aniline can be synthesized from 4-formylpyridine and aniline using sonication method. The purpose of this study was to determine the % yield yield which was carried out through physical observation, characterization, and antibacterial activity test.

Schiff base compound was synthesized using sonication method in aqueous medium for 8 minutes. The synthesized products were characterized using FTIR, GC-MS, and ¹H-NMR and antibacterial activity test using disc diffusion method against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* bacteria using the method paper disc diffusion concentration variation 0.15; 0.30; 0.45; 0.60; 0.75; and 0.90 %.

The results showed that the synthesized product had physical characteristics in the form of a yellowish-white solid, the yield was 83.42%, the melting point was about 63–65 °C. The FTIR spectra showed a typical imine group absorption (C=N) at 1621.46 cm⁻¹. The chromatogram results showed a peak with a purity of 98.67% at a retention time of about 27.985 minutes and a molecular ion (m/z) of 182.0 which corresponded to the molecular weight of the Schiff base compound N-(pyridine-4-ylmethylene) aniline. The results of the ¹H-NMR spectra showed the presence of 6 chemical environments that matched the character of the basic compound Schiff N-(pyridine-4-ylmethylene) aniline, supported by the appearance of a typical singlet proton imine signal at a chemical shift of 8.46 (1H, s). The most effective antibacterial activity test results on Schiff base compounds against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* bacteria were at a concentration of 0.90% with an inhibition zone of 4.9 and 12.1 mm.

ملخص البحث

ساري، ف.ن.ا. ٢٠٢٢. توليف وتوصيف مركبات قاعدة شيف من ٤-فورميل بيريدين و الأنيلين باستخدام طرق الصوت واختبار النشاط المضاد للبكتيريا. قسم كيمياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الحكومية الإسلامية، مالانج. المشرفة الأولى: رهماتي نينغسيه، الماجستير فالعلوم؛ المشرف الثاني: أوكي باجاس براسيتيو، الماجستير فالعلوم

الكلمات المفتاحية: قاعدة شيف ، ٤-فورميل بيريدين ، الأنيلين ، مضاد للجراثيم

مركبات قاعدة شيف هي نتاج تفاعلات التكتيف بين الأمينات الأولية ومركبات الكربونيل (الألدهيدات/ الكيتونات). تم الإبلاغ عن أن هذا المركب له أنشطة بيولوجية مختلفة ، أحدها مضاد للجراثيم. يمكن تصنيع مركب قاعدة شيف N- (بيريدين-٤-الميثيلين) الأنيلين من ٤-فورميل بيريدين وأنيلين باستخدام طريقة الصوتنة. كان الغرض من هذه الدراسة هو تحديد نسبة المحصول الذي تم إجراؤه من خلال الملاحظة الفيزيائية والتوصيف واختبار النشاط المضاد للبكتيريا.

تم تصنيع مركب قاعدة شيف باستخدام طريقة الصوتنة في وسط مائي لمدة ٨ دقائق. تم تمييز المنتجات المركبة باستخدام مقياس الطيف الضوئي تحويل فورييه للأشعة تحت الحمراء ، والتحليل الطيفي الكتلي للغاز اللوني ، ومقياس الطيف بالرنين المغناطيسي الأساسي. واختبار النشاط المضاد للبكتيريا باستخدام طريقة انتشار القرص ضد بكتيريا *Staphylococcus aureus* و *Escherichia coli* باستخدام اختلاف تركيز انتشار قرص الورق بطريقة ١٥،٠ ؛ ٣٠،٠ ؛ ٤٥،٠ ؛ ٦٠،٠ ؛ ٧٥،٠ ؛ و ٩٠،٠٪.

أظهرت النتائج أن المنتج المركب له خصائص فيزيائية على شكل مادة صلبة بيضاء مائلة للصفرة ، وكان الناتج ٨٣،٤٢ ، وكانت درجة الانصهار حوالي ٦٥-٦٣ درجة مئوية. أظهر أطياف FTIR امتصاص مجموعة إيمين نموذجي (C = N) عند ٤٦ ، ١٦٢١ . أظهرت نتائج الكروماتوجرام ذروة مع نقاء ٦٧ ، ٩٨٪ في وقت استبقاء حوالي ٩٨٥ ، ٢٧ دقيقة وأيون جزئي (m/z) من ١٨٢ ، ٠ والذي يتوافق مع الوزن الجزيئي لمركب قاعدة شيف N- (بيريدين-٤-يلميثيلين) الأنيلين. أظهرت نتائج أطياف ¹H-NMR وجود ٦ بيئات كيميائية تطابق طابع المركب الأساسي Schiff N- (بيريدين -٤-ylmethylene) الأنيلين ، مدعومًا بظهور إشارة إيمين بروتون مفردة نموذجية عند تحول كيميائي من ٤٦،٨ (١ ساعات ، ث). كانت نتائج اختبار النشاط المضاد للبكتيريا الأكثر فعالية على مركبات قاعدة شيف ضد بكتيريا *Staphylococcus aureus* و *Escherichia coli* بتركيز ٠،٩٠٪ مع منطقة تثبيط ٤،٩ سم و ١٢،١ سم على التوالي.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Infeksi merupakan salah satu penyakit yang menjadi penyebab utama morbiditas di dunia. Selama beberapa dekade terakhir, infeksi oleh bakteri yang bersifat patogen seperti Gram-positif dan Gram-negatif yang resistan terhadap berbagai obat telah menginvasi rumah sakit (Rachakonda & Cartee, 2004). Perkembangan resistensi dari suatu antimikroba terutama bakteri tidak dapat dihindari lagi dan menjadi masalah utama dalam pengobatan infeksi bakteri (Bockstael & Van Aerschot, 2009). Aktivitas antibakteri lebih banyak dipelajari dibandingkan antijamur karena bakteri bisa mencapai resistensi terhadap antibiotik melalui modifikasi secara biokimia dan morfologi (Shukla dkk., 2017). Oleh karena itu diperlukan suatu agen antimikroba baru guna sebagai langkah pencegahan bahaya yang disebabkan oleh infeksi ini. Senyawa basa Schiff memiliki potensi sebagai agen antibakteri (Prasad dkk., 2013).

Senyawa basa Schiff merupakan produk reaksi kondensasi adisi-eliminasi senyawa organik yang terdiri dari amina primer dan senyawa karbonil aldehida atau keton. Karakteristik senyawa basa Schiff berupa struktur dengan adanya gugus azometin. Mereka banyak menunjukkan berbagai aktivitas biologis. Keberadaan pasangan elektron bebas dalam orbital hibridisasi sp^2 dari atom nitrogen dari gugus azometin menjadikan basa Schiff penting secara kimiawi maupun biologis (Ashraf dkk., 2011). Potensi biologis basa Schiff berbasis aromatik yaitu berasal dari delokalisasi elektron bebas dengan struktur cincin. Basa Schiff yang berasal dari cincin heterosiklik yang ditemukan dalam molekul

organik memberikan banyak keuntungan pada aktivitas ini (Fonkui dkk., 2019). Senyawa basa Schiff yang berasal dari 4-formilpiridina dan 4-metilanilina menunjukkan aktivitas antibakteri (Mermer dkk., 2019).

Pada penelitian ini, dilakukan uji aktivitas antibakteri sebagai langkah awal dalam mengetahui potensi yang dimiliki dari senyawa basa Schiff. Hal ini menunjukkan bahwa segala sesuatu yang diciptakan oleh Allah SWT tidak ada yang sia-sia. Sesuai dengan firman-Nya dalam surat Shaad ayat 27:

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَاءَ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا بَاطِلًا ۗ ذَٰلِكَ ظَنُّ الَّذِينَ كَفَرُوا فَوَيْلٌ لِلَّذِينَ كَفَرُوا مِنَ النَّارِ ۗ

Artinya:

"Dan Kami tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada di antara keduanya dengan sia-sia. Itu anggapan orang-orang kafir, maka celakalah orang-orang yang kafir itu karena mereka akan masuk neraka"

Menurut firman Allah Q.S Shaad ayat 27 menunjukkan bahwa Allah SWT tidak menciptakan langit dan bumi dan beserta semua yang ada diantara keduanya dengan sia-sia yakni penciptaan tanpa hikmah (Quraish Shihab, 2011). Melainkan semua itu diciptakan oleh Allah SWT atas kekuasaan dan kehendak-Nya sebagai rahmat yang tidak ternilai harganya. Berdasarkan penjelasan sebelumnya berarti bahwa apabila manusia mau berfikir dan mengkaji dari semua yang diciptakan oleh Allah SWT maka akan diketahui betapa banyaknya manfaat yang terkandung didalamnya. Adanya manfaat disini bisa diperoleh melalui belajar dengan cara mensintesis senyawa basa Schiff guna untuk mengetahui potensi yang dimiliki khususnya sebagai antibakteri dan diharapkan nantinya bisa dipergunakan untuk keperluan yang lain sesuai dengan sifat-sifat yang dimilikinya, yaitu sebagai obat dalam dunia kesehatan yang bermanfaat bagi kehidupan manusia.

Potensi basa Schiff sebagai agen antibakteri dikarenakan basa Schiff memiliki gugus azometin yang berperan dalam aktivitas biologis. Beberapa penelitian terdahulu mengenai uji aktivitas basa Schiff sebagai antibakteri menggunakan metode difusi cakram kertas terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* yaitu Talip dkk., (2017) mensintesis basa Schiff dari hidrazon dan turunannya yang dilanjutkan uji antibakteri dengan variasi konsentrasi 0,02%, 0,04 %, 0,08%, dan 0,16% dihasilkan zona hambat tertinggi pada konsentrasi 0,16% sebesar 16 mm. Penelitian Tambunan, (2019) mensintesis basa Schiff dari selulosa dialdehid dan anilina yang melakukan uji antibakteri dengan variasi konsentrasi 0,15%, 0,30%, dan 0,45% dengan didapatkan hasil yang cukup baik pada konsentrasi 0,45% dengan zona hambat 20,1 mm dan 17,1 mm pada bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Peneliti Senbagam dkk., (2015) mensintesis basa Schiff dari 2-pirimidin dan melakukan uji antibakteri pada konsentrasi senyawa 250 µg/mL dihasilkan zona hambat sebesar 12 mm dan 9 mm pada bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dan menggunakan ciprofloxacin sebagai kontrol positif dan DMSO sebagai kontrol negatif. Peneliti Shahare dkk., (2021) juga mensintesis senyawa basa Schiff dari sulfonamida pada konsentrasi 50 µg/mL dihasilkan zona hambat 11 mm dan 14 mm pada bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dan menggunakan ciprofloxacin sebagai kontrol positif dan DMSO sebagai kontrol negatif.

Sintesis mengenai basa Schiff telah banyak dilakukan mulai dari metode konvensional sampai metode ramah lingkungan atau *green synthesis*. Metode konvensional dalam sintesis basa Schiff membutuhkan waktu yang lama dan menggunakan pelarut organik. Penggunaan pelarut organik yang mudah menguap

dapat memberikan masalah terhadap lingkungan (Rao dkk., 2010). Beberapa hal yang termasuk dalam aspek *green synthesis* yaitu senyawa basa Schiff yang menggunakan katalis alami maupun pelarut air, serta sintesis tanpa pelarut. Penelitian ini menggunakan metode sonikasi yang memiliki kelebihan berupa waktu reaksi yang singkat, operasional yang sederhana, hasil yang tinggi dan tergolong metode yang ramah lingkungan karena molekul bisa mengalami reaksi sebagai akibat dari penerapan radiasi ultrasonik yang kuat (Premalatha & Santhi, 2014).

Peneliti Bendale dkk., (2011) telah menunjukkan bahwa metode sonikasi pada sintesis basa Schiff lebih baik dibandingkan konvensional didasarkan pada waktu dan hasil rendemen yaitu selama 15 menit dengan rendemen 97%. Peneliti Mermer dkk., (2019) juga melakukan perbandingan sintesis basa Schiff menggunakan metode konvensional dan metode sonikasi dengan dihasilkan rendemen berturut-turut sebesar 89% dan 94%. Peneliti Thalla dkk., (2012) mensintesis basa Schiff menggunakan metode sonikasi selama 14 menit dengan dihasilkan rendemen sebesar 92%. Peneliti Jovianto, (2020) mensintesis basa Schiff menggunakan perbandingan metode berupa refluks, penggerusan, stirer dan sonikasi dengan dihasilkan rendemen tertinggi pada metode penggerusan 99,71% selama 20 menit dan metode sonikasi sebesar 99,07% pada waktu 6–8 menit.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah disebutkan sebelumnya, maka pada penelitian ini akan dilakukan sintesis senyawa basa Schiff dari 4-formilpiridina dan anilina menggunakan metode sonikasi selama 8 menit. Hasil senyawa basa Schiff kemudian dilakukan uji secara fisik dan dilanjutkan dengan karakterisasi menggunakan FTIR, KG-SM, dan ¹H-NMR. Kemudian hasil sintesis

senyawa basa Schiff akan dilakukan uji antibakteri menggunakan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dengan menggunakan metode difusi cakram kertas dengan variasi konsentrasi senyawa basa Schiff 0,15%, 0,30%, 0,45%, 0,60%, 0,75% dan 0,90 % (b/v) dalam pelarut DMSO.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana hasil sintesis senyawa basa Schiff dari 4-formilpiridina dan anilina dengan media air menggunakan metode sonikasi?
2. Bagaimana hasil pengamatan sifat fisik dan karakterisasi produk hasil sintesis senyawa basa Schiff dari 4-formilpiridina dan anilina?
3. Bagaimana hasil uji aktivitas antibakteri produk hasil sintesis senyawa basa Schiff dari 4-formilpiridina dan anilina?

1.3 Tujuan

1. Mengetahui hasil sintesis senyawa basa Schiff dari 4-formilpiridina dan anilina dengan media air menggunakan metode sonikasi.
2. Mengetahui hasil pengamatan sifat fisik dan karakterisasi produk hasil sintesis senyawa basa Schiff dari 4-formilpiridina dan anilina.
3. Mengetahui hasil uji aktivitas antibakteri produk hasil sintesis senyawa basa Schiff dari 4-formilpiridina dan anilina.

1.4 Batasan Masalah

1. Perbandingan mol antara 4-formilpiridina dan anilina adalah 1:1
2. Metode sintesis yang digunakan adalah sonikasi dengan media air pada waktu 8 menit menggunakan suhu ruang serta pada frekuensi 20 KHz.

3. Karakterisasi produk hasil sintesis menggunakan FTIR (Fourier *Transform Infra Red*), KG-SM (Kromatografi Gas Spektroskopi Massa}, dan $^1\text{H-NMR}$ ($^1\text{Hydrogen-Nuclear Magnetic Resonance}$).
4. Metode uji aktivitas antibakteri yang digunakan adalah difusi cakram kertas.
5. Konsentrasi uji aktivitas antibakteri yang digunakan yaitu 0,15; 0,30; 0,45; 0,60; 0,75; dan 0,90%.
6. Bakteri uji yang digunakan yaitu bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian yang diperoleh diharapkan bisa memberikan wawasan ilmu mengenai potensi basa Schiff sebagai antibakteri menggunakan metode sonikasi dalam media air. Selain itu, penelitian ini juga memberikan informasi mengenai manfaat dari segi waktu yang relatif cepat, lebih aman dan ramah lingkungan.

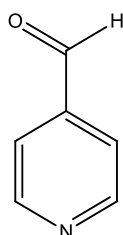
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.5.1 4-Formilpiridina

Senyawa 4-formilpiridina atau Pyridine-4-carboxaldehyde memiliki rumus umum C_5H_4NCHO yang merupakan salah satu isomer dari piridinaldehida. Senyawa ini berbentuk cairan yang tidak berwarna dan bisa tampak kuning atau bahkan coklat. Senyawa ini memiliki titik didih $198^{\circ}C$, titik leleh $(-4)-(-2)^{\circ}C$, berat molekul $107,11 \text{ g/mol}$, dan densitas $1,12 \text{ g/mL}$ (Jubilant Life Sciences, 2022).

Senyawa basa Schiff yang memiliki inti berupa piridin merupakan antimikroba yang sangat penting (Shamim dkk., 2016). Isomer piridinkarboksaldehid berupa 4-formilpiridina yang memiliki atom nitrogen pada cincin piridin merupakan prakursor yang berharga untuk basa Schiff pembentuk kompleks sehingga bisa meningkatkan aktivitas biologis (Malakyan dkk., 2016) Struktur senyawa 4-formilpiridina ditunjukkan pada Gambar 2.1.

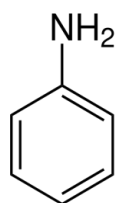


Gambar 2. 1 Struktur 4-Formilpiridina (Saglam dkk., 2007)

Gugus aldehid pada 4-formilpiridina digunakan untuk bereaksi dengan amina primer sehingga membentuk basa Schiff. Hal ini dinyatakan oleh Zarei & Jarrahpour, (2011) yaitu bahwa gugus aldehid dapat bereaksi dengan amina primer melalui reaksi adisi-eliminasi untuk membentuk ikatan $C=N$.

2.5.2 Anilina

Senyawa anilina memiliki rumus umum $C_6H_5NH_2$ yang merupakan amina aromatik sederhana. Senyawa ini berbentuk cairan yang tidak berwarna dalam keadaan murni dan akan menghitam ketika terpapar udara. Senyawa ini memiliki berat molekul 93,13 g/mol, titik leleh sebesar $-6\text{ }^\circ\text{C}$, titik didih sebesar $184\text{ }^\circ\text{C}$, dan densitas $1,022\text{ g/cm}^3$ (Sigma-Aldrich, 2022). Struktur senyawa anilina ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Struktur anilina (Lekha dkk., 2014)

Senyawa anilina memiliki gugus amina primer. Gugus amina primer inilah yang bisa digunakan sebagai nukleofil dalam sintesis senyawa basa Schiff (Fessenden & Fessenden, 1982).

2.5.3 Senyawa basa Schiff

Senyawa basa Schiff, dinamai oleh Hugo Schiff terbentuk ketika terdapat amina primer bereaksi dengan aldehida atau keton di bawah kondisi spesifik. Secara struktural, basa Schiff (juga dikenal sebagai imina atau azometin) (Da Silva dkk., 2011). Basa Schiff merupakan suatu zat kristal dan berminyak yang tidak larut dalam air namun larut dalam pelarut organik.

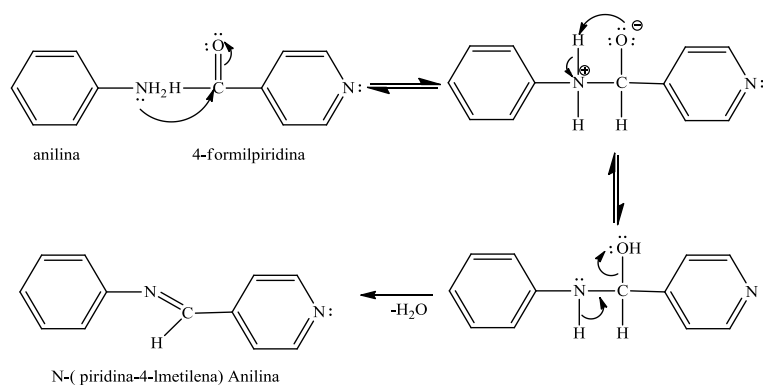
Mekanisme proses pembentukan senyawa basa Schiff (imina) dapat terjadi dalam suasana asam maupun basa dan pada umumnya reaksi bersifat reversibel. Senyawa yang mengandung gugus $-NH_2$ seperti amina primer bisa bereaksi

dengan aldehida atau keton melalui dua tahapan yaitu tahap adisi dan tahap eliminasi. Tahap adisi amina merupakan tahap yang terjadi ketika nukleofilik menyerang karbon karbonil yang bermuatan parsial positif diikuti dengan lepasnya proton dari nitrogen dan diperoleh proton oleh oksigen. Sedangkan tahap eliminasi yaitu terjadinya protonasi gugus -OH yang kemudian dapat lepas sebagai air (Xavier & Srividhya, 2014). Reaksi umum pembentukan senyawa basa Schiff dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Reaksi pembentukan basa Schiff (Xavier & Srividhya, 2014)

Mekanisme pembentukan basa Schiff dari 4-formilpiridina dan anilina dicontohkan oleh Salafi, (2021) dimulai dengan tahap adisi amina primer (nukleofil) dari gugus anilina ke atom C pada gugus aldehid dari 4-formilpiridina, yang dilanjutkan dengan tahap eliminasi gugus H₂O membentuk senyawa imina. Prediksi mekanisme reaksi basa Schiff dari 4-formilpiridina dan anilina menggunakan metode sonikasi dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Dugaan mekanisme reaksi basa Schiff dari anilina dan 4-formilpiridina (Salafi, 2021).

2.5.4 Metode Sonikasi

Metode sonikasi didasarkan pada fenomena kavitasi yang berhubungan dengan pembentukan gelembung udara didalam cairan yang dapat menghasilkan pemanasan dengan tekanan dan energi yang tinggi (Chemchem dkk., 2020). Sintesis mengenai basa Schiff telah banyak dilakukan mulai dari metode konvensional sampai metode ramah lingkungan atau *green synthesis*. Kelemahan metode konvensional dalam sintesis basa Schiff umumnya membutuhkan waktu yang lama dan menggunakan pelarut organik yang mudah menguap, berbahaya dan dapat memberikan masalah terhadap lingkungan (Rao dkk., 2010). Oleh karena itu digunakan metode sonikasi yang termasuk dalam salah satu metode *green synthesis* karena didasarkan pada parameter berupa pelarut, waktu reaksi dan rendemen serta merupakan metode yang ramah lingkungan karena molekul bisa mengalami reaksi sebagai akibat dari penerapan radiasi ultrasonik yang kuat (Mermer dkk., 2019; Premalatha & Santhi, 2014).

