UJI TOKSISITAS SENYAWA BASA SCHIFF HASIL SINTESIS DARI VANILIN DAN 2-AMINOBENZOTIAZOL MENGGUNAKAN METODE PENGGERUSAN

SKRIPSI

Oleh:
MOKHAMMAD RIDHO MAULANA
NIM. 18630076

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

UJI TOKSISITAS SENYAWA BASA SCHIFF HASIL SINTESIS DARI VANILIN DAN 2-AMINOBENZOTIAZOL MENGGUNAKAN METODE PENGGERUSAN

SKRIPSI

Oleh:
MOKHAMMAD RIDHO MAULANA
NIM. 18630076

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

UJI TOKSISITAS SENYAWA BASA SCHIFF HASIL SINTESIS DARI VANILIN DAN 2-AMINOBENZOTIAZOL MENGGUNAKAN METODE PENGGERUSAN

SKRIPSI

Oleh:
MOKHAMMAD RIDHO MAULANA
NIM. 18630076

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal: 20 Desember 2022

Pembimbing I	Pembimbing II
Ahmad Hanapi, M.Sc	**Dr. M. Mukhlis Fahruddin, M.S.I**
NIDT. 19851225 20160801 1 069	**NIPT. 20140201409**

Mengetahui
Ketua Program Studi

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

UJI TOKSISITAS SENYAWA BASA SCHIFF HASIL SINTESIS DARI VANILIN DAN 2-AMINOBENZOTIAZOL MENGGUNAKAN METODE PENGGERUSAN

SKRIPSI

Oleh:
MOKHAMMAD RIDHO MAULANA
NIM. 18630076

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 20 Desember 2022

Penguji Utama	**: Rachmawati Ningsih, M.Si** **NIP. 19810811 200801 2 010**	(.....)
Ketua Penguji	**: Susi Nurul Kholifah, M.Sc** **NIP. 19851020 201903 2 012**	(.....)
Sekretaris Penguji	**: Ahmad Hanapi, M.Sc** **NIDT. 19851225 20160801 1 069**	(.....)
Anggota Penguji	**: Dr. M. Mukhlis Fahruddin, M.S.I** **NIPT. 20140201409**	(.....)

Mengesahkan,
Ketua Program Studi

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

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Mokhammad Ridho Maulana
NIM	: 18630076
Program Studi	: Kimia
Fakultas	: Sains dan Teknologi
Judul Penelitian	: uji toksisitas senyawa basa schiff hasil sintesis dari vanilin dan 2-aminobenzotiazol menggunakan metode penggerusan

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau pikran saya, kecuali dengan 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.

Malang, 20 Desember 2022
Yang membuat pernyataan



Mokhammad Ridho Maulana
NIM. 18630076

MOTTO

“Kita mudah berkenalan dengan orang lain, tapi sulit untuk mengenal diri sendiri, maka kenalilah dirimu sendiri”

“Kita hanya bisa mengendalikan diri kita sendiri, maka fokuslah ke dirimu sendiri”

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin..

Puji syukur tiada henti kehadirat Allah SWT yang telah menggariskan takdir terbaik dari do'a-do'a yang senantiasa dipanjatkan sehingga tugas akhir saya yang masih jauh dari kata sempurna ini dapat terselesaikan dengan baik.

Lantunan Al-Fatihah, beriring shalawat, dan do'a tiada henti, saya persembahkan karya sederhana ini kepada:

Khususnya kedua orangtua saya, Ibu Saadah dan Bapak Syamsul Muarif, dan pakde saya sekeluarga yang tak henti-hentinya memanjatkan do'a terbaik untuk saya, memberikan dukungan baik materil maupun non-materiil yang tak terhingga untuk dapat menyelesaikan karya sederhana ini.

Para dosen dan seluruh laboran program studi kimia khusunya Bapak Ahmad Hanapi, M.Sc selaku dosen pembimbing utama dan dosen wali, Bapak Dr. M. Mukhlis Fahruddin, M.S.I selaku pembimbing agama, Ibu Rachmawati Ningsih, M.Si dan Ibu Susi Nurul Kholifah, M.Sc selaku penguji saya dan mas abi selaku laboran organik yang telah membimbing dan memberikan banyak ilmu yang berarti baik pada proses perkuliahan maupun penelitian sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Orang-orang baik yang Allah kirimkan untuk menemani perjuangan saya dalam perkuliahan maupun organisasi yakni seluruh teman-teman angkatan 2018, Kimia C 2018, kakak tingkat 2016 - 2017, organik squad dan sahabat-sahabat saya yakni rofah, ambar, vani, yani, anwar, teman-teman BK Coffee dan teman-teman semua yang tidak bisa saya sebut satu-persatu terima kasih untuk setiap do'a baik, pelajaran, nasehat, motivasi dan bantuan tanpa pamrih hingga detik ini yang sangat berharga bagi diri saya pribadi.