Beberapa peneliti terdahulu yang mensintesis basa Schiff menggunakan metode sonikasi yaitu Bendale dkk., (2011) menunjukkan bahwa sintesis basa Schiff dari *p*-toluidin dan vanilin menggunakan metode sonikasi pada waktu 15 menit dihasilkan rendemen sebesar 97% dibandingkan metode konvensional yang membutuhkan waktu 1–1,5 jam dengan hasil rendemen sebesar 72–78%. Peneliti Ahmed dkk., (2014) mensintesis basa Schiff menggunakan metode sonikasi dengan waktu 10 menit dengan dihasilkan rendemen sebesar 98%. Peneliti Thalla dkk., (2012) mensintesis basa Schiff dari nicotinohidrazid dan *m*-nitro benzaldehyde menggunakan metode sonikasi dengan waktu 14 menit dengan dihasilkan rendemen sebesar 92%. Peneliti Jovianto, (2020) mensintesis basa

Schiff dari *o*-vanilin dan *p*-anisidin menggunakan perbandingan metode refluks, penggerusan, stirer, dan sonikasi pada waktu dan rendemen berturut-turut 3 jam (94,27%), 20 menit (99,71%), 10 menit (98,04%), dan 6–8 menit (99,07%). Peneliti Furqoni, (2020) juga mensintesis basa Schiff dari *o*-vanilin dan anilina menggunakan perbandingan metode refluks, penggerusan, stirer, dan sonikasi pada waktu dan rendemen berturut-turut 1 jam (100%), 20 menit (94,85%), 10 menit (99,00%), dan 14 menit (97,07%).

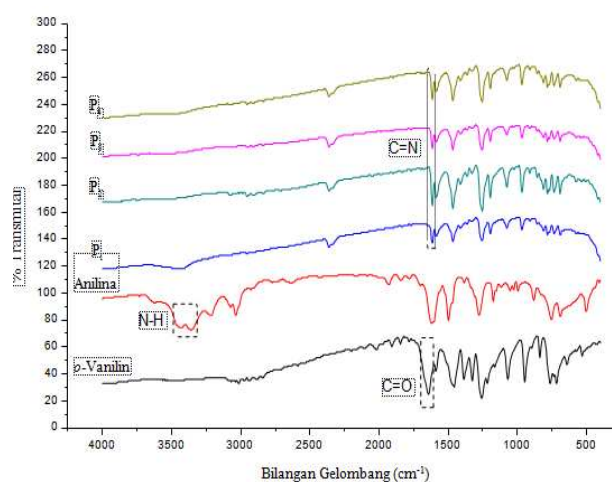
2.5.5 Karakterisasi Senyawa Hasil Sintesis

2.5.1 Karakterisasi Senyawa Hasil Sintesis Menggunakan FTIR

FTIR didasarkan atas prinsip penyerapan tingkat energi tertentu. Pengukuran spektrum inframerah berada pada daerah inframerah tengah (mid-infrared) yaitu pada panjang gelombang 2,5–50 μm atau bilangan gelombang 4000–200 cm^{-1} . Energi yang dihasilkan oleh radiasi ini akan menyebabkan vibrasi atau getaran pada molekul. Pita absorpsi inframerah sangat khas dan spesifik untuk setiap tipe ikatan kimia atau gugus fungsi. Metode ini bisa diterapkan untuk mengidentifikasi senyawa organik dan organometalik (Dachriyanus, 2004).

Spektrofotometer FTIR digunakan untuk analisis sampel baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Spektrum infra merah berhubungan erat dengan ikatan kovalen pada senyawa organik. Analisis dengan cara membandingkan nilai bilangan gelombang yang muncul pada hasil spektrum dengan data standar, maka bisa diketahui gugus-gugus fungsi yang terdapat dari sampel tersebut (Richard & Widodo, 2014). Serapan khas gugus C=N (imina) yang merupakan salah satu karakteristik senyawa basa Schiff berada pada rentang daerah 1550–1600 cm^{-1} (Ummathur dkk., 2009).

Beberapa penelitian terdahulu yang menunjukkan adanya gugus fungsi C=N dalam senyawa basa Schiff pada beberapa bilangan gelombang diantaranya yaitu Mermer dkk., (2019) yang mendapatkan hasil spektra gugus fungsi C=N senyawa basa Schiff dari 4-formilpiridina dan *p*-toluidina pada bilangan gelombang 1622 cm^{-1} . Penelitian Furqoni, (2020) telah berhasil mensintesis basa Schiff dari *o*-vanilin dan anilina dengan menggunakan perbandingan metode berupa refluks, penggerusan, stiring, dan sonikasi yang mendapatkan spektra gugus fungsi C=N pada bilangan gelombang 1614 cm^{-1} . Spektra hasil sintesis basa Schiff menggunakan perbandingan metode ditunjukkan pada Gambar 2.5.



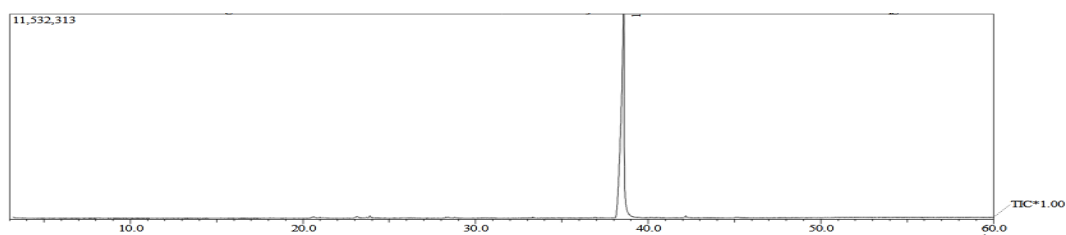
Gambar 2.5 Spektra IR senyawa basa Schiff dari *o*-vanilin dan anilina: (P₁) refluks, (P₂) penggerusan, (P₃) stiring, (P₄) sonikasi (Furqoni, 2020)

2.5.2 Karakterisasi Senyawa Hasil Sintesis Menggunakan KG-SM

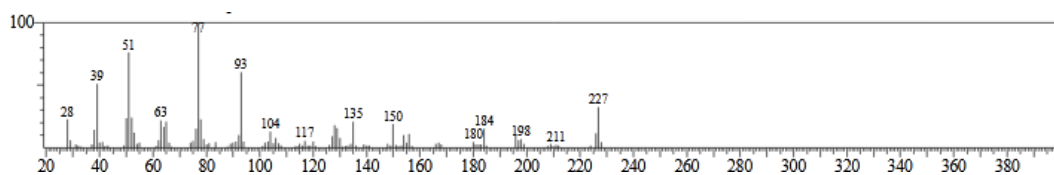
Pemisahan menggunakan kromatografi gas yaitu menggunakan cuplikan pada fase diam sedangkan gas sebagai fasa gerak yang melusui fase diam. Kromatografi gas merupakan suatu teknik dalam kromatografi yang digunakan untuk senyawa-senyawa yang mudah menguap pada kondisi vakum tinggi dan

tekanan rendah serta dapat dipanaskan (Drozd, J., 1985). Spektrometer massa digunakan sebagai penentu bobot molekul dan rumus molekul. Prinsip dari spektroskopi massa adalah pengionan senyawa-senyawa kimia untuk menghasilkan molekul bermuatan atau fragmen molekul dan mengukur rasio massa/muatan.

Karakterisasi KG-SM basa Schiff dari 4-formilpiridina dan *p*-toluidin telah dilakukan oleh Mermer dkk., (2019) dengan didapatkan ion molekuler dengan m/z 220,19. Kemudian karakterisasi menggunakan KG-SM basa Schiff dari *o*-vanilin dan anilina juga telah dilakukan Furqoni, (2020) dengan perbandingan metode berupa refluks, penggerusan, stirring, dan sonikasi dengan didapatkan waktu retensi yang sama pada keempat produk yaitu sekitar 38 menit dan kemurnian sebesar 100% yang ditunjukkan pada (Gambar 2.6) dan didapatkan hasil pada spektroskopi massa berupa *base peak* pada m/z 77 dan ion molekuler dengan m/z 227 yang sesuai dengan berat molekul senyawa basa Schiff target berupa Schiff 2-metoksi-6-((fenilimino)metil)fenol dengan hasil dari pola fragmentasi beberapa puncak m/z yang dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.6 Kromatogram produk sintesis senyawa basa Schiff menggunakan metode sonikasi (Furqoni, 2020)



Gambar 2. 7 Hasil spektrometer massa

2.5.3 Karakterisasi Senyawa Hasil Sintesis Menggunakan $^1\text{H-NMR}$

Informasi mengenai jumlah atom hidrogen dengan lingkungan dan tipe inti dari masing-masing tipe hidrogen bisa didapatkan dari spektroskopi $^1\text{H-NMR}$. Setiap inti ^1H dengan lingkungan kimia yang berbeda memiliki perisai yang sedikit berbeda dan karenanya terjadi pergeseran kimiawi yang berbeda dalam spektrum $^1\text{H-NMR}$. Grafik spektrum pada $^1\text{H-NMR}$ menunjukkan frekuensi resonansi (pergeseran kimiawi) berbanding dengan intensitas serapan Rf oleh sampel. Pergeseran kimiawi merupakan perbedaan frekuensi antara resonansi inti dan resonansi senyawa referensi. Beberapa penelitian terdahulu yang melakukan karakterisasi basa Schiff menggunakan $^1\text{H-NMR}$ yaitu Bhusnure dkk., (2015) yang mensintesis basa Schiff dari substitusi benzaldehid dan amina aromatik pada pelarut CDCl_3 dengan dihasilkan pergeseran proton dari gugus azometin pada daerah 8,30–8,76 ppm yang berbentuk singlet. Peneliti Furtado dkk., (2019) mensintesis basa Schiff dari anilina dan 4-dimetilamino benzaldehid dengan menggunakan pelarut kloroform dihasilkan nilai pergeseran proton pada 8,31 ppm yang menunjukkan gugus imina $\text{C}=\text{N}$ berbentuk singlet. Peneliti Njogu dkk., (2016) mengkarakterisasi basa Schiff menggunakan $^1\text{H-NMR}$ dengan pelarut CDCl_3 dari 3-Ferrocenylaniline dan pyridine-4-carboxyaldehyde dengan didapatkan pergeseran pada gugus imina $\text{C}=\text{N}$ dengan nilai pergeseran proton 8,47 berbentuk singlet.

2.6 Bakteri *Staphylococcus aureus*

Bakteri *Staphylococcus aureus* pada umumnya ditemukan di lingkungan baik di tanah, air maupun udara. Selain itu, juga terdapat pada hidung dan kulit manusia. Bakteri ini merupakan bakteri patogen yang berkaitan dengan virulensi

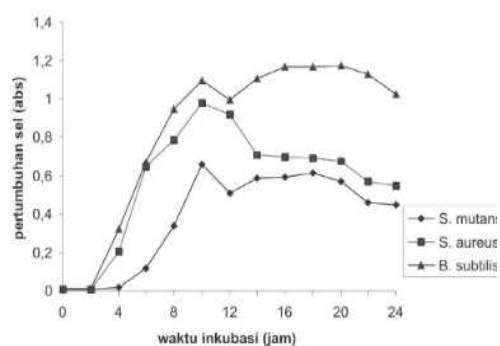
toksin, invasif, dan ketahanan terhadap antibiotik dan termasuk jenis Gram-positif yang diperkirakan sebesar 20–75% ditemukan pada saluran pernapasan atas, muka, tangan, rambut, dan vagina. Kulit yang mengalami luka merupakan salah satu organ yang sering diserang oleh bakteri ini. Bakteri ini hanya memiliki satu dinding sel sehingga senyawa antibakteri bisa merusaknya dengan mudah. Bentuk bakteri ini yaitu bulat dengan diameter 0,7–1,2 μm , tersusun dalam kelompok yang tidak teratur seperti buah anggur, fakultatif anaerob, tidak membentuk spora, dan tidak bergerak (Rahmi dkk., 2015).

Didasarkan oleh taksonominya, maka *Staphylococcus aureus* dapat digolongkan sebagai berikut:

Kingdom	: Bacteria
Filum	: Firmicutes
Kelas	: Cocci
Ordo	: Bacillales
Family	: Staphylococcaceae
Genus	: Staphylococcus
Spesies	: <i>Staphylococcus aureus</i> (Cappuccino & Sherman, 2005)

Koloni dari bakteri *Staphylococcus aureus* bisa tumbuh dalam waktu 24 jam dengan diameter mencapai 4 mm. Bentuk koloni dalam perbenihan padat berbentuk bundar, halus, menonjol, dan berkilau. Warna koloni dari *Staphylococcus aureus* yaitu abu-abu sampai kuning emas tua. Koloni tampak berwarna kuning keemasan dikarenakan bakteri ini membentuk pigmen lipochrom yang membedakan dari jenis bakteri *Staphylococcus epidermidis* yang menghasilkan pigmen putih. Kurva pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* keadaan normal pada masa pertumbuhan selama 24 jam (satu kali masa pertumbuhan) dalam media *Nutrient Broth* (NB) dapat dilihat pada Gambar 2.8.

Fase adaptasi bisa dicapai sampai pada jam kedua. Fase logaritmik (eksponensial) dicapai setelah waktu pertumbuhan 10–12 jam. Fase Stationer dicapai pada saat pertumbuhan mencapai 12–20 jam. Sedangkan fase kematian dicapai setelah 20 jam. Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* berada pada kisaran suhu 7–48°C dan pada suhu 37°C merupakan suhu optimum. Bakteri ini bisa tahan pada pembekuan dan bertahan baik dalam media yang disimpan dibawah -20°C. Namun pada suhu -10°C–0°C maka viabilitas berkurang.



Gambar 2. 8 Pola pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* (Pambayun dkk., 2008)

2.7 Bakteri *Escherichia coli*

Bakteri *Escherichia coli* merupakan bakteri berbentuk batang yang diklasifikasikan sebagai bakteri Gram-negatif. Bakteri ini terutama berada pada usus bagian bawah saluran hewan berdarah panas, termasuk manusia, dan sering ditemukan atau dibuang ke lingkungan melalui feses atau limbah cair (Jang dkk., 2017). Bakteri ini bisa menjadi patogen ketika mencapai jaringan di luar saluran pencernaan terutama pada saluran airkemih, saluran empedu, paru-paru, dan pada selaput otak dapat menyebabkan peradangan. Hal ini bisa terjadi ketika seseorang memiliki daya tahan atau kekebalan tubuh yang lemah pada tempat tersebut. Sifat

bakteri ini dapat menyebabkan infeksi primer pada usus besar sehingga dapat menyebabkan penyakit diare.

Didasarkan pada klasifikasi nomenklatur maka bakteri *Escherichia coli* dapat digolongkan sebagai berikut:

Superdomain	: Phylogenetica
Filum	: Proterobacteria
Kelas	: Gamma Proteobacteria
Ordo	: Enterobacteriales
Family	: Enterobacteriaceae
Genus	: Escherichia
Species	: <i>Escherichia Coli</i> (Jawetz, 1995)

Bakteri *Escherichia coli* merupakan salah satu bakteri Gram-negatif yang memiliki bentuk batang pendek yang memiliki panjang sekitar 2 μm , diameter 0,7 μm , lebar 0,4–0,7 μm dan bersifat anaerob fakultatif. Bakteri ini memiliki bentuk sel dari bentuk seperti *coocal* hingga membentuk sepanjang ukuran filamentous. Pada bakteri ini juga tidak ditemukan spora, selnya bisa terdapat tunggal, berpasangan, dalam rantai pendek, dan biasanya tidak berkapsul. Bakteri *Escherichia coli* dapat membentuk koloni yang bundar, cembung, dan halus dengan tepi yang nyata (Jawetz, 1995). Pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* berada pada tekanan (1–400 atm) dan suhu (23–40° C). Pada $T > 30^\circ\text{C}$ waktu pembelahan meningkat secara eksponensial (Kumar & Libchaber, 2013). Penelitian Noor dkk., (2013) melakukan pengujian pengaruh suhu terhadap pertumbuhan *Escherichia coli* pada media *Nutrient Agar* menunjukkan bahwa pada suhu 25°C dan 30°C pertumbuhan bakteri normal sedangkan pada suhu 37°C pertumbuhan bakteri maksimal.

2.8 Antibakteri

Antibakteri merupakan suatu senyawa yang bisa digunakan untuk menghambat bakteri. Antibakteri terdapat pada suatu organisme sebagai metabolit sekunder. Umumnya mekanisme dari suatu antibakteri yaitu merusak dinding sel, mengubah permeabilitas membran, mengganggu sintesis protein dan juga menghambat kerja dari suatu enzim antibakteri merupakan suatu senyawa pengendali dari pertumbuhan bakteri yang bersifat merugikan yang bertujuan dalam pencegahan penyebaran suatu penyakit dan infeksi dan membasmi mikroorganisme yang ada pada inangnya. Penentuan dari aktivitas antibakteri dapat dilakukan dengan cara mencocokkan zona hambat yang dihasilkan pada media dengan kriteria yang telah dirangkum pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Kriteria hambatan suatu zat antibakteri (Davis & Stout, 1971)

Zona Hambat (mm)	Kekuatan Hambatan
5 atau kurang	Lemah dan tidak signifikan
5–10	Sedang
10–20	Kuat
20 atau lebih	Sangat kuat

Senyawa basa Schiff memiliki gugus $C=N$ yang dapat bersifat sebagai antibakteri. Keberadaan gugus imina pada senyawa basa Schiff yang memiliki elektron bebas pada atom nitrogennya bisa membentuk ikatan hidrogen dengan pusat aktif sel yang akan mengganggu proses normal sel sehingga menyebabkan kematian pada sel (Ismiyarto dkk., 2020; Talip dkk., 2017).

2.9 Metode Difusi Cakram

Metode ini didasarkan pada prinsip *disk* (cakram) yang diresapi dengan antibiotik yang ditempatkan pada media agar yang sebelumnya diinokulasikan

dengan bakteri uji, menyerap kelembaban dan antibiotik akan berdifusi secara radial keluar melalui media agar menghasilkan gradien konsentrasi antibiotik. Agen atau senyawa dikatakan menghambat pertumbuhan bakteri jika terbentuk zona bening atau cincin disekitar cakram antibiotik setelah inkubasi (Tendencia, 2004). Zona bening yang terdapat pada sekitar cakram menunjukkan kepekaan suatu bakteri terhadap bahan antibakteri yang digunakan sebagai bahan uji yang dinyatakan dengan zona hambat. Zona hambat yang terbentuk di sekitar cakram kertas saring diukur diameter vertikal dan diameter horizontal dengan satuan menggunakan jangka sorong (Toy dkk., 2015).

Kelebihan dari metode difusi cakram kertas yaitu merupakan metode yang sederhana, tidak memerlukan alat khusus, hemat biaya dan pengujian kerentanan antibiotik dengan hasil kualitatif dinyatakan dalam 3 bentuk yaitu rentan, sedang atau resisten (Alizade dkk., 2016). Ciprofloxacin sebagai kontrol positif aktivitas antibakteri merupakan salah satu kuinolon terfluorinasi yang secara struktural terkait dengan asam nalidiksat dan merupakan antibiotik yang lebih sensitif terhadap bakteri Gram-negatif, dan kurang efektif terhadap bakteri Gram-positif, termasuk *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, dan *Enterococcus faecalis*. Ciprofloxacin merupakan salah satu antibiotik yang memiliki spektrum luas dan banyak diresepkan dalam pengaturan klinis dan rumah sakit dengan kriteria tingkat sensitifitas ciprofloxacin terhadap patogen yang ditunjukkan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Sensitifitas ciprofloxacin terhadap patogen (Ali dkk., 2010)

Zona Hambat (mm)	Sensitifitas
≤15mm	Resistant
16-20 mm	Intermediate Resistant
≥21mm	Sensitive

Beberapa penelitian terdahulu yang melakukan uji antibakteri dengan menggunakan metode ini yaitu Talip dkk., (2017) yang menguji aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli* dari basa Schiff dari hidrazon dan turunannya pada konsentrasi senyawa 0,02%, 0,04%, 0,08%, dan 0,16% dalam pelarut DMSO dengan dihasilkan zona hambat berturut-turut 11 mm, 12 mm, 14 mm, dan 16 mm dan digunakan kontrol negatif berupa DMSO yang tidak terdapat zona hambat. Peneliti Tambunan, (2019) juga menguji antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* dari basa Schiff dari selulosa dialdehid dan anilina pada konsentrasi 0,15%, 0,30%, dan 0,45% dengan dihasilkan zona hambat sebesar 10,5 mm, 14,6 mm, 17,1 mm (*Escherichia coli*) dan 10mm, 10,8 mm, dan 20,1 mm (*Staphylococcus aureus*). Peneliti Shahare dkk., (2021) menguji aktivitas antibakteri pada senyawa basa Schiff dari sulfonamida pada konsentrasi 50 µg/mL, DMSO digunakan sebagai pelarut dan kontrol negatif sedangkan ciprofloxacin 50 µg/mL digunakan sebagai kontrol positif dengan dihasilkan zona hambat pada bakteri *Staphylococcus aureus* sebesar 11 mm dan pada bakteri *Escherichia coli* sebesar 14 mm. Peneliti Senbagam dkk., (2015) menguji aktivitas antibakteri pada senyawa basa Schiff 2-pirimidin konsentrasi senyawa 250 µg/mL dengan dihasilkan zona hambat sebesar 12 mm dan 9 mm pada bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* kemudian juga digunakan ciprofloxacin sebagai kontrol positif dan DMSO sebagai pelarut dan kontrol negatif.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan November–Januari 2022 di Laboratorium Kimia Organik dan Biokimia Jurusan Kimia Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang. Karakterisasi FTIR dilakukan di Laboratorium UIN Malang. Karakterisasi KG-SM dilakukan di Laboratorium UIN Malang. Karakterisasi $^1\text{H-NMR}$ dilakukan di ITB.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian basa Schiff yaitu seperangkat alat gelas, bola hisap, botol semprot, neraca analitik, kertas saring, desikator, pipa kapiler, seperangkat alat sonikasi, mortar agate, spatula, termometer, cawan porselen, mikropipet ukuran 1000 μL , blue tip, alumunium foil, *Melting Point Apparatus* (MPA), seperangkat alat FTIR, KG-SM dan $^1\text{H-NMR}$.

Alat-alat yang digunakan dalam uji antibakteri yaitu seperangkat alat gelas, mikropipet ukuran 200 μL , bola hisap, stirer, jarum ose, 6 mm kertas saring whatman no.42 diameter 9, pinset, bunsen, korek api, yellowtip, bluetip, cotton swab, alumunium foil, kapas, kasa, plastik wrap, hotplate, oven, inkubator, kulkas, *laminar air flow* (LAF), dan autoklaf.

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian basa Schiff yaitu 4-formilpiridina p.a (Merck), anilina p.a (Merck), kloroform, aquades, CDCl_3 , dan kristal KBr.

Bahan-bahan yang digunakan untuk uji antibakteri yaitu kultur bakteri *Escherichia coli*, dan *Staphylococcus aureus*, dimetil sulfoksida (DMSO), media NA, media MHA, media NB, antibiotik ciprofloxacin dan aquades.

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini dimulai dengan sintesis senyawa basa Schiff dari 4-formilpiridina dan anilina menggunakan metode sonikasi dengan waktu 8 menit. Hasil produk sintesis dilakukan uji secara fisik meliputi warna dan titik leleh serta dilakukan karakterisasi menggunakan instrumen FTIR, KG-SM dan ¹H-NMR. Kemudian produk hasil sintesis dilakukan uji aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* menggunakan metode difusi cakram kertas variasi konsentrasi senyawa basa Schiff 0,15%, 0,30%, 0,45%, 0,60%, 0,75%, dan 0,90% (b/v) dan DMSO digunakan sebagai pelarut dan kontrol negatif sedangkan ciprofloxacin digunakan sebagai kontrol positif. Analisis produk hasil sintesis dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Analisis secara kualitatif yaitu melalui identifikasi, karakterisasi menggunakan instrumen, dan mengetahui pengaruh konsentrasi senyawa terhadap zona hambat yang dihasilkan. Sedangkan secara kuantitatif berupa penentuan perhitungan % rendemen dan perhitungan zona hambat antibakteri.

3.4 Tahapan Penelitian

1. Sintesis senyawa basa Schiff dari 4-formilpiridina dan anilina menggunakan metode sonikasi
2. Uji titik lebur produk hasil sintesis menggunakan MPA
3. Karakterisasi produk hasil sintesis menggunakan FTIR

4. Karakterisasi produk hasil sintesis menggunakan KG-SM
5. Karakterisasi produk hasil sintesis menggunakan $^1\text{H-NMR}$
6. Uji aktivitas antibakteri produk hasil sintesis terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*
7. Analisis Data

3.5 Cara Kerja

3.5.1 Sintesis Senyawa Basa Schiff dari 4-Formilpiridina dan Anilina menggunakan Metode Sonikasi dengan Waktu 6-8 Menit (Jovianto, 2020)

Senyawa 4-Formilpiridina sebanyak 5 mmol (0,4854 mL) dan 5 mmol (0,4601 mL) anilina dimasukkan kedalam gelas beaker. Ditambahkan aquades sebanyak 10 mL. Dimasukkan ke dalam sonikator selama 8 menit. Produk hasil sintesis yang terbentuk disaring dan dikeringkan dalam desikator hingga didapatkan massa yang konstan. Ditentukan hasil rendemennya.

3.5.2 Uji Titik Lebur Produk Hasil Sintesis Menggunakan MPA

Uji titik lebur produk hasil sintesis menggunakan MPA (*Melting Point Apparatus*). Sedikit produk hasil sintesis dimasukkan kedalam pipa kapiler. Pipa kapiler dan termometer dipasangkan pada alat MPA. MPA dinyalakan serta diatur suhu kenaikannya hingga $20^\circ\text{C}/\text{menit}$. Kemudian diturunkan suhu menjadi $10^\circ\text{C}/\text{menit}$ apabila suhu mencapai 60% dari suhu yang diinginkan. Bila suhu yang teramati telah mencapai perkiraan titik leleh senyawa, maka diatur kenaikan suhu menjadi $1^\circ\text{C}/\text{menit}$. Diamati proses peleburan produk hasil sintesis hingga mencair dan diamati suhu pada termometer. Langkah yang sama dilakukan kembali terhadap reaktan sebagai pembanding.

3.5.3 Karakterisasi Produk Hasil Sintesis Menggunakan FTIR

Penentuan gugus fungsi dalam produk hasil sintesis diidentifikasi menggunakan spektrofotometer FTIR tipe SHIMADZU. Sedikit senyawa produk hasil sintesis dicampur dengan KBr lalu digerus menggunakan mortar agate. Selanjutnya campuran di tekan dan dibentuk pelet, lalu pelet diletakkan di *cell holder* dalam instrumen FTIR dan dibuat spektrum IR pada rentang bilangan gelombang 4000–400 cm^{-1} .

3.5.4 Karakterisasi Produk Hasil Sintesis Menggunakan KG-SM

Sebanyak 0,05 g produk hasil sintesis dilarutkan dengan kloroform 5 mL dengan konsentrasi 10.000 ppm diinjeksikan dengan menggunakan syringe ke dalam injektor KG-SM Varian VF-5MS dengan kondisi operasional sebagai berikut :

Jenis kolom	: Varian VF-5MS
Panjang kolom	: 30 meter
Diameter kolom	: 0,25mm
Detektor	: QP2010
Temperatur kolom	: 70°C (10 menit) 70°C → 290 °C, laju 10°C/menit 290 °C (13 menit)
Temperatur injektor	: 310 °C
Tekanan gas	: 16,5 kPa
Kecepatan aliran gas	: 0,5 mL/menit
Gas pembawa	: Helium
M/S (m/z)	: 40–650 m/z

Ditunggu beberapa saat sampai muncul kromatogram dan spektra MS yang bisa diinterpretasikan.

3.5.5 Karakterisasi Produk Hasil Sintesis Menggunakan $^1\text{H-NMR}$

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

3.5.6 Uji Aktivitas Antibakteri

3.5.6.1 Sterilisasi Alat

Sterilisasi dilakukan dengan mencuci semua alat hingga bersih dan dikeringkan. Peralatan gelas seperti cawan petri, pipet, tabung reaksi, jarum ose, dan lain-lain dibungkus menggunakan kertas dengan benar sedangkan bahan termasuk media bakteri ditutup kapas dan dirapatkan menggunakan plastik wrap, yellow tip dibungkus menggunakan aluminium foil dimasukkan dalam autoklav selama 15 menit dengan temperatur 121°C dan tekanan 15 psi (*per square inci*) (Shah dkk., 2012).

3.5.6.2 Pembuatan Media

Media padat NA (*Nutrien Agar*) ditimbang sebanyak 2 gram dan dimasukkan kedalam gelas beaker. Kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan 100 mL akuades dan di stirer. Setelah itu suspensi dipanaskan diatas *hot plate* hingga mendidih. Lalu dimasukkan dalam 2 tabung reaksi sebanyak 5 mL dan sisanya pada erlenmeyer 250 mL. Proses ini dilakukan secara

aseptis dengan cara bagian ujung alat dipanaskan serta ditutup dengan kapas, dirapatkan dengan plastik warp dan dibungkus plastik tahan panas. Selanjutnya disterilkan dengan autoklav selama 15 menit pada tekanan 15 psi dan suhu 121 °C. Media agar yang berada pada tabung reaksi dimiringkan 15–30°C hingga memadat selama 1×24 jam pada suhu ruang.

Media MHA (*Mueller Hinton Agar*) ditimbang sebanyak 3,8 gram dan dimasukkan kedalam gelas beaker. Kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan 100 mL akuades dan di stirer. Ditutup erlenmeyer menggunakan kapas dan plastik wrap dan dibungkus dengan plastik tahan panas. Setelah itu suspensi dipanaskan diatas *hot plate* hingga mendidih. Selanjutnya disterilkan dengan autoklav selama 15 menit pada tekanan 15 psi dan suhu 121°C.

Media cair NB (*Nutrient Broth*) dibuat dengan cara menimbang sebanyak 0,8 gram dan dilarutkan dalam 100 mL aquades dalam gelas beaker. lalu dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan suspensi dipanaskan hingga mendidih. Kemudian erlenmeyer tersebut ditutup menggunakan kapas dan dirapatkan dengan plastik warp dan dibungkus dengan plastik tahan panas. Lalu disterilkan media dalam autoklav selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 15 psi.

3.5.6.3 Peremajaan Biakan Murni Bakteri

Kultur biakan murni bakteri diremajakan pada media padat nutrien agar miring. Diambil bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* menggunakan jarum ose. Jarum ose yang mengandung bakteri digoreskan secara aseptis pada media NA pada tabung reaksi yaitu dengan mendekatkan tabung reaksi pada nyala api saat menggoreskan jarum ose. Tabung reaksi ditutup kembali dan diinkubasi selama 18 jam untuk bakteri *Staphylococcus aureus* dan

24 jam untuk bakteri *Escherichia coli* pada suhu 37°C dalam inkubator. Selanjutnya bakteri yang sudah diregenerasi disimpan dalam kulkas.

3.5.6.4 Inokulasi Bakteri

Hasil dari peremajaan biakan murni bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* diambil sebanyak 1 ose, dibiakkan dalam 10 mL media cair (NB) steril dan diinkubasi ±18 jam untuk bakteri *Staphylococcus aureus* sedangkan ± 24 jam untuk bakteri *Escherichia coli*. Larutan ini berfungsi sebagai biakan aktif.

3.5.6.5 Penyiapan larutan uji, kontrol positif dan kontrol negatif

Larutan uji yang digunakan yaitu senyawa basa Schiff yang dilarutkan dalam DMSO pada konsentrasi 0,15%, 0,30%, 0,45% , 0,60%, 0,75%, dan 0,90% (b/v). Pembuatan larutan uji dimulai dengan pembuatan larutan stok dengan cara menimbang 0,2 gram senyawa basa Schiff yang dilarutkan dalam DMSO sampai volume 20 mL. Kemudian dilakukan variasi konsentrasi sesuai yang dibutuhkan sebanyak 5 mL.

Kontrol positif yang digunakan dalam penelitian ini yaitu ciprofloxacin. Pembuatan kontrol positif dilakukan pada konsentrasi produk hasil terkecil yaitu dengan cara menimbang sebanyak 0,0075 gram dilarutkan dalam 5 mL DMSO dan dihomogenkan sedangkan untuk kontrol negatif yang digunakan yaitu DMSO sebanyak 5 mL.

3.5.6.6 Penentuan Aktivitas Antibakteri menggunakan metode difusi cakram (Tambunan, 2019)

Penentuan aktivitas antibakteri dilakukan dengan menggunakan metode difusi cakram. Cakram kertas dari kertas saring whatman no.42 diameter 9

dipotong sebesar 6 mm. Dituang media padat MHA steril yang telah dipanaskan hingga mencair, didinginkan sampai suhu ± 40 °C sebanyak 10 mL ke dalam cawan petri. Dibiarkan media sampai memadat. Diambil *cutton bad* steril, lalu dicelupkan kedalam inokulasi bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Digoreskan kedalam media MHA yang telah memadat. Dibuat kertas cakram berdiameter 6 mm dan direndam selama 15 menit pada variasi konsentrasi larutan basa Schiff, kontrol positif, dan kontrol negatif yang telah disiapkan. Ciprofloxacin dengan konsentrasi 0,15% digunakan sebagai standart obat, media MHA digunakan sebagai media kultur dan DMSO digunakan sebagai pelarut (Shahare dkk., 2021). Diinkubasi selama 18 jam untuk bakteri *Staphylococcus aureus* dan 24 jam untuk bakteri *Escherichia coli*. Diukur zona bening menggunakan jangka sorong (ketelitian 0,05 mm). Penentuan aktivitas antibakteri dilakukan 3 kali pengulangan pada masing-masing konsentrasi.

3.5.7 Analisis Data

Keberhasilan sintesis dilihat berdasarkan sifat fisik senyawa basa Schiff yang telah terbentuk seperti rendemen, wujud, warna, dan titik lebur. Pada karakterisasi FTIR, senyawa baru memiliki serapan khas gugus imina (C=N) yang kuat dan tajam pada bilangan gelombang 1645–1605 cm^{-1} . Pada karakterisasi dengan KG-SM, senyawa baru memiliki ion molekuler pada m/z 182,22 secara teoritis berdasarkan berat molekul. Pada karakterisasi $^1\text{H-NMR}$, senyawa baru menghasilkan pergeseran proton dari gugus imina pada daerah 8,30–8,76 ppm yang berbentuk singlet. Pada uji aktivitas antibakteri didapatkan data berupa diameter zona hambat yang diinterpretasikan menggunakan uji *One Way ANOVA* dengan taraf 5% untuk mengetahui pengaruh konsentrasi senyawa basa

Schiff terhadap aktivitas antibakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* apabila:

1. $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ maka H_0 ditolak yang berarti tidak ada perbedaan signifikan pengaruh konsentrasi zona hambat senyawa basa Schiff terhadap zona hambat antibakteri.
2. $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ maka H_0 diterima yang berarti minimal terdapat satu pasang konsentrasi senyawa basa Schiff yang menghasilkan zona hambat yang berbeda signifikan.

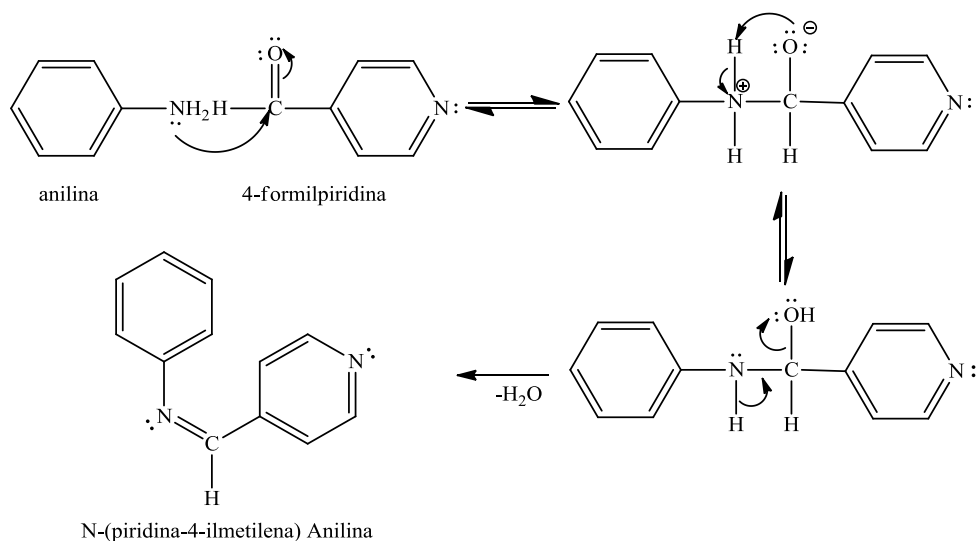
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Sintesis Senyawa Basa Schiff dari 4-Formilpiridina dan Anilina Menggunakan Metode Sonikasi

Senyawa basa Schiff N-(piridina-4-ilmetilena) anilina telah disintesis menggunakan reaktan 4-formilpiridina dan anilina melalui metode sonikasi dalam media air. Penggunaan metode sonikasi yang melibatkan radiasi ultrasonik mampu menyebabkan terjadinya reaksi kimia dengan energi tinggi (Mohamed, 2016). Hal ini bisa menyebabkan putusny ikatan pada reaktan 4-formilpiridina dan anilina akibat adanya proses kavitasi akustik dan terbentuk produk. Peranan penting air dalam metode sonikasi sebagai media guna mempermudah reaksi yang terjadi antara reaktan yang digunakan. Selain itu, penggunaan air sebagai pelarut tergolong salah satu metode *green synthesis* yang ramah lingkungan dalam sintesis senyawa basa Schiff (Bhagat dkk., 2013).

Pembentukan produk senyawa basa Schiff menggunakan reaksi adisi-eliminasi. Reaktan 4-formilpiridina bertindak sebagai elektrofil dan anilina bertindak sebagai nukleofil. Atom O pada gugus karbonil reaktan 4-formilpiridina memiliki kemampuan menarik elektron dari atom C yang menyebabkan kerapatan atom C berkurang dan bermuatan parsial positif. Hal ini menyebabkan kemudahan gugus karbonil (C=O) untuk diserang oleh amina primer (N-H) dari reaktan anilina. Dugaan mekanisme reaksi pembentukan senyawa basa Schiff N-(piridina-4-ilmetilena) anilina dari reaktan 4-formilpiridina dan anilina ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Dugaan mekanisme reaksi basa Schiff dari 4-formilpiridina dan anilina

Pengamatan fisik merupakan langkah awal dalam menduga terbentuknya senyawa basa Schiff melalui pengamatan terhadap reaktan dan produk baik wujud, warna, dan titik lebur. Pengamatan dilakukan setelah produk dikeringkan dan dimasukkan dalam desikator sampai massa konstan. Tujuan pengeringan yaitu untuk mengikat molekul air yang terbentuk selama proses sintesis. Data pengamatan parameter fisik ditunjukkan Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Hasil pengamatan fisik reaktan dan produk hasil sintesis sonikasi

Pengamatan	Parameter		
	Wujud	Warna	Titik lebur ($^{\circ}\text{C}$)
Produk	Padatan	Putih Kekuningan	63–65
4-Formilpiridina	Cair	Kuning	(-4) – (-2) ^(a)
Anilina	Cair	Merah Kecoklatan	-6 ^(b)

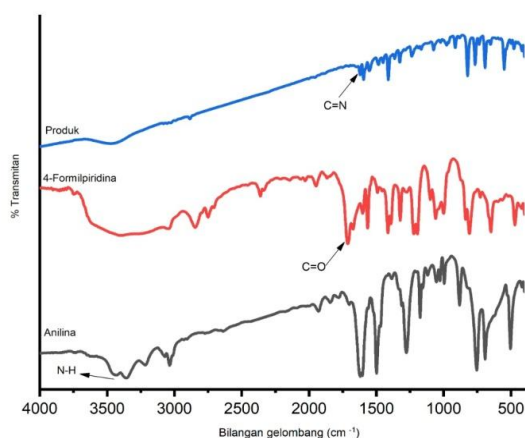
Sumber: ^{a)} Jubilant Life Sciences, 2022 ^{b)} Sigma-Aldrich, 2022

Berdasarkan hasil pengamatan Tabel 4.1 dihasilkan perbedaan pada wujud, warna dan titik lebur. Senyawa basa Schiff memiliki wujud berupa padatan yang berwarna putih kekuningan dengan dihasilkan rendemen sebesar

83,42% (Lampiran 3.4). Pengaruh hasil rendemen diduga disebabkan oleh kondisi bahan, lingkungan dan adanya pengotor yang diduga berupa sisa reaktan yang tidak habis bereaksi secara sempurna. Selain itu, berdasarkan hasil pengamatan titik lebur menunjukkan rentang hasil yang berbeda antara produk dan reaktan. Senyawa basa Schiff memiliki rentang titik leleh yang berkisar antara 63–65 °C sedangkan titik lebur pada reaktan 4-formilpiridina (-4 °C)–(-2 °C) dan anilina (-6 °C) (Merck, 2015). Adanya perbedaan titik lebur pada reaktan dan produk mengindikasikan bahwa telah terbentuknya senyawa baru.

4.2 Karakterisasi Produk Hasil Sintesis Menggunakan FTIR

Karakterisasi menggunakan FTIR digunakan untuk mengidentifikasi gugus-gugus fungsi yang ada pada produk dan reaktan. Senyawa basa Schiff memiliki serapan khas gugus imina (C=N) pada bilangan gelombang 1645-1605 cm^{-1} (Socrates, 2001). Hasil FTIR senyawa basa Schiff N-(piridina-4-ilmetilena) anilina ditunjukkan pada Gambar 4.2 Perbandingan gugus fungsi produk dan reaktan ditunjukkan pada Tabel 4.2.



Gambar 4. 2 Spektra FTIR reaktan dan produk hasil sintesis

Tabel 4. 2 Perbandingan gugus fungsi produk hasil sintesis dan reaktan

Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)			Intensitas	Literatur
	R ₁	R ₂	Produk		
-N-H	-	3356 -3431	-	w	3500-3300 ^(b)
Csp ² -H <i>stretching</i>	3038	3035	3029,94	w-m	3105-3000 ^(a)
-C=O <i>stretching</i>	1712	-	-	s	1850-1630 ^(b)
-C=N <i>stretching</i>	-	-	1621,46	v	1645-1605 ^(a)
C=C aromatik	1601	1620	1595,50	m	1615-1575 ^(a)
-C=N piridina	1565	-	1483,71	m-s	1520-1465 ^(a)
C-N <i>stretching</i>	1322	1276	1238,56	m	1350-1200 ^(a)
Csp ² -H <i>bending</i>	807	-	821,70	m	860-760 ^(a)

Sumber: ^(a)Socrates, 2001 ^(b)Pavia dkk., 2001

Keterangan:

R₁: Reaktan 4-formilpiridina

R₂: Reaktan anilina

w= *weak*(lemah); m=*medium* (sedang); s=*strong*(kuat); v=*variation*(variasi)

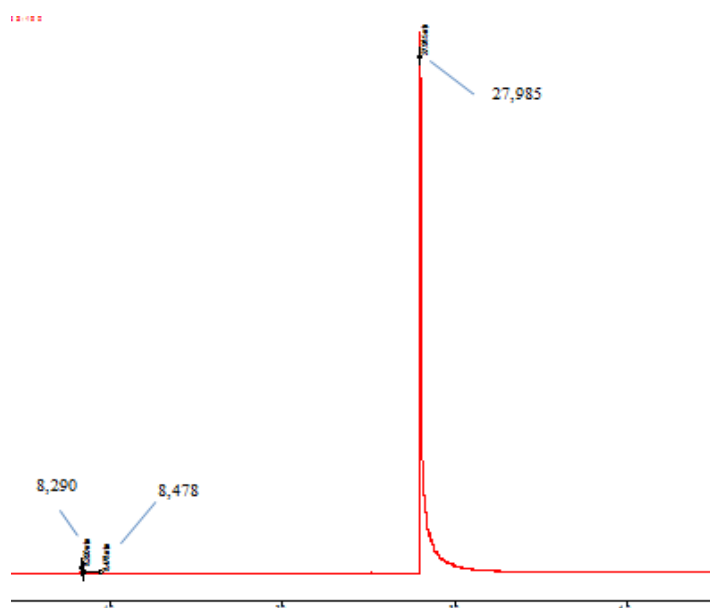
Berdasarkan hasil spektra FTIR pada Gambar 4.2 terlihat persamaan dan perbedaan serapan antara reaktan dengan produk hasil sintesis. Reaktan 4-formilpiridina memiliki serapan gugus fungsi karbonil (-C=O) yang kuat pada bilangan gelombang 1712 cm⁻¹ dan anilina memiliki serapan gugus fungsi amina primer (-N-H) yang kuat pada 3356 dan 3431 cm⁻¹. Pada senyawa produk hasil sintesis memiliki serapan khas gugus imina (-C=N) yang kuat dan tajam pada bilangan gelombang 1621,46 cm⁻¹ dan serapan ini tidak dimiliki oleh kedua reaktan. Kemudian untuk persamaan dari gugus fungsi yang terbentuk antara produk dan reaktan yaitu gugus fungsi C=C aromatik, gugus Csp²-H *stretching* aromatik, dan gugus C-N *stretching*.