Terima kasih telah menjadi salah satu bagian indah dalam kehidupan saya.
Semoga kita dapat dipertemukan lagi di perlintasan kesuksesan masing-masing.
Aamiin....

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada hamba-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir (skripsi) yang berjudul "**Uji Toksisitas Senyawa Basa Schiff dari Vanilin dan 2-aminobenzotiazol Menggunakan Metode Penggerusan**" walaupun masih jauh dari kesempurnaan. Shalawat dan salam tak lupa penulis sampaikan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW serta keluarga, dan sahabat yang telah membimbing kita menuju jalan yang lurus dan diridhoi Allah SWT.

Laporan hasil penelitian ini disusun sebagai tahapan untuk mencapai gelar Strata 1 serta sebagai pengaplikasian ilmu yang telah didapat. Seiring dengan terselesainya laporan hasil penelitian ini, penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini kepada:

1. Bapak , Ibu, Pakde Sholeh sekeluarga, Mbak Kiki, Mbak Dia, Mbah saya, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan semangat, kasih sayang serta doa yang selalu dipanjatkan.
2. Bapak Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
3. Ibu Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Bapak Ahmad Hanapi, S.Si., M.Sc dan Bapak M. Mukhlis Fahruddin, M.Si selaku dosen konsultan yang senantiasa memberikan waktu luang untuk diskusi serta koreksi dari awal hingga akhir dalam penyelesaikan skripsi ini.
5. Mas Nova, Dicky, Rofah, Ambar, Yani, Vani, Anwar, Olga, teman-teman BK Coffee yang selalu mendengarkan, menghibur serta memberikan motivasi selama perjalanan kuliah penulis. yang senantia memberikan masukan dan semangat dalam menyelesaikan tulisan ini
6. Seluruh teman Kimia C 2018 yang saling memberikan semangat selama meneyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari adanya keterbatasan di dalam penyusunan skripsi ini, karena sejatinya manusia tidak ada yang sempurna. Oleh karena itu, penulis meminta maaf kepada para pembaca jika terdapat banyak kesalahan dalam penulisan. Terakhir,Penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua kalangan.

Malang, 20 Desember 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **i**
HALAMAN PERSETUJUAN ..... **ii**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **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**
مستخلص 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 Vanilin 7
2.2 2-aminobenzotiazol 8
2.3 Senyawa Basa Schiff 8
2.4 Sintesis Basa Schiff dengan Metode Penggerusan 10
2.5 Uji Karakterisasi Senyawa Basa Schiff 11
2.5.1 Uji Karakterisasi Sifat Fisik Menggunakan MPA 11
2.5.2 Uji Karakterisasi Sifat Kimia dengan NaOH 0.5M 12
2.5.3 Uji Karakterisasi Menggunakan Spektrofotometer FTIR .. 13
2.5.4 Uji Karakterisasi GC-MS 15
2.6 Uji Toksisitas Dengan Metode BSLT 17
2.7 *Artemia Salina* L. 18
2.8 Sintesis Basa Schiff Dalam Perspektif Islam 20

BAB III METODE PENELITIAN **24**
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 24
3.2 Alat dan Bahan 24
3.2.1 Alat 24
3.2.2 Bahan 24
3.3 Rancangan Penelitian 24
3.4 Tahapan Penelitian 25
3.5 Cara Kerja 25

3.5.1 Sintesis Senyawa Basa Schiff dari Vanilin dan 2-amino-benzotiazol menggunakan metode penggerusan 25
3.5.2 Karakterisasi Sifat Fisik Senyawa Basa Schiff 26
3.5.3 Karakterisasi Sifat Kimia dengan larutan NaOH 0,5M 26
3.5.4 Karakterisasi Produk Sintesis Menggunakan Spektrofotometer FTIR 26
3.5.5 Karakterisasi produk sintesis menggunakan GC-MS 27
3.5.6 Uji Toksisitas Metode BSLT 27
3.5.6.1 Penetasan Larva Udang Artemia Salina L. 27
3.5.6.2 Uji Toksisitas Senyawa Basa Schiff 27
3.5.7 Analisis Data 28