Berdasarkan Tabel 4.2 menunjukkan bahwa senyawa basa Schiff N-(piridina-4-ilmetilena) anilina memiliki dua serapan gugus imina yaitu diduga berasal dari C=N *stretching* senyawa baru dan salah satunya berasal dari C=N piridina yang muncul dengan serapan yang tajam pada bilangan gelombang 1483,71 cm⁻¹. Kemudian juga terdapat serapan gugus lain seperti Csp²-H *stretching* dengan intensitas lemah pada bilangan gelombang 3029,94 cm⁻¹

sedangkan untuk *bending* muncul dengan intensitas kuat dan tajam pada bilangan gelombang $821,70\text{ cm}^{-1}$. Serapan C=C aromatik muncul dengan intensitas sedang pada $1595,50\text{ cm}^{-1}$ dan serapan C-N *stretching* muncul dengan intensitas sedang $1238,56\text{ cm}^{-1}$.

4.3 Karakterisasi Produk Hasil Sintesis Menggunakan KG-SM

Karakterisasi menggunakan KG-SM bertujuan untuk mengetahui kemurnian berdasarkan persen luas area yang dihasilkan dan memperkuat indikasi terbentuknya senyawa basa Schiff berdasarkan *base peak*, ion molekuler dan pola fragmentasi. Hasil kromatogram senyawa basa Schiff ditunjukkan pada Gambar 4.3. Hasil karakterisasi senyawa basa Schiff ditunjukkan pada Tabel 4.3.



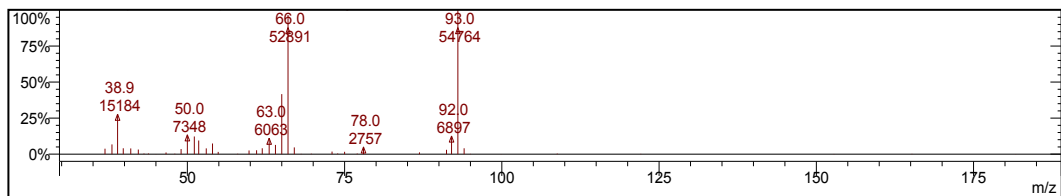
Gambar 4. 3 Hasil kromatogram senyawa basa Schiff

Tabel 4. 3 Hasil karakterisasi KG-SM senyawa basa Schiff

Senyawa	Hasil KG-SM		Ion molekuler (m/z)
	Waktu retensi (menit)	% Area	
Produk	27,985	98,67	182,0
4-formilpiridina	8,478	0,02	107,0
anilina	8,290	1,30	93,0

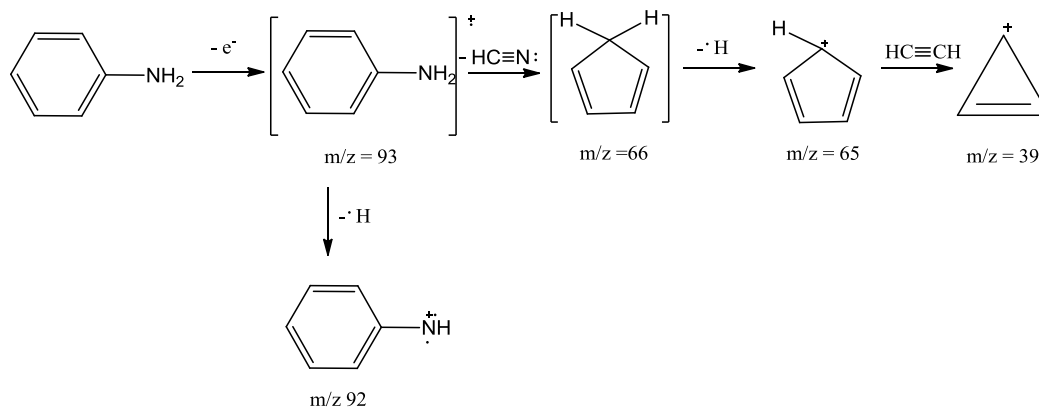
Berdasarkan Gambar 4.3 hasil kromatogram produk dan Tabel 4.3 hasil karakterisasi terlihat 3 puncak berdasarkan waktu retensi dan luas area yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa pada produk hasil sintesis senyawa basa Schiff terkandung tiga senyawa didalamnya. Puncak pertama diduga merupakan reaktan anilina, puncak kedua berupa reaktan 4-formilpiridina, dan puncak ketiga berupa senyawa basa Schiff dengan waktu retensi yang dihasilkan berturut-turut 8,290 menit, 8,478 menit, dan 27,985 menit. Hasil tersebut didasarkan pada perbedaan titik didih yang dimiliki ketiga senyawa. Titik didih reaktan anilina berkisar 177,7 °C, titik didih reaktan 4-formilpiridina berkisar 192,92 °C, dan titik didih senyawa basa Schiff yang berkisar 384,9 °C. Adanya perbedaan tersebut mengindikasikan bahwa semakin besar titik didih suatu senyawa maka waktu retensi yang dihasilkan juga semakin besar dan semakin lama suatu senyawa keluar dari kolom kromatografi gas. Untuk memastikan senyawa baru sudah terbentuk maka dilakukan analisis lanjutan menggunakan SM (*Spektroskopi Massa*) untuk mengidentifikasi struktur kimia senyawa baru.

Puncak pertama yang muncul berupa sisa reaktan yang tidak bereaksi secara sempurna. Puncak tersebut memiliki waktu retensi sebesar 8,290 menit yang diduga merupakan reaktan anilina dengan didapatkan kemurnian sebesar 1,30% . Untuk memastikan bahwa puncak tersebut merupakan sisa reaktan anilina maka dilanjutkan dengan karakterisasi menggunakan spektroskopi massa. Spektra massa dari reaktan anilina ditunjukkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Spekta massa reaktan anilina

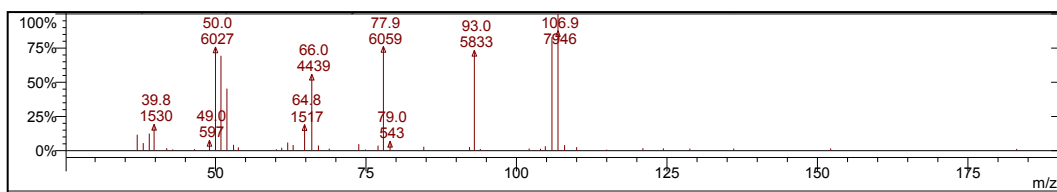
Hasil spektra pada Gambar 4.4 menunjukkan bahwa reaktan memiliki nilai ion molekuler (m/z) sebesar 93 hal ini sesuai dengan berat molekul senyawa anilina secara teoritis. Pada spektra massa reaktan anilina terlihat *base peak* yang berada pada (m/z) 93. Puncak yang menjadi *base peak* merupakan puncak dengan fragmen yang memiliki kelimpahan tertinggi dan kestabilan tertinggi diantara fragmen-fragmen yang terbentuk. Selain *peak* tersebut juga terdapat *peak* lain yang memiliki kelimpahan tertinggi seperti 92, 66, 65, dan 39. Perkiraan pola fragmentasi dari reaktan anilina ditunjukkan pada Gambar 4.5



Gambar 4. 5 Pola fragmentasi reaktan anilina

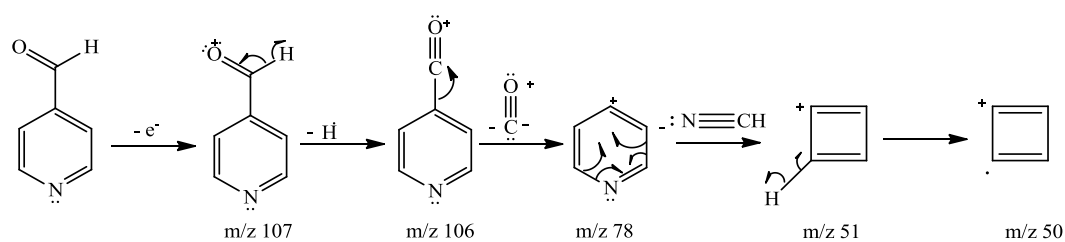
Puncak kedua yang muncul berupa sisa reaktan yang tidak bereaksi secara sempurna. Puncak tersebut memiliki waktu retensi sebesar 8,478 menit yang diduga merupakan reaktan berupa 4-formilpiridina dengan didapatkan kemurnian sebesar 0,02%. Reaktan 4-formilpiridina memiliki berat molekul dan titik didih lebih tinggi dibandingkan anilina sehingga memiliki waktu retensi yang lebih

tinggi. Untuk memastikan bahwa puncak tersebut merupakan sisa reaktan 4-formilpiridina maka dilanjutkan dengan karakterisasi menggunakan Spektroskopi massa. Spektra massa dari reaktan 4-formilpiridina ditunjukkan pada Gambar 4.6

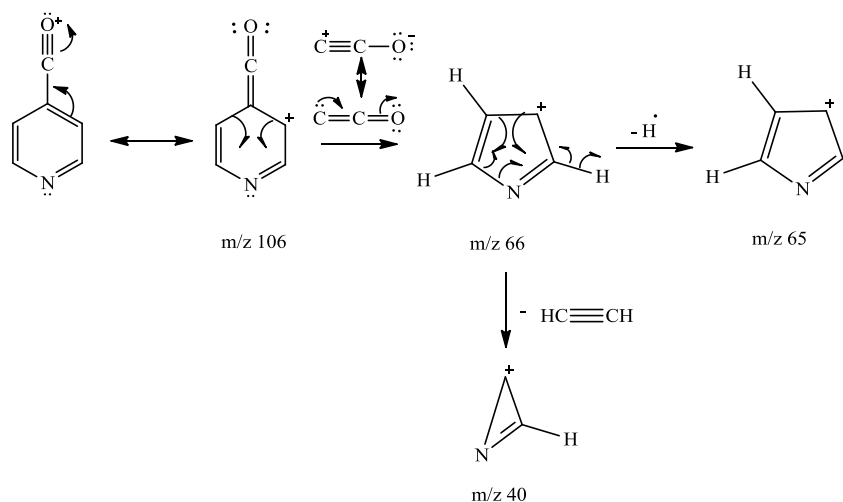


Gambar 4. 6 Spektra massa reaktan 4-formilpiridina

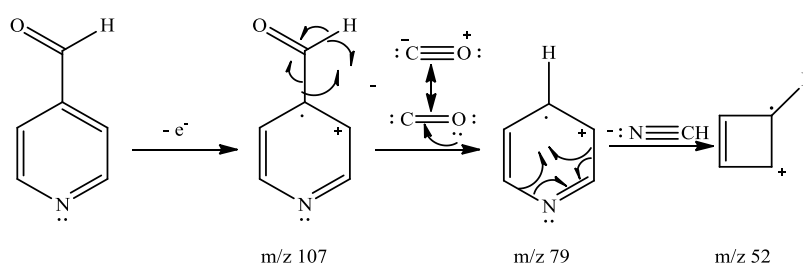
Hasil spektra pada Gambar 4.6 menunjukkan bahwa reaktan memiliki nilai ion molekuler (m/z) sebesar 107 hal ini sesuai dengan berat molekul senyawa 4-formilpiridina secara teoritis. Pada spektra di atas terlihat *base peak* yang berada pada (m/z) 107. Selain *peak* tersebut juga terdapat *peak* lain yang memiliki kelimpahan tertinggi seperti 106, 93, 79, 78, 66, 52, 51 dan 50. Perkiraan pola fragmentasi dari reaktan 4-formilpiridina yang mungkin ditunjukkan Gambar 4.7—4.10.



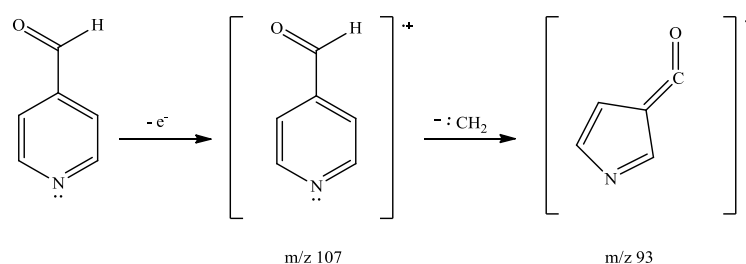
Gambar 4. 7 Pola fragmentasi ke-1 reaktan 4-formilpiridina



Gambar 4. 8 Pola fragmentasi ke-2 reaktan 4-formilpiridina



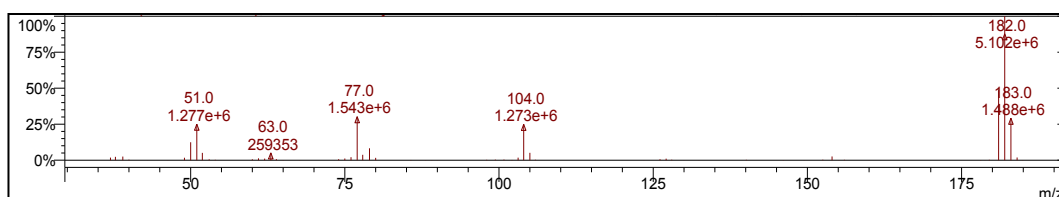
Gambar 4. 9 Pola fragmentasi ke-3 reaktan 4-formilpiridina



Gambar 4. 10 Pola fragmentasi ke-4 reaktan 4-formilpiridina

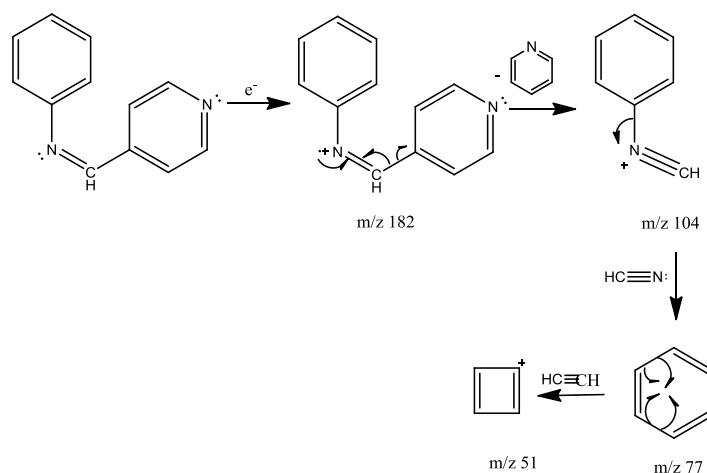
Puncak ketiga diduga merupakan senyawa produk hasil sintesis yang memiliki waktu retensi sebesar 27,985 menit dan kemurnian sebesar 98,67%. Hal ini dikarenakan terdapat sisa reaktan yang tidak bereaksi secara sempurna sehingga mempengaruhi persen kemurnian senyawa baru. Sisa reaktan diduga berasal dari kestabilan senyawa 4-formilpiridina yang rentan terhadap suhu dan cahaya. Senyawa produk hasil sintesis diduga memiliki titik didih yang lebih

tinggi dibandingkan kedua reaktan. Titik didih yang tinggi tersebut dikarenakan senyawa produk hasil sintesis memiliki struktur yang lebih panjang, dimana semakin panjang rantai karbon maka semakin tinggi pula titik didih yang dihasilkan. Sehingga waktu retensi yang dihasilkan juga tinggi. Spektre massa produk hasil sintesis ditunjukkan pada Gambar 4.11.

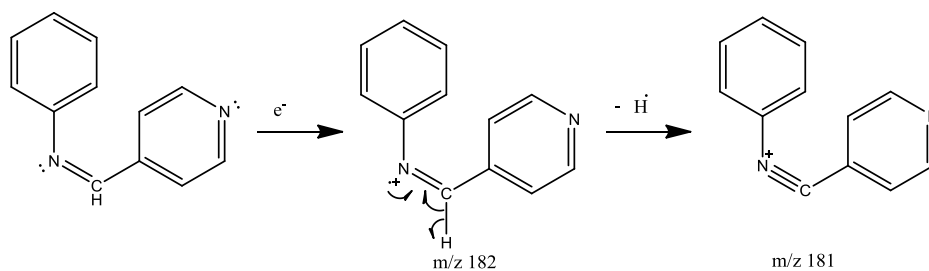


Gambar 4. 11 Spektre massa senyawa produk hasil sintesis

Berdasarkan hasil spektra pada Gambar 4.11 menunjukkan bahwa puncak ketiga diduga merupakan produk hasil sintesis yang memiliki nilai ion molekuler (m/z) sebesar 182 hal ini sesuai dengan berat molekul senyawa baru N-(piridina-4-ilmetilena) anilina secara teoritis. Pada spektra diatas terlihat *base peak* yang berada pada (m/z) 182. Selain *peak* tersebut juga terdapat *peak* lain yang memiliki kelimpahan tertinggi seperti 181, 104, 77 dan 51. Pola fragmentasi yang mungkin dari produk hasil sintesis ditunjukkan Gambar 4.12 dan 4.13.



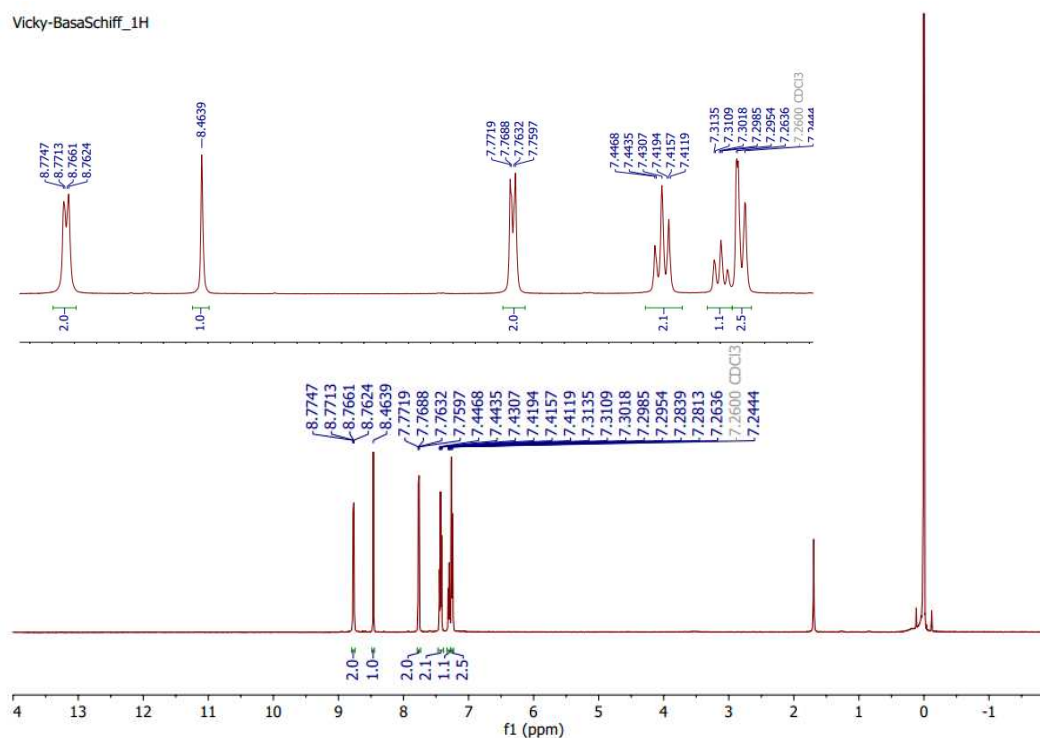
Gambar 4.12 Pola fragmentasi ke-1 N-(piridina-4-ilmetilena) anilina



Gambar 4. 13 Pola fragmentasi ke-2 N-(piridina-4-ilmetilena) anilina

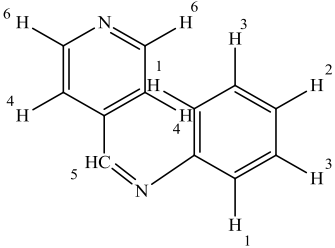
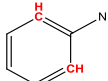
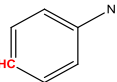
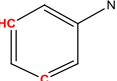
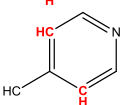
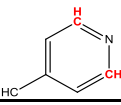
4.4 Karakterisasi Produk Menggunakan $^1\text{H-NMR}$

Karakterisasi $^1\text{H-NMR}$ senyawa basa Schiff N-(piridina-4-ilmetilena) anilina dioperasikan pada frekuensi 500 Mhz menggunakan pelarut CDCl_3 yang bertujuan untuk memberikan informasi yang berhubungan dengan pergeseran kimia, bentuk sinyal dan jumlah proton yang ada pada senyawa. Hasil spektrum senyawa produk hasil sintesis ditunjukkan pada Gambar 4.14 Hasil karakterisasi senyawa produk hasil sintesis ditunjukkan Tabel 4.4.



Gambar 4. 14 Hasil spektrum senyawa produk hasil sintesis

Tabel 4. 4 Hasil karakterisasi senyawa produk hasil sintesis

Kedudukan Proton				
				
Posisi H	Kedudukan atom H	δ (ppm)	Integrasi	Bentuk sinyal
1		7,24 - 7,26	2H	Doublet
2		7,28 - 7,31	1H	Triplet
3		7,41 - 7,44	2H	Triplet
4		7,75 - 7,77	2H	Doublet
5	-N= CH -	8,46	1H	Singlet
6		8,76- 8,77	2H	Doublet

Berdasarkan Tabel 4.4 hasil karakterisasi senyawa produk sintesis terlihat 6 puncak yang muncul berdasarkan lingkungan proton yang dimiliki oleh senyawa baru. Sinyal proton cincin aromatik muncul pada pergeseran 7,24–7,26 ppm (2H, *d*), pergeseran 7,28–7,31 ppm (1H, *t*), dan pergeseran 7,41–7,44 ppm (2H, *t*). Terdapat beberapa sinyal proton yang tumpang tindih pada cincin aromatik akibat adanya proton yang ekuivalen. Puncak singlet tajam yang khas berupa sinyal proton gugus imina berada pada kisaran pergeseran 8,46 (1H, *s*). Kemudian sinyal proton pada pergeseran 7,75–7,77 ppm (2H, *d*) dan 8,76–8,77 ppm (2H, *d*) merupakan sinyal cincin aromatik pada cincin piridina. Sinyal gugus imina dan cincin aromatik pada piridina berada pada pergeseran yang lebih besar atau tidak

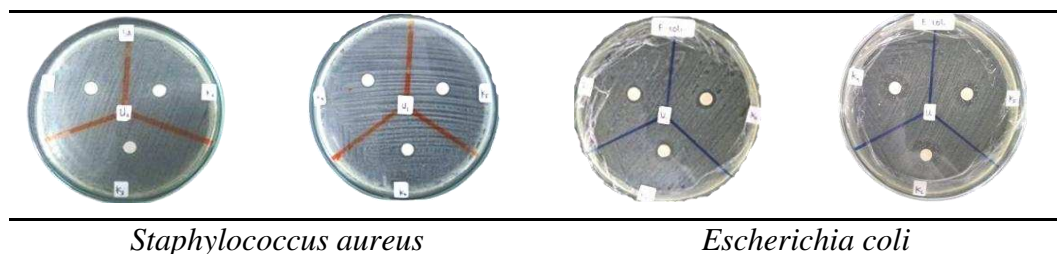
terlindungi karena dipengaruhi oleh adanya cincin aromatik dan atom elektronegatif berupa N sehingga mengakibatkan kerapatan elektron berkurang dan menjadikan proton tidak terlindungi dari medan magnet luar.

Disamping itu, adanya sinyal proton berbentuk singlet yang tajam pada pereseran 0 ppm merupakan TMS (*Tetra Metil Silan*). Menurut Chaurasia dkk., (2019) sinyal proton pada pergeseran 7,26 ppm (1H,s) merupakan sisa dari pelarut CDCl_3 dimana dalam pelarut ini terdapat sedikit CHCl_3 yang menyebabkan munculnya sinyal proton H. Kemudian sinyal proton berbentuk singlet pada pergeseran 1,6 ppm diduga merupakan sinyal dari air yang berasal dari pelarut CDCl_3 . Menurut Jenie dkk., (2014) adanya sinyal air pada pelarut muncul pada pergeseran sekitar 1,5 ppm. Hampir semua pelarut dari NMR mengandung jejak air dan bersifat higroskopis. Selain itu faktor penyimpanan juga berpengaruh terhadap banyaknya kandungan air yang terkandung sehingga kemungkinan serapan ini berasal dari jejak air dalam pelarut, serapan dari atmosfer, dan atau dari faktor penyimpanan.

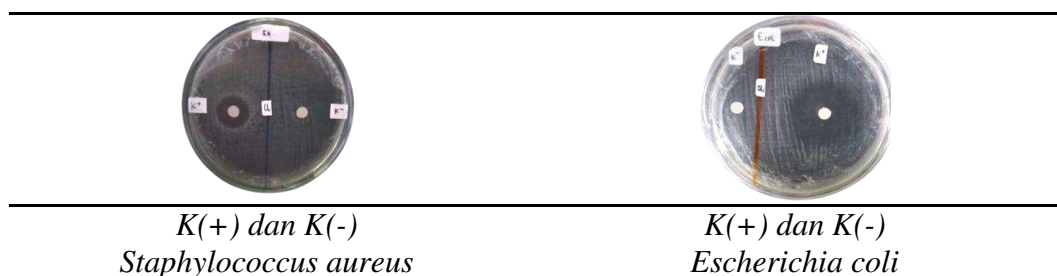
4.5 Antibakteri

Uji aktivitas antibakteri senyawa basa Schiff N-(piridina-4-ilmetilena) anilina menggunakan metode difusi cakram kertas. Metode ini merupakan salah satu metode yang paling sering digunakan untuk mengetahui kepekaan dari suatu antibiotik. Pada penelitian ini digunakan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Pengujian zona hambat dihasilkan dari pengamatan media MHA yang mengandung bakteri setelah inkubasi selama 18 jam (*Staphylococcus aureus*) dan 24 jam (*Escherichia coli*) pada suhu 37 °C. Aktivitas antibakteri

pada senyawa basa Schiff ditunjukkan dengan munculnya zona bening disekitar cakram yang ditunjukkan pada Gambar 4.15 dan 4.16.



Gambar 4. 15 Zona hambat bakteri *Stapylococcus aureus* dan *Escherichia coli*



K(+) dan *K(-)*
Staphylococcus aureus

K(+) dan *K(-)*
Escherichia coli

Gambar 4. 16 Zona hambat kontrol positif dan negatif

Berdasarkan Gambar 4.15 menunjukkan bahwa senyawa basa Schiff termasuk kategori spektrum luas karena bisa menghambat bakteri gram positif dan bakteri gram negatif. Aktivitas antibakteri tersebut disebabkan oleh adanya gugus imina (C=N) pada senyawa basa Schiff yang memiliki elektron bebas pada atom nitrogennya sehingga dapat membentuk ikatan hidrogen dengan pusat aktif sel yang akan mengganggu proses normal sel dan menyebabkan kematian sel (Ismiyarto dkk., 2020; Talip dkk., 2017). Meskipun diameter rata-rata senyawa basa Schiff lebih kecil dibandingkan ciprofloxacin (kontrol positif) namun pada konsentrasi tertinggi pada bakteri *Staphylococcus aureus* dikategorikan dalam hambatan lemah sedangkan pada bakteri *Escherichia coli* dikategorikan dalam hambatan kuat (Davis & Stout, 1971). Zona hambat kontrol positif pada Gambar 4.16 terhadap bakteri *Escherichia coli* lebih besar dibandingkan pada bakteri

Staphylococcus aureus. Menurut Aburawi dkk., (2019) bakteri *Escherichia coli* lebih sensitif terhadap ciprofloxacin kemungkinan disebabkan karena perbedaan fisiologis spesies bakteri dimana fluoroquinolon masuk ke dalam sel bakteri *Escherichia coli* baik dengan cara melintasi membran dan mengakses porin. Sedangkan untuk kontrol negatif menggunakan DMSO dimana berdasarkan Gambar 4.15 tidak menunjukkan adanya aktivitas antibakteri dibuktikan dengan tidak munculnya zona hambat disekitar cakram. Hal ini menunjukkan bahwa pada zona hambat pada variasi konsentrasi senyawa basa Schiff murni bukan dari pelarut yang digunakan. Hasil diameter zona hambat senyawa basa Schiff N-(piridina-4-ilmetilena) anilina terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Hasil uji aktivitas antibakteri senyawa basa Schiff

Bakteri uji	Konsentrasi Basa Schiff (%)	Diameter Zona Hambat (mm)			Rata-rata
		U1	U2	U3	
<i>Staphylococcus aureus</i>	0,15	2,5	2,5	2,5	2,50 ^a
	0,30	3,2	3,2	4,6	3,66 ^b
	0,45	4,5	3,8	4,3	4,20 ^{b,c}
	0,60	4,7	4,2	4,7	4,53 ^{b,c}
	0,75	4,8	4,8	4,8	4,80 ^c
	0,90	4,9	4,9	4,9	4,90 ^c
	Ciprofloxacin 0,15 (+)	13,8	14,8	14,8	14,80
	DMSO (-)	0	0	0	0
<i>Escherichia coli</i>	0,15	2,7	2,3	2,3	2,43 ^a
	0,30	3,4	3,4	6,5	4,43 ^a
	0,45	4,7	3,9	6,6	5,06 ^a
	0,60	8,7	7,6	8,7	8,33 ^b
	0,75	8,9	9,9	9,9	9,56 ^{b,c}
	0,90	12,1	12,1	12,1	12,10 ^c
	Ciprofloxacin 0,15 (+)	28,1	28,1	28,1	28,10
	DMSO (-)	0	0	0	0

Keterangan:

U = Ulangan

(a-c) = Huruf berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata (signifikan) dan huruf sama menunjukkan tidak terdapat adanya perbedaan yang nyata.

Berdasarkan Tabel 4.5 menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi senyawa basa Schiff dihasilkan zona hambat yang besar. Pada bakteri *Staphylococcus aureus* dihasilkan zona hambat sebesar 4,9 mm dan pada bakteri *Escherichia coli* dihasilkan zona hambat sebesar 12,1 mm pada konsentrasi tertinggi. Perbedaan sensitifitas yang dihasilkan disebabkan oleh adanya perbedaan struktur membran sel masing-masing bakteri dilihat dari komponen penyusun membran sel luar dan dinding selnya. Bakteri gram positif dikelilingi oleh dinding sel yang terdiri dari beberapa lapisan peptidoglikan yang membentuk struktur tebal dan kaku sedangkan bakteri gram negatif dikelilingi oleh dinding sel peptidoglikan yang tipis (Silhavy dkk., 2010).

Berdasarkan hasil uji *One Way* ANOVA pada probabilitas 0,05 dengan F tabel sebesar 3,11 menunjukkan hasil yang signifikan sedangkan pada probabilitas 0,01 dengan F tabel 5,06 menunjukkan hasil yang sangat signifikan terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Statistik uji F pada bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* menghasilkan nilai masing-masing sebesar 16,929 dan 39,887 dengan probabilitas (sig.) sebesar 0,000 ($F_{hitung} > F_{tabel}$). Berdasarkan hasil yang telah diperoleh menunjukkan bahwa H_0 ditolak (tidak ada perbedaan yang signifikan pengaruh konsentrasi terhadap zona hambat dan H_1 diterima (minimal ada satu pasang konsentrasi senyawa basa Schiff yang menghasilkan zona hambat yang berbeda signifikan). Oleh karena itu diperlukan uji lanjut berupa uji BNJ (Beda Nyata Jujur). Hasil uji BNJ senyawa basa Schiff terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* terlihat bahwa pada konsentrasi 0,90% dihasilkan zona hambat tertinggi yang berbeda nyata dengan konsentrasi 0,15% dan 0,30% namun tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 0,45%, 0,60%, dan

0,75%. Sedangkan pada konsentrasi 0,15% menghasilkan zona hambat terendah dan berbeda nyata dengan konsentrasi lainnya. Kemudian hasil uji BNT senyawa basa Schiff terhadap bakteri *Escherichia coli* terlihat bahwa pada konsentrasi 0,90% menghasilkan zona hambat tertinggi yang berbeda nyata dengan konsentrasi 0,15, 0,30, 0,45%, dan 0,60% namun tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 0,75%. Sedangkan pada konsentrasi 0,15% menghasilkan zona hambat terendah dan berbeda nyata dengan konsentrasi 0,60%, 0,75%, dan 0,90%, namun tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 0,30% dan 0,45%.

Manusia diciptakan oleh Allah SWT ke atas bumi untuk menjadi khalifah. Untuk mewujudkan posisi tersebut, Allah membekali dengan akal fikiran yang menjadi pembeda dari makhluk lainnya. Di samping itu selain dikaruniai akal juga diberikan hawa nafsu yang bisa menjadikan tidak memperdulikan keadaan disekitarnya. Termasuk pengerusakan yang terjadi baik di darat dan di laut yang dilarang oleh Allah SWT sebagaimana dalam firman-Nya Q.S al A'raf ayat 56:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا ۚ إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ

Artinya:

"Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah (diciptakan) dengan baik. Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat kepada orang yang berbuat kebaikan"

Berdasarkan ayat di atas menunjukkan bahwasannya Allah SWT melarang untuk berbuat kerusakan. Segala sesuatu yang mengarah pada perilaku yang merusak lingkungan hidup akan semakna dengan perbuatan yang mengancam jiwa, akal, harta, nasab, dan agama yang tertuang dalam maqashid syariah. Kemudian Allah SWT telah menjadikannya dalam keadaan baik, serta memerintahkan hamba-hambanya untuk memperbaikinya (Quraish Shihab, 2011).

Berdasarkan pemaparan di atas berarti bahwa sebagai manusia sudah sepatutnya untuk berbuat baik guna mendapatkan rahmat-Nya. Perbuatan baik ini bisa diterapkan dengan menjaga dan merawat lingkungan yang ada disekitar kita. Pada penelitian ini melalui penerapan metode sonikasi dan penggunaan air sebagai pelarut yang termasuk salah satu metode ramah lingkungan diharapkan dapat mengurangi limbah yang dapat merusak lingkungan. Kemudian pemberian akal juga bisa menjadikan motivasi bagi manusia untuk melakukan suatu hal yang bermanfaat baik bagi dirinya sendiri maupun orang lain sebagaimana dalam firman Allah Q.S Ali Imran ayat 190-191:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لآيَاتٍ لِأُولِي الْأَلْبَابِ. الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

Artinya:

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

Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah SWT menguraikan dari sekelumit dari penciptaan-Nya dan memerintahkan agar memikirkannya. Surat Ali Imran ayat 190-191 ini juga membuktikan tentang tauhid, keesaan, dan kekuasaan Allah SWT. Hukum-hukum alam yang melahirkan kebiasaan-kebiasaan, pada hakikatnya ditetapkan dan diatur oleh Allah Yang Maha hidup lagi Qayyum (Maha Menguasai dan Maha Mengelola segala sesuatu) (Shihab, 2002). Selain itu, juga terdapat kata *ulul-albab* yang berarti orang-orang yang memiliki akal murni.

Orang yang mau menggunakan akal pikirannya untuk menganalisa fenomena alam akan dapat sampai kepada bukti yang sangat nyata tentang ke-Esaan dan Kekuasaan Tuhan (Departemen Agama RI, 2010). Berdasarkan hal tersebut sebagai hamba Allah yang dikaruniakan akal sudah sepantasnya kita berpikir guna mencari tahu manfaat dari suatu senyawa. Pemanfaatan Senyawa basa Schiff N-(piridina-4-ilmetilena) anilina sebagai antibakteri merupakan salah satu ikhtiyar dalam upaya mendapatkan kesembuhan. Selain itu, manusia juga diperintahkan untuk mencari obat dari penyakit yang dideritannya karena penciptaan suatu penyakit pasti juga terdapat obatnya. Kemudian Allah SWT menciptakan semua makhluk dengan berpasang-pasangan sesuai dengan firman Allah surat Asy Syu'ara ayat 7 :

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَيْفَ بَدَأْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ

Artinya:

"Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, betapa banyak Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam pasangan (tumbuh-tumbuhan) yang baik?"

Menurut tafsir al Mishbah dalam ayat ini Allah SWT memerintahkan untuk merenungi dan mengamati sebagian ciptaan-Nya agar mendapatkan petunjuk. Kemudian Allah SWT mengeluarkan dari bumi ini beraneka ragam tumbuh-tumbuhan yang mendatangkan manfaat. Semua itu hanya dilakukan oleh Tuhan yang Mahaesa dan Mahakuasa (Shihab, 2002). Merenungi dan mengamati disini bisa dilakukan dengan cara belajar untuk menemukan solusi dari masalah yang ada. Berdasarkan hasil uji antibakteri senyawa basa Schiff N-piridina (4 ilmetilena) anilina dapat diketahui bahwa bisa menghambat bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* sebesar 4,9 dan 12,1 mm.

Berdasarkan kategorinya termasuk dalam zona hambat yang lemah dan kuat. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa basa Schiff memiliki potensi antibakteri sebagai obat dan bermanfaat bagi penderita yang terinfeksi. Akan tetapi segala bentuk penyakit tidak hanya disembuhkan dengan obat saja melainkan ada faktor yang paling menentukan dan berkehendak atas hal itu yaitu Allah SWT.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Hasil rendemen pada waktu sonikasi 8 menit pada sintesis senyawa basa Schiff dari 4-formilpiridina dan anilina sebesar 83,42%.
2. Hasil produk karakterisasi senyawa basa Schiff dari 4-formilpiridina dan anilina memiliki karakter fisik berupa padatan berwarna putih kekuningan dengan titik leleh sebesar 63– 65°C. Hasil karakterisasi senyawa basa Schiff menggunakan FTIR menunjukkan adanya serapan khas gugus imina (C=N) pada bilangan gelombang 1621,46 cm^{-1} . Hasil karakterisasi senyawa basa Schiff menggunakan KG-SM muncul pada waktu retensi 27,985 menit dengan persen kemurnian 98,67% dengan nilai ion molekuler (m/z) sebesar 182,0 yang sesuai dengan berat molekul target senyawa basa Schiff N-(piridina-4-ilmetilena) anilina. Hasil karakterisasi senyawa basa Schiff menggunakan H-NMR menunjukkan adanya sinyal proton gugus imina (-CH=N) pada pergeseran kimia 8,46 (1H, s) yang berbentuk singlet.
3. Hasil uji aktivitas antibakteri senyawa basa Schiff dari 4-formilpiridina dan anilina menunjukkan pada bakteri seperti *Staphylococcus aureus* zona hambat tertinggi pada konsentrasi 0,90% sebesar 4,9 mm yang tergolong lemah sedangkan zona hambat pada bakteri *Escherichia coli* tertinggi pada konsentrasi 0,90% sebesar 12,1 mm yang tergolong kuat.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan karakterisasi ^{13}C -NMR untuk memperkuat hasil ^1H -NMR yang sudah diperoleh.
2. Perlu dilakukan pengompleksan pada senyawa basa Schiff guna meningkatkan zona hambat antibakteri

DAFTAR PUSTAKA

- Aburawi, M. S., Doro, M. B., & Awad, E. A. (2019). Effect of Ciprofloxacin on *S. aureus* and *E. coli* Growth in Presence of Vitamin C Using Cup Cut Diffusion Method. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 7(8).
- Departemen Agama, RI (2010). *Al-Qur'an dan Tafsirnya* (Jilid 2). Lentera Abadi.
- Ahmed, N. S., Alfooty, K. O., & Khalifah, S. S. (2014). An efficient sonochemical synthesis of novel Schiff's bases, thiazolidine, and pyrazolidine incorporating 1,8-naphthyridine moiety and their cytotoxic activity against HePG2 cell lines. *The Scientific World Journal*, 2014.
- Ali, S. Q., Zehra, A., Naqvi, B. S., Shah, S., & Bushra, R. (2010). Resistance pattern of ciprofloxacin against different pathogens. *Oman Medical Journal*, 25(4), 294–298
- Alizade, H., Fallah, F., Ghanbarpour, R., & Goudarzi, H. (2016). Comparison of Disc Diffusion, Broth Microdilution and Modified Hodge Test Susceptibility Testing Of *Escherichia coli* Isolates to Beta-Lactam Antibiotics. *Medical Laboratory Journal*, 10(2), 19–24.
- Ashraf, M. ., Mahmood, K., & Wajid, A. (2011). Synthesis, Characterization, and Biological Activity of Schiff Bases. *International Conference on Chemistry and Chemical Process*, 10, 1–7.
- Bendale, A., Bhatt, R., & Nagar, A. (2011). Schiff Base Synthesis By Unconventional Route: An Innovative Green Approach. *Scholars Research Library*, 3(2), 34–38.
- Bhagat, S., Sharma, N., & Chundawat, T. . (2013). Synthesis of Some Salicylaldehyde-Based Schiff Bases in Aqueous Media. *Journal of Chemistry*.
- Bhusnure, G. O., Pharm, M., Bhusnure, O. G., BVibhute, Y., Giram, P. S., & Vibhute, A. Y. (2015). Innovative Green synthesis of Schiff bases and their Antimicrobial Activity. *Journal of Pharmacy Research*, 99(12), 670–677.
- Bockstael, K., & Van Aerschot, A. (2009). Antimicrobial resistance in bacteria. *Central European Journal of Medicine*, 4(2), 141–155.
- Cappuccino, J. ., & Sherman, N. (2005). *Microbiology: A laboratory Manual*. The Benjamin Cummings Publishing Company. Inc.
- Chaurasia, M., Tomar, D., & Chandra, S. (2019). Synthesis, spectroscopic characterization and DNA binding studies of Cu(II) complex of Schiff base containing benzothiazole moiety. *Journal of Taibah University for Science*,