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 30
4.1 Sintesis Senyawa Basa Schiff 2-metoksi-4-((benzotiazol-2-ilimino)metil)fenol 30
4.2 Uji Sifat Kimia Produk Sintesis dengan NaOH 31
4.3 Karakterisasi Produk Sintesis Menggunakan Spektrofotometer FTIR 33
4.4 Karakterisasi Produk Sintesis Menggunakan GC-MS 35
4.6 Uji Toksisitas 42
4.7 Tinjauan Sintesis Senyawa Basa Schiff dalam Perspektif Islam ... 45

BAB V PENUTUP 48
5.1 Kesimpulan 48
5.2 Saran 48

DAFTAR PUSTAKA 50
LAMPIRAN 56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur vanilin 7
Gambar 2.2 2-aminobenzotiazol..... 8
Gambar 2.3 Ilustrasi mekanisme pembentukan senyawa basa Schiff 9
Gambar 2.4 Perkiraan mekanisme reaksi reaksi senyawa basa Schiff dari vanilin dan 2-aminobenzotiazol. 10
Gambar 2.5 Spektra FTIR 4- formilpiridina, *p*-anisidina serta produk sintesis senyawa basa Schiff (Alfin, 2021). ....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 2.6 Hasil kromatogram ketiga produk sintesis, (a) kromatogram P1; (b) kromatogram P2; (c) kromatogram P3 (Alfin, 2021). .. 16
Gambar 2.7 Spektra massa puncak utama ketiga produk sintesis, (a) spektra massa P_1; (b) spektra massa P_2; (c) spektra massa P_3 (Alfin, 2021) 17
Gambar 2.9 Larva udang Artemia Salina L. 19
Gambar 4.1 Mekanisme reaksi pembentukan senyawa 2-metoksi-4-((benzotiazol-2-ilimino)metil)fenol 30
Gambar 4.2 Kelarutan produk sintesis dalam (a) akuades dan (b) larutan NaOH 0,5M..... 32
Gambar 4.3 Reaksi senyawa basa Schiff 2-metoksi-4-((benzotiazol-2-ilimino) metil)fenol dengan NaOH 32
Gambar 4.4 Hasil spektra FTIR produk sintesis..... 33
Gambar 4.5 Kromatogram hasil karakterisasi GC-MS produk sintesis ....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4.6 Spektra massa pada waktu retensi 23,422 menit 36
Gambar 4.7 Pola fragmentasi puncak pada waktu retensi 23,422 menit..... 38
Gambar 4.8 Spektra massa pada waktu retensi 9,604 menit 38
Gambar 4.9 Pola fragmentasi puncak kromatogram pada waktu retensi 9,604 menit 40
Gambar 4.10 Spektra massa pada waktu retensi 11,088 menit 40
Gambar 4.11 Spektra massa pada waktu retensi 12,210 menit 41
Gambar 4.12 Pola fragmentasi puncak kromatogram pada waktu retensi 12,210 menit 41
Gambar 4.13 Kurva analisa probit senyawa basa Schiff 42

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan serapan gugus fungsi antara reaktan dan produk sintesis (Alfin, 2021)	14
Tabel 2.2	Tingkat toksisitas berdasarkan nilai LC_{50} (Salusu dkk., 2019).	18
Tabel 2.3	Potensi senyawa basa Schiff berdasarkan nilai LC_{50} (Rosyidah dkk., 2020).	18
Tabel 4.1	Hasil pengamatan fisik reaktan dan produk sintesis.....	31
Tabel 4.2	Gugus fungsi dari spektra FTIR produk sintesis	34
Tabel 4.3	Serapan gugus fungsi reaktan dan produk sintesis	34
Tabel 4.4	Hubungan konsentrasi dengan persen mortalitas	43
Tabel 4.5	Nilai LC_{50} antara produk dan 2-aminobenzotiazol.....	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Rancangan Penelitian 56
Lampiran 2. Diagram alir 57
Lampiran 3. Perhitungan 61

ABSTRAK

Maulana, Mokhammad Ridho. 2022. **Uji Toksisitas Senyawa Basa Schiff Hasil Sintesis Dari Vanilin dan 2-Aminobenzotiazol Menggunakan Metode Penggerusan**. Skripsi. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Ahmad Hanapi, M.Sc; Pembimbing II: Dr. M. Mukhlis Fahruddin, M.S.I

Kata kunci: basa Schiff, vanilin, 2-aminobenzotiazol, metode penggerusan

Basa Schiff merupakan senyawa yang terbentuk ketika amina primer bereaksi dengan aldehida atau keton di bawah kondisi yang spesifik. Senyawa basa Schiff memiliki karakteristik gugus C=N (imina). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil sintesis pada senyawa basa Schiff dengan menggunakan metode penggerusan serta nilai toksisitas senyawa basa Schiff hasil sintesis dari vanilin dan 2-aminobenzotiazol.