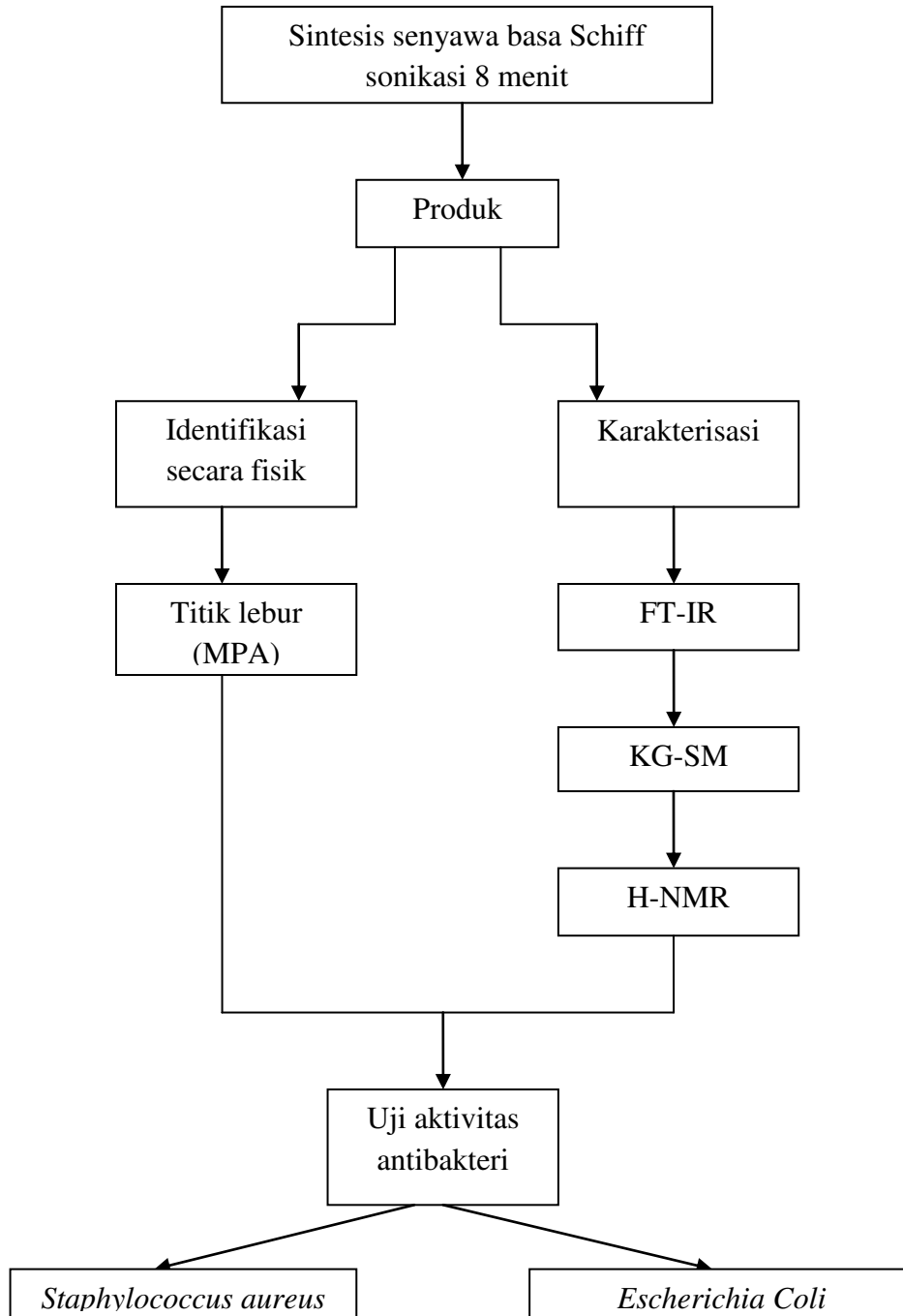
- 13(1), 1050–1059.
- Chemchem, M., Menacer, R., Merabet, N., Bouridane, H., Yahiaoui, S., Moussaoui, S., & Belkhiri, L. (2020). Green synthesis, antibacterial evaluation and QSAR analysis of some isatin Schiff bases. *Journal of Molecular Structure*, 1208
- Da Silva, C. M., Da Silva, D. L., Modolo, L. V., Alves, R. B., De Resende, M. A., Martins, C. V. B., & De Fátima, Â. (2011). Schiff bases: A short review of their antimicrobial activities. *Journal of Advanced Research*, 2(1), 1–8.
- Dachriyanus. (2004). *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi*. Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi Universitas Andalas.
- Davis, W. W., & Stout, T. R. (1971). Disc plate method of microbiological antibiotic assay. II. Novel procedure offering improved accuracy. *Applied microbiology*, 22(4), 666–670. Drozd, J. (1985). Chemical Derivation in Gas Chromatography. *Journal of Chromatography Library*, 19.
- Fessenden, R. J., & Fessenden, J. S. (1982). *Kimia Organik Edisi Ketiga Jilid 2* (Diterjemah). Erlangga.
- Fonkui, T. Y., Ikhile, M. I., Njobeh, P. B., & Ndinteh, D. T. (2019). Benzimidazole Schiff Base Derivatives: Synthesis, Characterization and Antimicrobial Activity. *BMC Chemistry*, 13(1), 1–11.
- Furqoni, A. (2020). Perbandingan Metode Refluks, Penggerusan, Stirring Dan Sonikasi Pada Sintesis Basa Schiff Dari O-Vanilin Dan Anilina. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Furtado, L. B., Santos, P. H. C., Guimarães, M. J. O. C., Nascimento, R. C., Seidl, P. R., Rocha, J. C., & Gomes, J. A. C. P. (2019). *Synthesis, Characterization and Evaluation of Corrosion Inhibition Potencial of a novel Schiff Base for carbon steel in acidic environment*.
- Ismiyarto, I., Novari, S., Ngadiwiyana, N., Sarjono, P. R., & Prasetya, N. B. A. (2020). Modifikasi Kain Aktif Antibakteri Berbasis Komplek Mn(II) Basa Schiff Kitosan–Salisilaldehid. *Jurnal Penelitian Saintek*, 25(1), 11–23.
- Jang, J., Hur, H. G., Sadowsky, M. J., Byappanahalli, M. N., Yan, T., & Ishii, S. (2017). Environmental Escherichia coli: ecology and public health implications—a review. *Journal of Applied Microbiology*, 123(3), 570–581.
- Jawetz. (1995). *Mikologi Kedokteran. Dalam: Mikrobiologi Kedokteran* (20 ed). EGC. Jenie, U. A., Kardono, L. B. S., Hanafi, M., Rumampuk, R. J., & Darmawan, A. (2014). Teknik Modern Spektroskopi NMR: Teori dan Aplikasi dalam Elusidasi Struktur Molekul Organik. In *LIPi Press*.

- Jovianto, A. (2020). *Perbandingan Metode Sintesis Refluks, Penggerusan, Pelarut Air (Stirrer) dan Sonikasi pada Sintesis Senyawa Basa Schiff dari o-Vanilin dan P-anisidina*. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Jubilant Life Sciences. (2022). *Safety Data Sheet*.
- Kumar, P., & Libchaber, A. (2013). Pressure and temperature dependence of growth and morphology of *Escherichia coli*: Experiments and stochastic model. *Biophysical Journal*, 105(3), 783–793.
- Lekha, L., Kanmani Raja, K., Rajagopal, G., & Easwaramoorthy, D. (2014). Schiff base complexes of rare earth metal ions: Synthesis, characterization and catalytic activity for the oxidation of aniline and substituted anilines. *Journal of Organometallic Chemistry*, 753, 72–80.
- Malakyan, M., Babayan, N., Grigoryan, R., Sarkisyan, N., Tonoyan, V., Tadevosyan, D., Matosyan, V., Aroutiounian, R., & Arakelyan, A. (2016). Synthesis, characterization and toxicity studies of pyridinecarboxaldehydes and L-tryptophan derived Schiff bases and corresponding copper (II) complexes [version 1; referees: 2 approved]. *F1000Research*, 5(August).
- Mermer, A., Demirbas, N., Uslu, H., Demirbas, A., Ceylan, S., & Sirin, Y. (2019). Synthesis of Novel Schiff Bases Using Green Chemistry Techniques; Antimicrobial, Antioxidant, Antiurease Activity Screening and Molecular Docking Studies. *Journal of Molecular Structure*, 1181, 412–422.
- Mohamed, M. A. (2016). Sonochemistry (Applications of Ultrasound in Chemical Synthesis and Reactions): A Review Part III. *Az. J. Pharm Sci*, 53.
- Njogu, E. M., Omondi, B., & Nyamori, V. O. (2016). Synthesis, physical and antimicrobial studies of ferrocenyl-N-(pyridinylmethylene)anilines and ferrocenyl-N-(pyridinylmethyl)anilines. *South African Journal of Chemistry*, 69, 51–66. <https://doi.org/10.17159/0379-4350/2016/v69a7>
- Noor, R., Islam, Z., Munshi, S. K., & Rahman, F. (2013). Influence of temperature on *Escherichia coli* growth in different culture media. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 7(2), 899–904.
- Pambayun, R. P., Gardjito, M., Sudarmadji, S., & Rahayu K, K. (2008). Sensitivitas Bakteri Gram Positif Terhadap Katekin Yang Diekstraksi Dari Gambir (*Uncaria Gambir*). *Agritech: Jurnal Fakultas Teknologi Pertanian UGM*, 28(4), 174–179.
- Pavia, L. D., Lampman, M. G., Kriz, S. G., & Vyvyan, R. J. (2001). Introduction to spectroscopy. In *Applied Mechanics and Materials* (Fourth Ed, Vol. 448–453). Department of Chemistry Western Washington University Bellingham, Washington.

- Prasad, A. V. ., Triganaraju, K., Rao, B. ., Usha, Y., Reddy, P. S., & Rao, P. (2013). Synthesis and biological activity of Schiff bases of aminothiazoles. *International Journal Of Innovative Research & Development*, 2(10).
- Premalatha, R., & Santhi, N. (2014). Ultrasonic Assisted Synthesis, Acoustical Property and Antibacterial Activity of Some Schiff Bases. *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy*, 33, 53–64.
- Quraish Shihab, K. M. (2011). *Pendidikan Lingkungan Hidup Dan Implementasinya Dalam Pendidikan Islam (Analisis Surat Al-A'raf Ayat 56-58 Tafsir Al Misbah)*.
- Rachakonda, S., & Cartee, L. (2004). Challenges in Antimicrobial Drug Discovery and the Potential of Nucleoside Antibiotics. *Current Medicinal Chemistry*, 11(6), 775–793.
- Rahmi, Y., Darmawi, D., Abrar, M., Jamin, F., Fakhurrazi, F., & Fahrimal, Y. (2015). Identifikasi Bakteri *Staphylococcus Aureus* Pada Preputium Dan Vagina Kuda (*Equus caballus*) (Identification of *Staphylococcus aureus* in Preputium and Vagina of Horses (*Equus caballus*)). *Jurnal Medika Veterinaria*, 9(2).
- Rao, V. K., Reddy, S. S., Krishna, B. S., Naidu, K. R. M., Raju, C. N., & Ghosh, S. K. (2010). Synthesis of Schiff's Bases in aqueous medium: A Green Alternative Approach with Effective Mass Yield and High Reaction Rates. *Green Chemistry Letters and Reviews*, 3(3), 217–223.
- Richard, Y., & Widodo, D. S. (2014). Elektropolimerisasi Anilin secara Potensiostatik dengan Penambahan Dopan. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 17(1), 12–16.
- Sağlam, A., Uçun, F., & Güçlü, V. (2007). Molecular structures and vibrational frequencies of 2-, 3- and 4-pyridine carboxaldehydes by ab initio Hartree-Fock and density functional theory calculations. *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 67(2), 465–471.
- Salafi, M. I. (2021). *Sintesis basa Schiff dari 4-formilpiridina dan anilina menggunakan metode pengadukan (pelarut air)*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Senbagam, R., Rajarajana, M., Vijayakumar, R., Manikandan, V., Balaji, S., Vanangamudi, G., & Thirunarayanan, G. (2015). Synthesis, Spectral Correlations and Antimicrobial Activities of 2-Pyrimidine Schiff's Bases. *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy*, 53, 154–164.

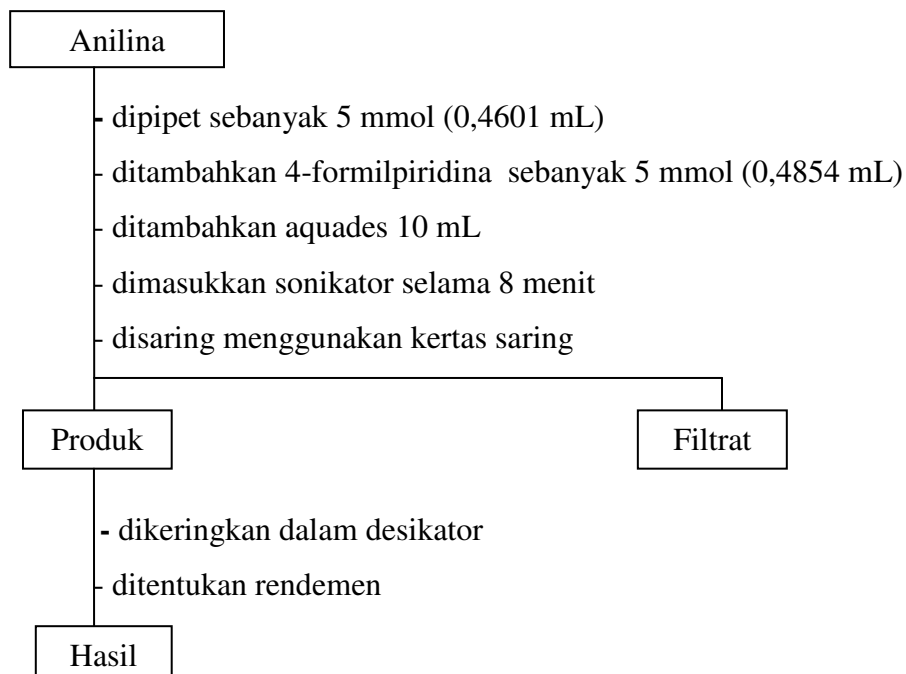
LAMPIRAN

Lampiran 1. Rancangan Penelitian

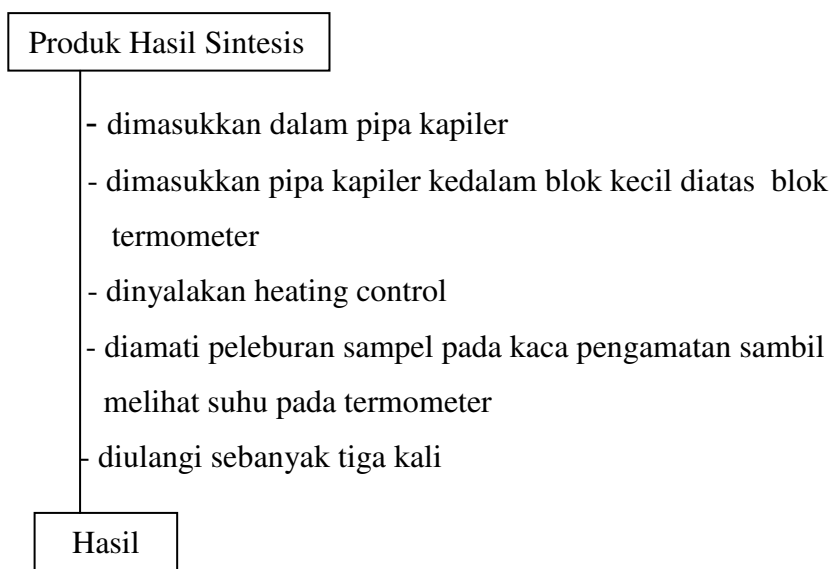


Lampiran 2. Diagram Alir

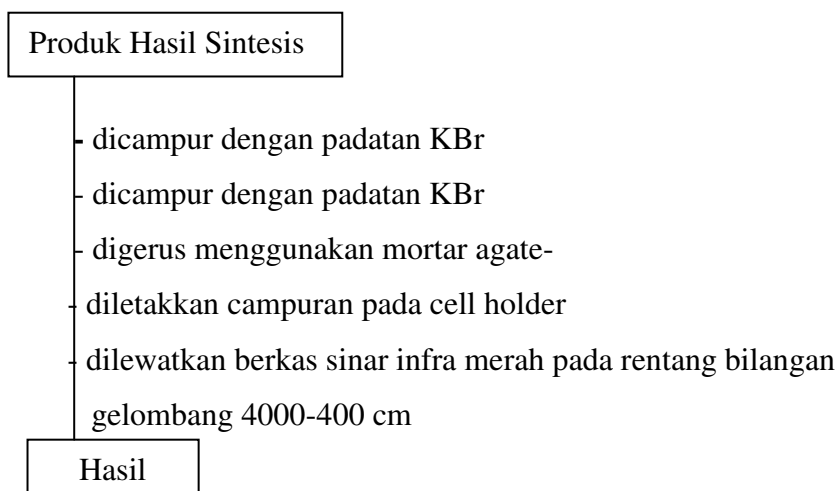
L.2.1 Sintesis senyawa basa Schiff dari 4-Formilpiridin dan anilin menggunakan metode sonikasi dengan waktu 6-8 menit



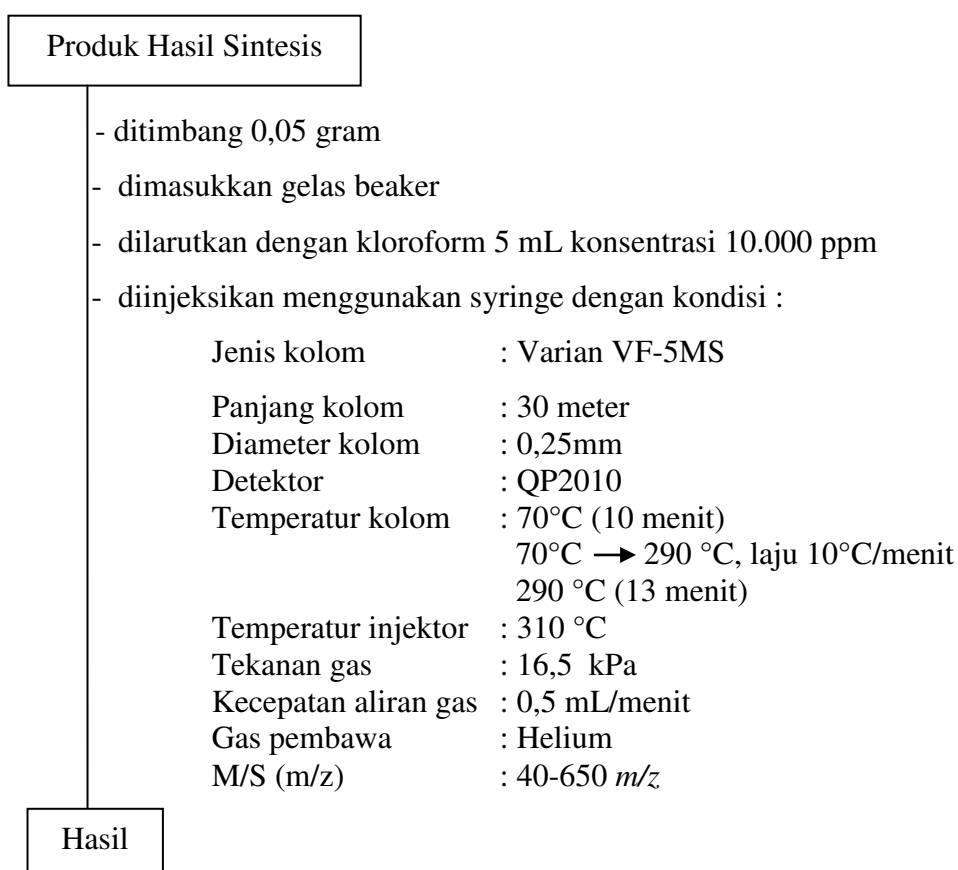
L.2.2 Uji titik lebur produk hasil sintesis menggunakan MPA



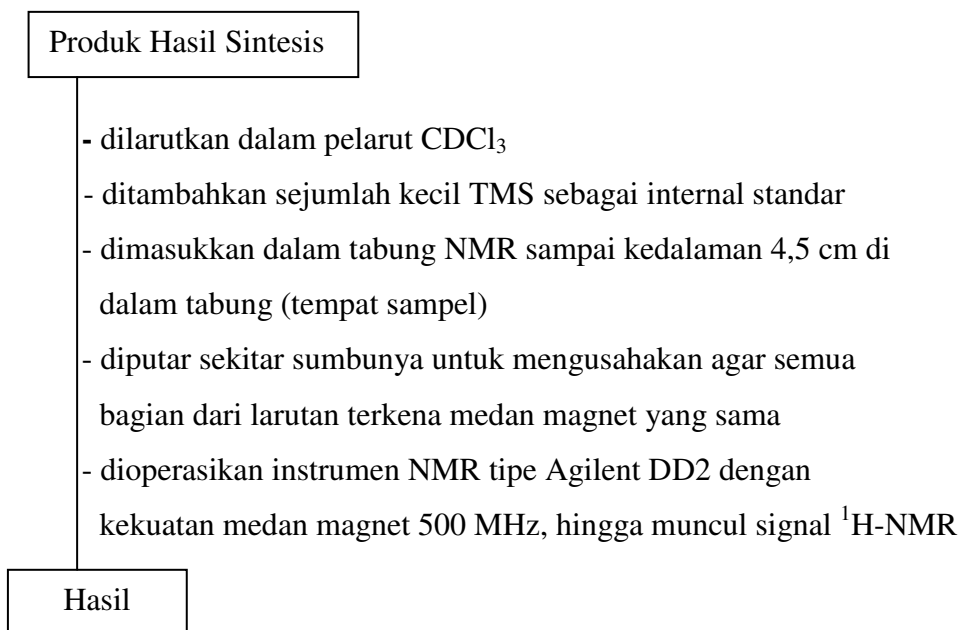
L.2.3 Karakterisasi produk hasil sintesis menggunakan FTIR



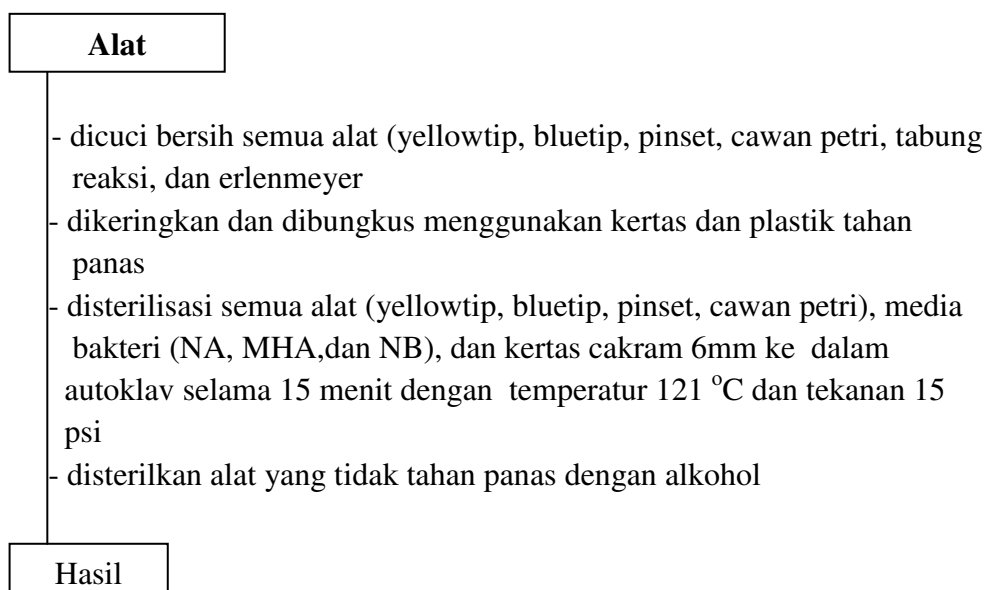
L.2.4 Karakterisasi produk hasil sintesis menggunakan KG-SM



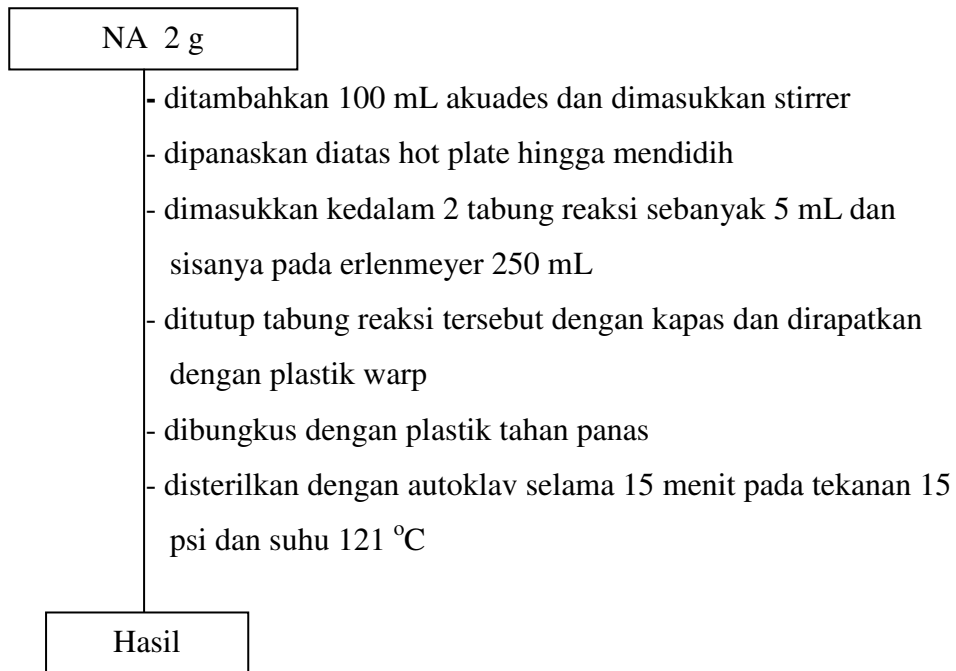
L.2.5 Karakterisasi produk hasil sintesis menggunakan $^1\text{H-NMR}$



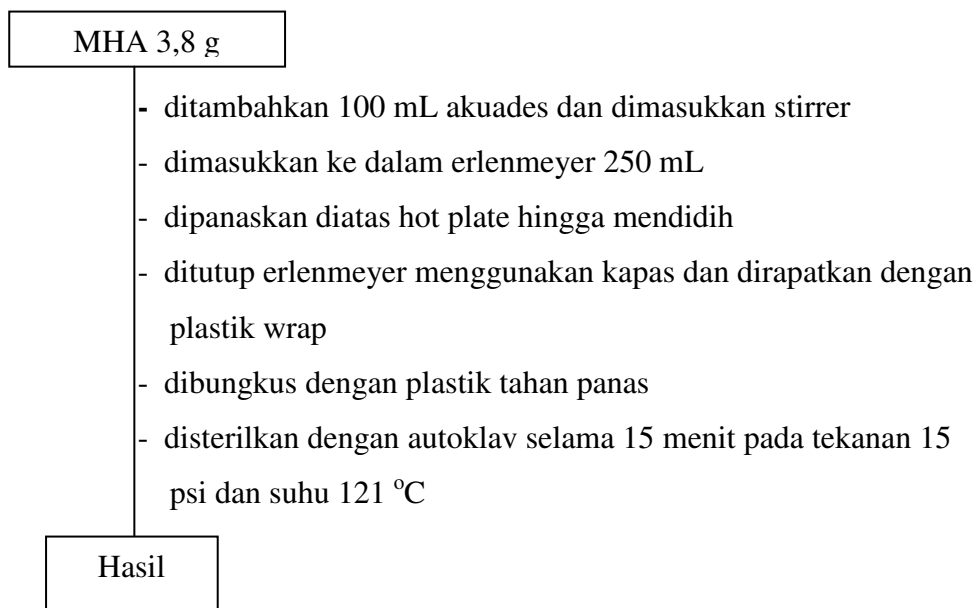
L.2.6 Sterilisasi Alat dan Bahan



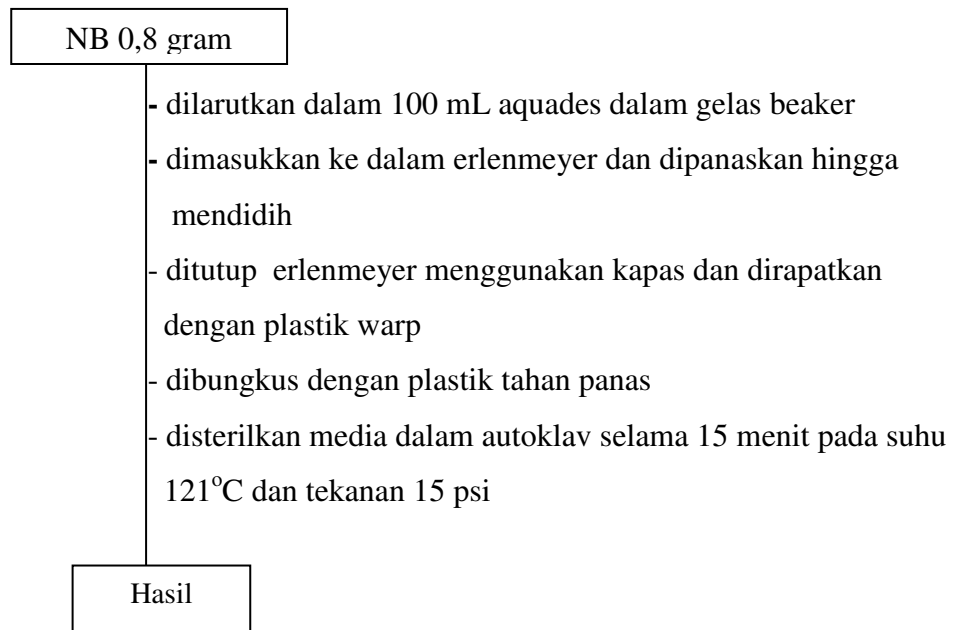
L.2.7 Pembentukan Media NA



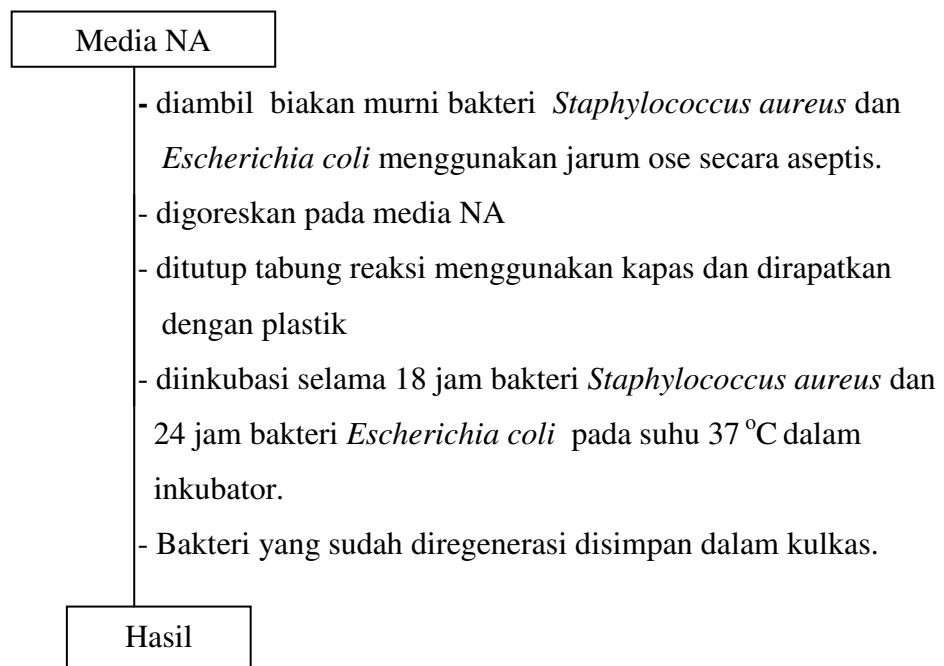
L.2.8 Pembentukan Media MHA



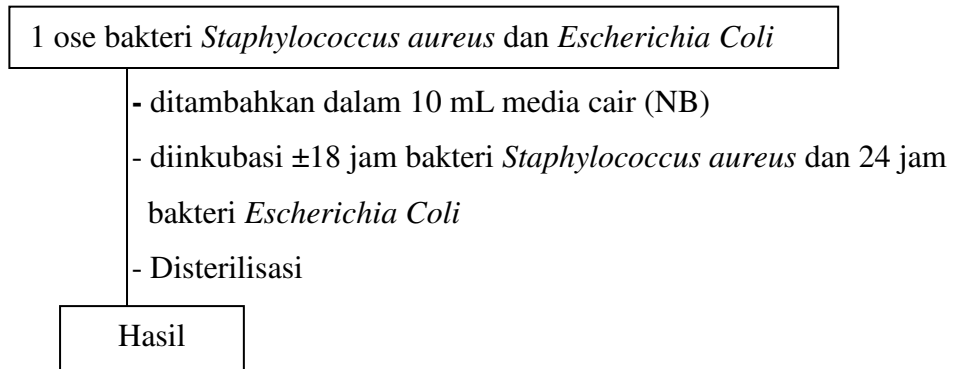
L.2.9 Pembentukan Media NB



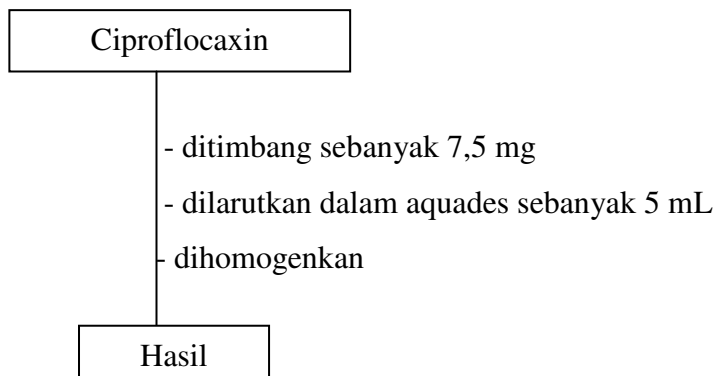
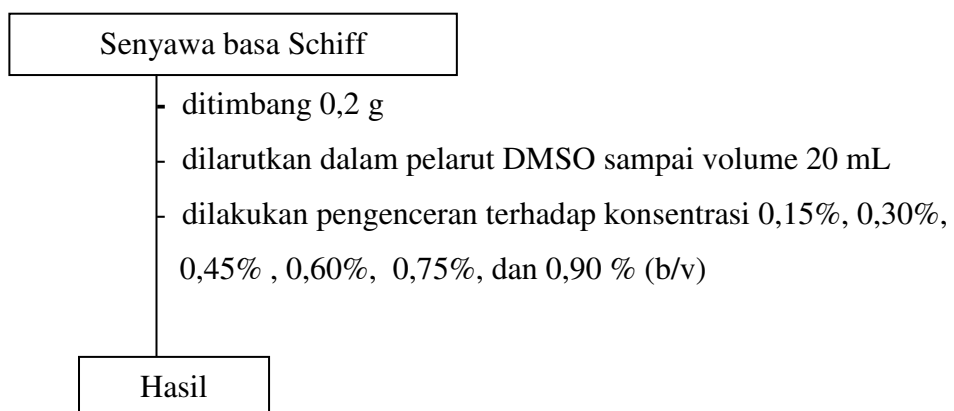
L.2.10 Peremajaan Bakteri



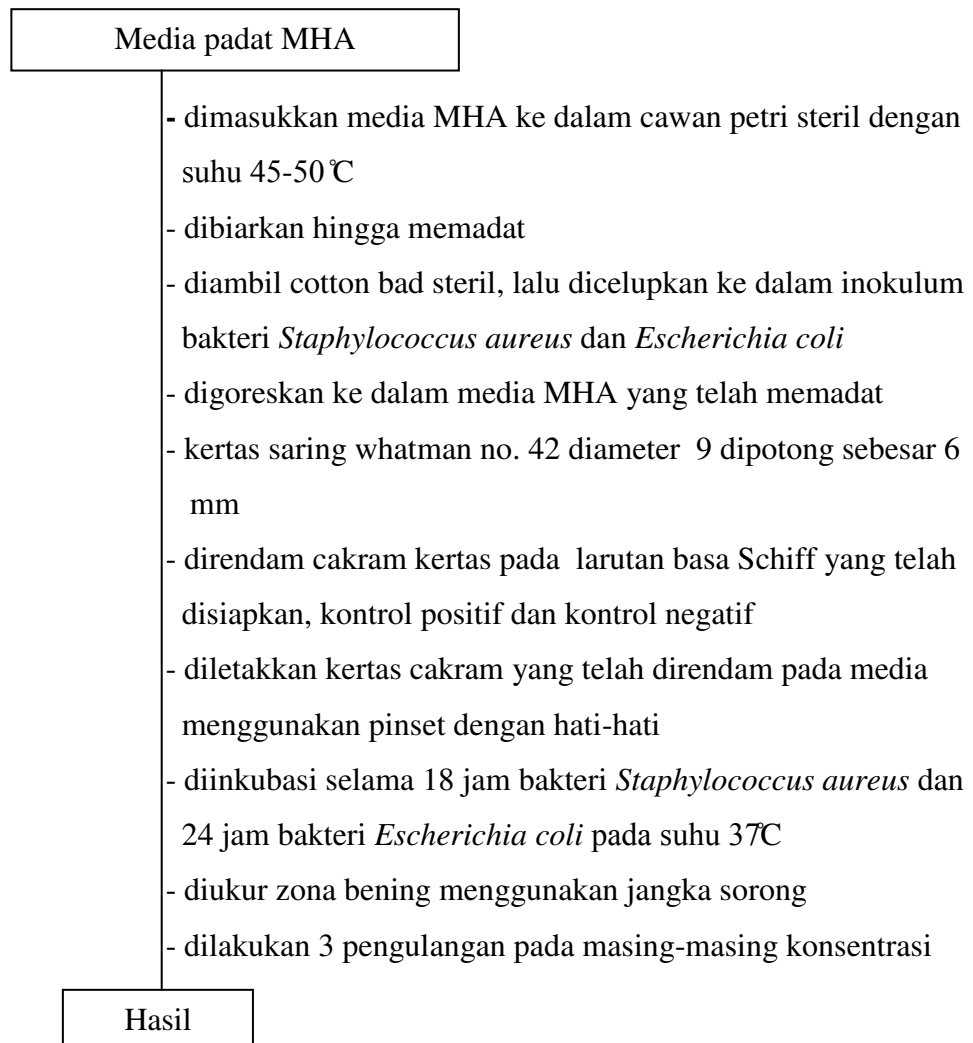
L.2.11 Pembuatan Inokulum Bakteri



L.2.12 Penyiapan larutan uji, kontrol positif dan Kontrol Negatif



L.2.13 Penentuan aktivitas antibakteri



Lampiran 3. Perhitungan

L.3.1 Massa 4- Formilpiridina (97%) yang digunakan (1)

$$\begin{aligned}
 \text{Rumus molekul (1)} &= \text{C}_5\text{H}_4\text{NCHO} \\
 \text{Mol 4 – Formilpiridina (1)} &= 5\text{mmol} = 0,005 \text{ mol} \\
 \text{BM 4 – Formilpiridina (1)} &= 107,11 \text{ g/mol} \\
 \text{Massa 4 – Formilpiridina (1)} &= \text{Mol} \times \text{Berat Molekul} \\
 &= 0,005 \text{ mol} \times 107,11 \text{ g/mol} \\
 &= 0,53555 \text{ g}
 \end{aligned}$$

Massa yang ditimbang :

$$\begin{aligned}
 \frac{97 \text{ g}}{100 \text{ g}} &= \frac{\text{massa yang dibutuhkan}}{\text{massa yang ditimbang}} \\
 \frac{97 \text{ g}}{100 \text{ g}} &= \frac{0,5355 \text{ g}}{\text{massa yang ditimbang}} \\
 \text{massa yang ditimbang} &= \frac{100 \text{ g} \times 0,5355 \text{ g}}{97 \text{ g}} \\
 &= 0,5520 \text{ g}
 \end{aligned}$$

Volume yang dipipet :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume yang dipipet} &= \frac{\text{Massa yang ditimbang}}{\text{Densitas}} \\
 &= \frac{0,5520 \text{ g}}{1,137 \text{ gr/mL}} \\
 &= 0,4854 \text{ mL}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 \text{Rumus molekul (2)} &= \text{C}_6\text{H}_7\text{N} \\
 \text{Mol anilina (2)} &= 5 \text{ mmol} = 0,005 \text{ mol} \\
 \text{BM anilina (2)} &= 93,13 \text{ g/mol} \\
 \text{Massa anilina (2)} &= \text{Mol} \times \text{Berat Molekul} \\
 &= 0,005 \text{ mol} \times 93,13 \text{ g/mol} \\
 &= 0,46565 \text{ g}
 \end{aligned}$$

Massa yang ditimbang :

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

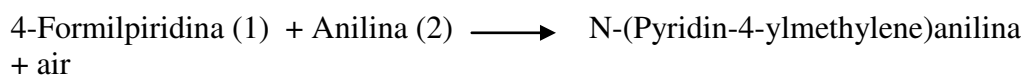
$$\frac{99 \text{ g}}{100 \text{ g}} = \frac{0,4656 \text{ g}}{\text{massa yang ditimbang}}$$

$$\begin{aligned} \text{massa yang ditimbang} &= \frac{100 \text{ g} \times 0,4656 \text{ g}}{99 \text{ g}} \\ &= 0,4703 \text{ g} \end{aligned}$$

Volume yang dipipet :

$$\begin{aligned} \text{Volume yang dipipet} &= \frac{\text{massa yang ditimbang}}{\text{Densitas}} \\ &= \frac{0,4703 \text{ g}}{1,022 \text{ gr/mL}} \\ &= 0,4601 \text{ mL} \end{aligned}$$

L.3.2 Perhitungan Stoikiometri Massa Senyawa yang diharapkan terbentuk



Reaksi	Senyawa (1)	Senyawa (2)	Senyawa (3)
Mula-mula	0,005 mol	0,005 mol	-
Bereaksi	0,005 mol	0,005 mol	0,005 mol
Setimbang	-	-	0,005 mol

$$\text{Rumus molekul senyawa (3)} = \text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{N}_2$$

$$\text{BM senyawa (3)} = 182,22 \text{ g/mol}$$

$$\text{Mol senyawa (3)} = 0,005 \text{ mol}$$

$$\text{Massa Senyawa (3)} = \text{BM Senyawa (3)} \times \text{Mol Senyawa (3)}$$

$$= 182,22 \text{ g/mol} \times 0,005 \text{ mol}$$

$$= 0,9111 \text{ gram}$$

L.3.4 Perhitungan (%) Rendemen Produk Hasil Sintesis

$$\begin{aligned}
 \% \text{Rendemen} &= \frac{\text{massa produk}}{\text{massa teoritis}} \times \% \text{ Luas Area} \\
 &= \frac{0,7601}{0,9111} \times 100 \% \\
 &= 83,42 \%
 \end{aligned}$$

L.3.5 Perhitungan Kemurnian Produk hasil sintesis menggunakan KG-SM

$$\begin{aligned}
 \% \text{Kemurnian Produk} &= \frac{\text{Luas area senyawa}}{\text{Luas area total senyawa}} \times \% \text{ Luas Area} \\
 &= \frac{20346008}{20619492} \times 100 \% \\
 &= 98,67
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \% \text{Kemurnian 4 – formilpiridina} &= \frac{\text{Luas area senyawa}}{\text{Luas area total senyawa}} \times \% \text{ Luas Area} \\
 &= \frac{4470}{20619492} \times 100 \% \\
 &= 0,02 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \% \text{Kemurnian Anilina} &= \frac{\text{Luas area senyawa}}{\text{Luas area total senyawa}} \times \% \text{ Luas Area} \\
 &= \frac{269014}{20619492} \times 100 \% \\
 &= 1,30 \%
 \end{aligned}$$

L.3.5 Pembuatan Konsentrasi larutan senyawa basa Schiff (% b/v)

Larutan Stok 1% (10.000 ppm) dalam 20 mL

$$\frac{1g}{100 mL} = \frac{x}{20 mL}$$

$$100 mL \cdot x = 1g \cdot 20mL$$

$$100 mL \cdot x = 20g/mL$$

$$x = \frac{20g/mL}{100 mL}$$

$$x = 0,2g$$

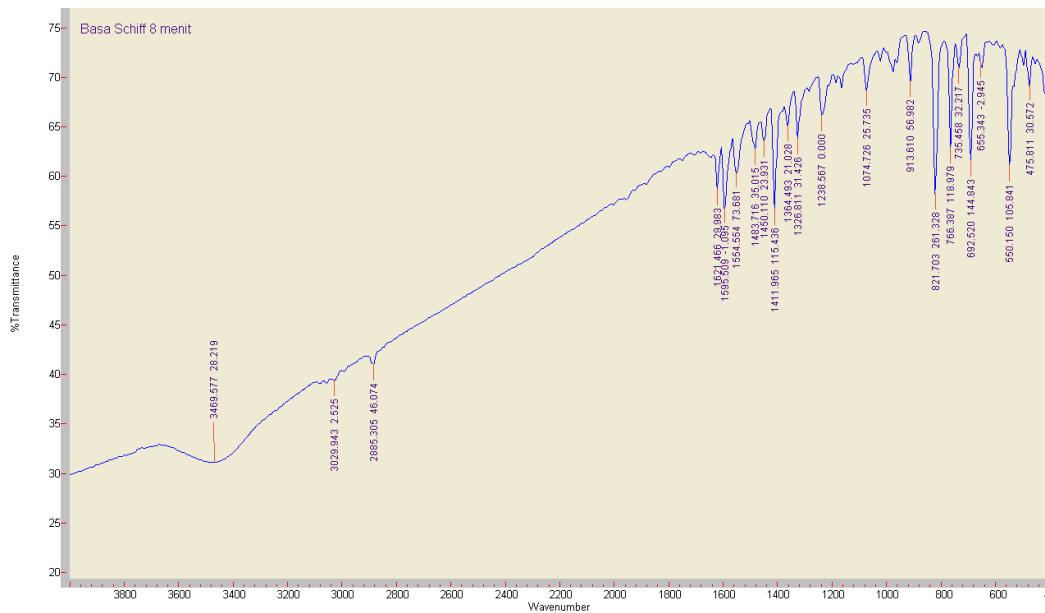
Dibuat larutan stok 1% dengan melarutkan 0,2 gram basa Schiff dalam pelarut DMSO sampai volume 20 mL yang digunakan untuk variasi konsentrasi 0,90%, 0,75%, 0,60 %, 0,45%, 0,30%, dan 0,15 %.

<p>konsentrasi 0,75% $M1 \cdot V1 = M2 \cdot V2$ $1\% \cdot V1 = 0,75\% \cdot 5mL$ $V1 = 3,75 mL$</p> <p>Jadi 3,75 mL larutan stok 1% basa Schiff dilarutkan dalam pelarut DMSO sampai volume 5 mL</p>	<p>konsentrasi 0,60 % $M1 \cdot V1 = M2 \cdot V2$ $1\% \cdot V1 = 0,60\% \cdot 5mL$ $V1 = 3 mL$</p> <p>Jadi 3 mL larutan stok 1% basa Schiff dilarutkan dalam pelarut DMSO sampai volume 5 mL</p>
<p>konsentrasi 0,45% $M1 \cdot V1 = M2 \cdot V2$ $1\% \cdot V1 = 0,45\% \cdot 5mL$ $V1 = 2,25 mL$</p> <p>Jadi 2,25 mL larutan stok 1% basa Schiff dilarutkan dalam pelarut DMSO sampai volume 5 mL</p>	<p>konsentrasi 0,30% $M1 \cdot V1 = M2 \cdot V2$ $1\% \cdot V1 = 0,30\% \cdot 5mL$ $V1 = 1,5 mL$</p> <p>Jadi 1,5 mL larutan stok 1% basa Schiff dilarutkan dalam pelarut DMSO sampai volume 5 mL</p>
<p>konsentrasi 0,15% $M1 \cdot V1 = M2 \cdot V2$ $1\% \cdot V1 = 0,15\% \cdot 5mL$ $V1 = 0,75 mL$</p> <p>Jadi 0,75 mL larutan stok 1% basa Schiff dilarutkan dalam pelarut DMSO sampai volume 5 mL</p>	

Lampiran 4. Hasil Karakterisasi

L.4.1 Hasil Karakterisasi FTIR

L.4.1.1 Hasil Karakterisasi Produk Hasil Sintesis sonikasi



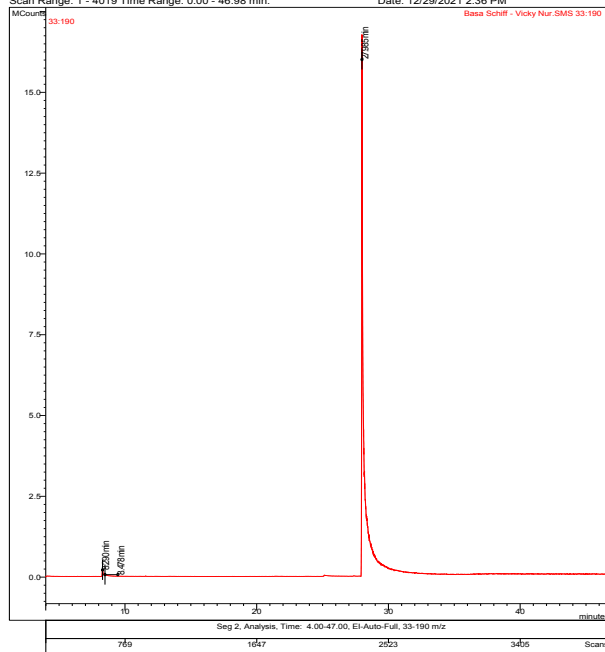
L.4.2 Hasil Karakterisasi KG-SM

L.4.2.1 Hasil Karakterisasi KG Produk Hasil Sintesis sonikasi 8 menit

Chromatogram Plot

File: c:\varianws\data_xyz\analisa\basa schiff - vicky nur.sms
 Sample:
 Scan Range: 1 - 4019 Time Range: 0.00 - 46.98 min.

Operator: mei
 Date: 12/29/2021 2:36 PM



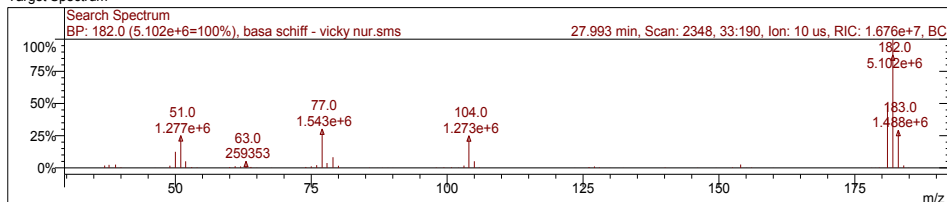
Target Compounds

Cmpd. Number	RT (min)	Peak Name	Area	Amount/RF
1	8.290	senyawa 1	269014	269014
2	8.478	senyawa 2	4470	4470
3	27.985	senyawa 3	2.035e+7	20346008

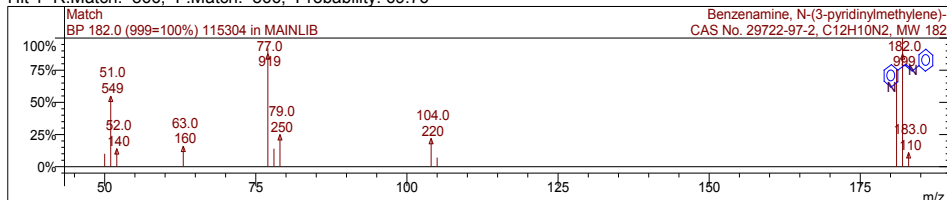
L.4.2.2 Hasil Karakterisasi MS Produk Hasil Sintesis sonikasi 8 menit

Best 7 Hits of Search NIST Libraries for Spectrum

Target Spectrum

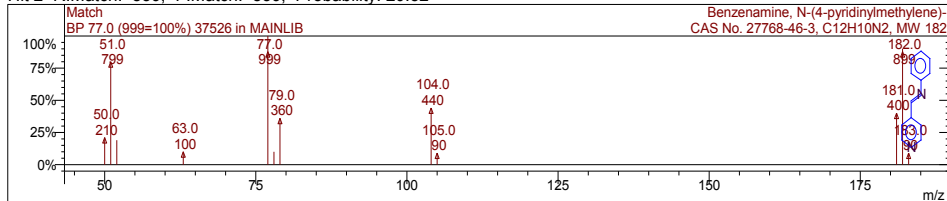


Hit 1 R.Match: 866, F.Match: 866, Probability: 69.76



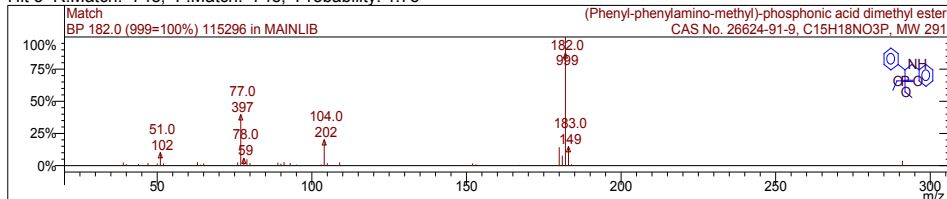
Spectrum 115304 from MAINLIB Library
Name: Benzenamine, N-(3-pyridinylmethylene)-
Pair Count: 12 MW: 182 Formula: C₁₂H₁₀N₂
CAS No: 29722-97-2 Acquired Range: 50.0 - 183.0 m/z

Hit 2 R.Match: 839, F.Match: 839, Probability: 20.52



Spectrum 37526 from MAINLIB Library
Name: Benzenamine, N-(4-pyridinylmethylene)-
Pair Count: 12 MW: 182 Formula: C₁₂H₁₀N₂
CAS No: 27768-46-3 Acquired Range: 50.0 - 183.0 m/z

Hit 3 R.Match: 748, F.Match: 748, Probability: 1.73

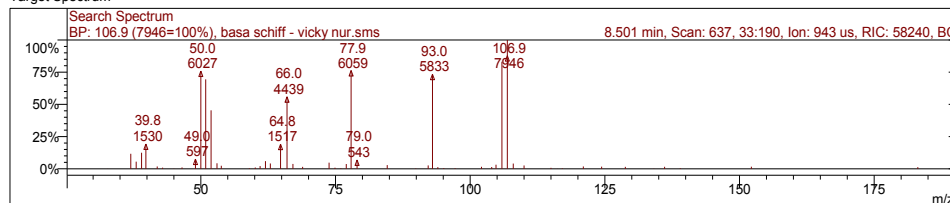


Spectrum 115296 from MAINLIB Library
Name: (Phenyl-phenylamino-methyl)-phosphonic acid dimethyl ester
Pair Count: 154 MW: 291 Formula: C₁₅H₁₈NO₃P
CAS No: 26624-91-9 Acquired Range: 33.0 - 293.0 m/z

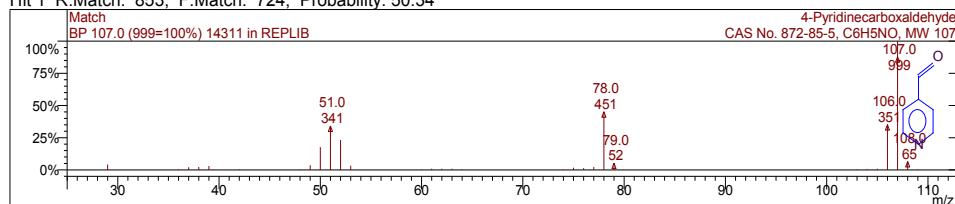
L.4.2.3 Hasil Karakterisasi reaktan 4-formilpiridina

Best 2 Hits of Search NIST Libraries for Spectrum

Target Spectrum



Hit 1 R.Match: 853, F.Match: 724, Probability: 50.34



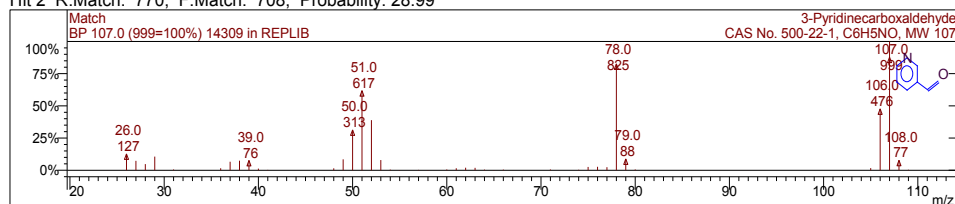
Spectrum 14311 from REPLIB Library

Name: 4-Pyridinecarboxaldehyde

Pair Count: 30 MW: 107 Formula: C₆H₅NO

CAS No: 872-85-5 Acquired Range: 29.0 - 109.0 m/z

Hit 2 R.Match: 770, F.Match: 708, Probability: 28.99



Spectrum 14309 from REPLIB Library

Name: 3-Pyridinecarboxaldehyde

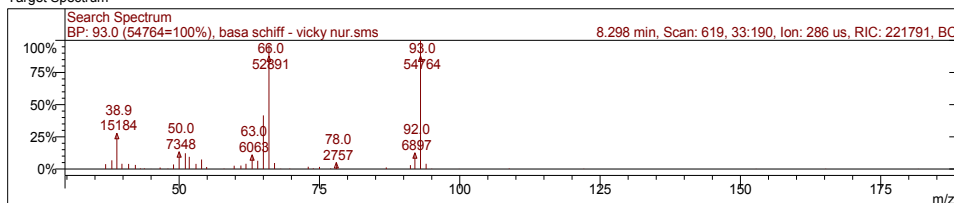
Pair Count: 62 MW: 107 Formula: C₆H₅NO

CAS No: 500-22-1 Acquired Range: 24.0 - 110.0 m/z

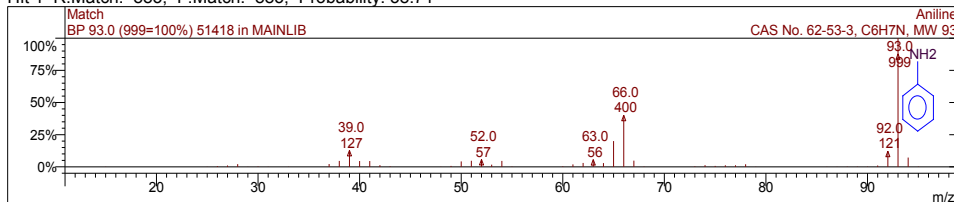
1.4.2.4 Hasil Karakterisasi reaktan anilina

Best 10 Hits of Search NIST Libraries for Spectrum

Target Spectrum



Hit 1 R.Match: 883, F.Match: 883, Probability: 38.71



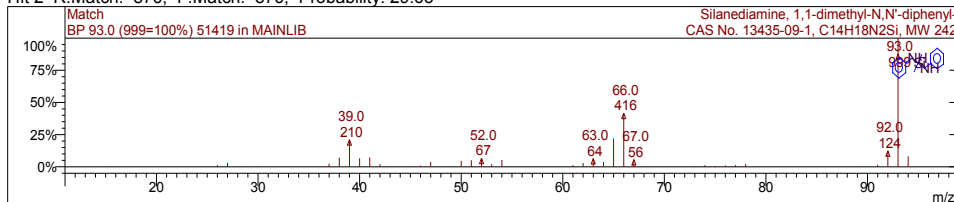
Spectrum 51418 from MAINLIB Library

Name: Aniline

Pair Count: 50 MW: 93 Formula: C6H7N

CAS No: 62-53-3 Acquired Range: 15.0 - 95.0 m/z

Hit 2 R.Match: 876, F.Match: 876, Probability: 29.65



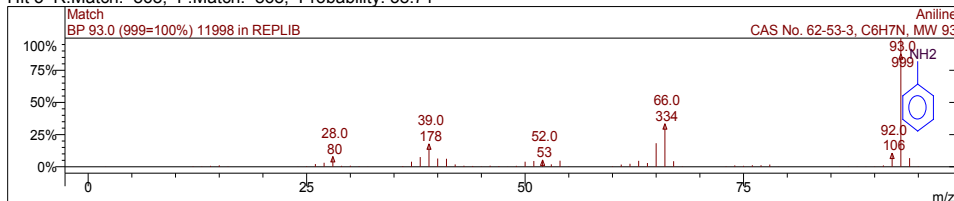
Spectrum 51419 from MAINLIB Library

Name: Silanediamine, 1,1-dimethyl-N,N'-diphenyl-

Pair Count: 45 MW: 242 Formula: C14H18N2Si

CAS No: 13435-09-1 Acquired Range: 15.0 - 95.0 m/z

Hit 3 R.Match: 868, F.Match: 868, Probability: 38.71



Spectrum 11998 from REPLIB Library

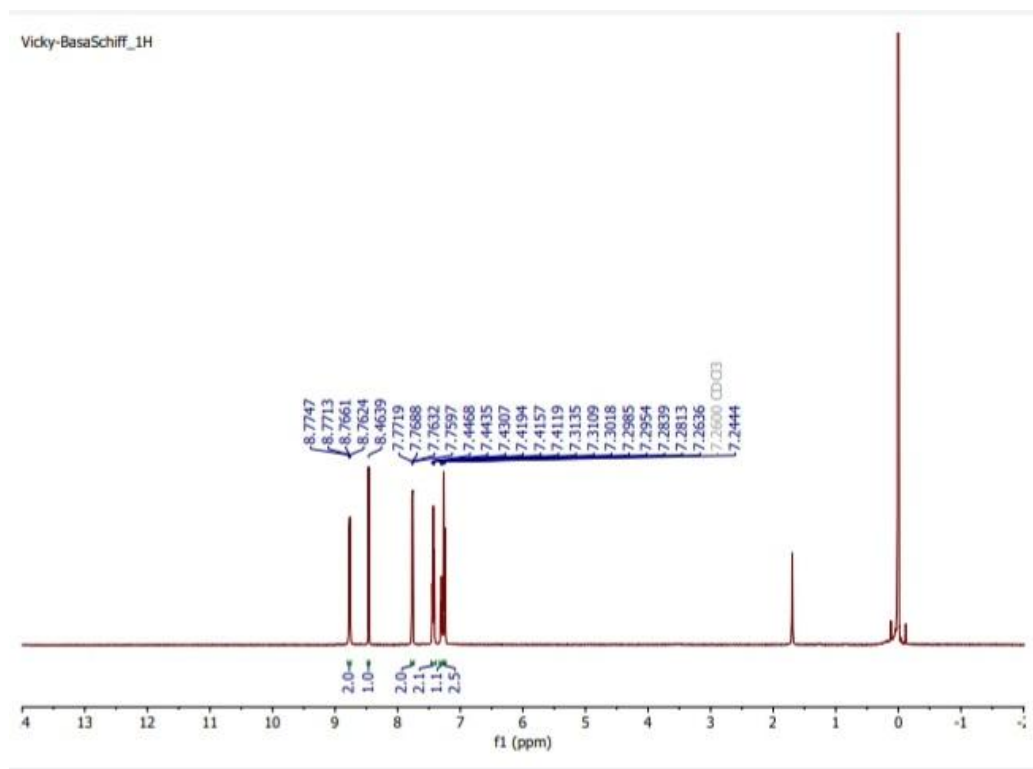
Name: Aniline

Pair Count: 61 MW: 93 Formula: C6H7N

CAS No: 62-53-3 Acquired Range: 2.0 - 95.0 m/z

L.4.3 Hasil Karakterisasi H-NMR

L. 4.3.1 Hasil Karakterisasi Produk Hasil Sintesis sonikasi 8 menit



Lampiran 5. Hasil Analisis Uji One Way Anova

L.5.1 Bakteri *Staphylococcus aureus*

ANOVA

ZonaHambat

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	12,227	5	2,445	16,929	,000
Within Groups	1,733	12	,144		
Total	13,960	17			

ZonaHambat

		Subset for alpha = 0.05			
	Konsentrasi	N	1	2	3
Tukey HSD ^a	0,15%	3	2,5000		
	0,30%	3		3,6667	
	0,45%	3		4,2000	4,2000
	0,60%	3		4,5333	4,5333
	0,75%	3			4,8000
	0,90%	3			4,9000
	Sig.			1,000	,126

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

ZonaHambat

Tukey HSD^a

		Subset for alpha = 0.01	
Konsentrasi	N	1	2
0,15%	3	2,5000	
0,30%	3	3,6667	3,6667
0,45%	3		4,2000
0,60%	3		4,5333
0,75%	3		4,8000
0,90%	3		4,9000
Sig.		,025	,018

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

L.5.2 Bakteri *Escherichia coli*

ANOVA

Zonahambat

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	196,664	5	39,333	39,887	,000
Within Groups	11,833	12	,986		
Total	208,498	17			

Zonahambat

Tukey HSD^a

Konsentrasi	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
0,15%	3	2,4333		
0,30%	3	4,4333		
0,45%	3	5,0667		
0,60%	3		8,3333	
0,75%	3		9,5667	9,5667
0,90%	3			12,1000
Sig.		,060	,659	,074

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Zonahambat

Tukey HSD^a





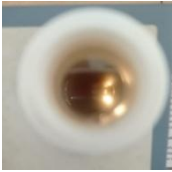



Konsentrasi	N	Subset for alpha = 0.01			
		1	2	3	4
0,15%	3	2,4333			
0,30%	3	4,4333			
0,45%	3	5,0667	5,0667		
0,60%	3		8,3333	8,3333	
0,75%	3			9,5667	9,5667
0,90%	3				12,1000
Sig.		,060	,016	,659	,074

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.





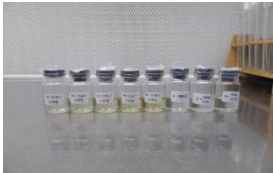

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Lampiran 6. Dokumentasi

L.6.1 Sintesis senyawa basa Schiff Sonikasi 8 menit

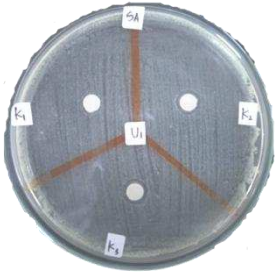




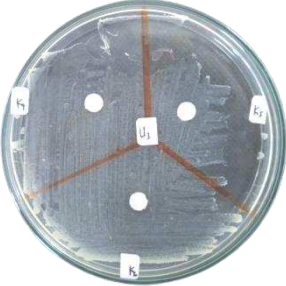
			
4-Formilpiridina	Anilina	Sonikasi 8 menit	Produk
			
Titik lebur MPA	FT-IR	KG-SM	$^1\text{H-NMR}$

L.6.2 Uji aktivitas Antibakteri



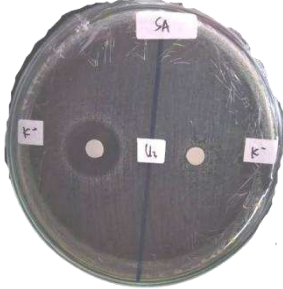
			
Sterilisasi	Pembuatan media	Peremajaan	Inokulasi
			
Konsentrasi senyawa	Uji aktivitas di laf		

L.6.3 Zona Hambat Bakteri *Staphylococcus aureus*

L.6.3.1 Zona hambat senyawa basa Schiff

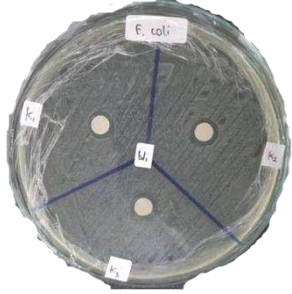
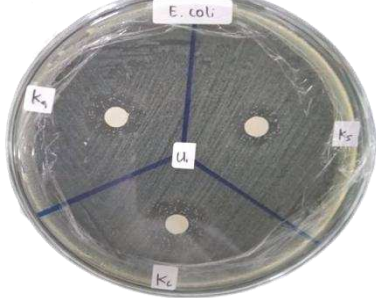
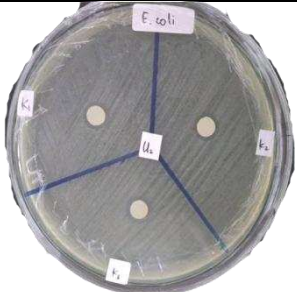
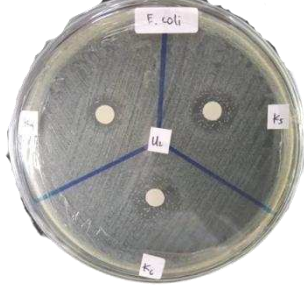
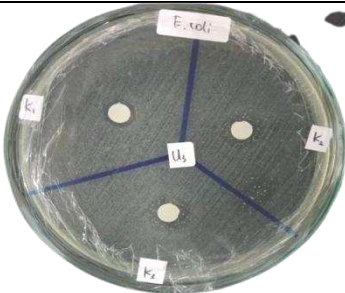
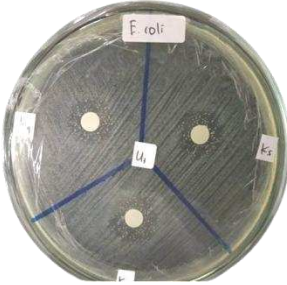
	Konsentrasi %	
	0,15, 0,30,0,45	0,60 , 0,75, 0,90
U1		
U2		
U3		

L.6.3.2 Zona hambat ciprofloxacin (kontrol positif)

U1	U2	U3
		

L.6.4 Zona Hambat Bakteri *Escherichia coli*

L.6.4.1 Zona hambat senyawa basa Schiff

	Konsentrasi %	
	0,15, 0,30,0,45	0,60 , 0,75, 0,90
U1		
U2		
U3		

L.6.4.2 Zona hambat ciprofloxacin (kontrol positif)

U1	U2	U3