Metode yang digunakan dalam mensintesis senyawa basa Schiff hasil sintesis dari senyawa vanilin dan 2-aminobenzotiazol yaitu menggunakan metode penggerusan dengan waktu 7 jam. Produk senyawa basa Schiff dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer FTIR (Fourier Transform Infra Red) dan GC-MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry). Uji toksisitas senyawa basa Schiff dilakukan menggunakan metode BSLT (Brine Shrimp Lethality Test). Nilai LC_{50} digunakan sebagai parameter tingkat toksik senyawa basa Schiff hasil sintesis dari vanilin dan 2-aminobenzotiazol.

Produk yang dihasilkan berupa padatan berwarna kuning kehijauan, memiliki titik lebur antara 158-160 ℃, tidak larut dalam air dan larut sempurna dalam larutan NaOH 0,5M. Hasil spektra FTIR terdapat serapan khas gugus imina (-HC=N-) dengan bilangan gelombang 1579 cm^{-1}. Hasil GC-MS menunjukkan adanya puncak pada waktu retensi 23,422 menit dengan kemurnian 73,835% dan *m/z* ion molekular 284, sesuai dengan berat molekul senyawa basa Schiff 2-metoksi-4-((benzotiazol-2-ilimino)metil)fenol. Pengujian toksisitas menggunakan metode BSLT pada senyawa basa Schiff 2-metoksi-4-((benzotiazol-2-ilimino) metil)fenol menunjukkan nilai LC_{50} 2,205 ppm.

ABSTRACT

Maulana, Mokhammad Ridho. 2022. **Toxicity Test of Schiff Base Compound Synthesized From Vanillin and 2-Aminobenzothiazole Using Grinding Method**. Essay. Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University, Malang. Supervisor I: Ahmad Hanapi, M.Sc; Supervisor II: Dr. M. Mukhlis Fahruddin, M.S.I

Keywords: Schiff base, vanillin, 2-aminobenzothiazole, grinding method

Schiff bases are compounds formed when primary amines react with aldehydes or ketones under specific conditions. Schiff base compounds have a characteristic C=N (imine) group. This study aims to determine the results of the synthesis of the Schiff base compound using the grinding method and the toxicity value of the Schiff base compound synthesized from vanillin and 2-aminobenzothiazole.

The method used in synthesizing Schiff base compounds synthesized from vanillin and 2-aminobenzothiazole compounds is using the grinding method with a time of 7 hours. Schiff base compound products were characterized using FTIR (Fourier Transform Infra Red) spectrophotometer and GC-MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry. The toxicity test of Schiff's base compound was carried out using the BSLT (Brine Shrimp Lethality Test) method. The LC_{50} value was used as a parameter for the toxic level of the Schiff base compound synthesized from vanillin and 2-aminobenzothiazole.

The resulting product is a greenish-yellow solid, has a melting point between 158-160 ℃, is insoluble in water and completely soluble in 0.5 M NaOH solution. The results of the FTIR spectra show a typical absorption of the imine group (-HC=N-) with a wave number between 1579 cm-1. The GC-MS results showed a peak at a retention time of 23,422 minutes with a purity of 73,835% and a molecular ion m/z of 284, according to the molecular weight of the Schiff base compound 2-methoxy-4-((benzothiazol-2-ylimino)methyl)phenol. Toxicity testing using the BSLT method on Schiff base compound 2-methoxy-4-((benzothiazol-2-ylimino)methyl)phenol showed an LC_{50} value of 2,205 ppm.

مستخلص البحث

مولانا، محمد رضى. 2022. **تجربة السمية الإتحادية لقاعدة الشيف المصنعة من الفانيلين و 2-أمينوبنزوثيازول باستخدام طريقة الطحن**. قسم الكيمياء. كلية العلوم والتكنولوجيا. جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرفة 1: أحمد حنفي، الماجستير. المشرفة 2: الدكتور مخلص فخر الدين، الماجستير.

الكلمة الأساسية : قاعدة الشيف، الفانيلين، 2-أمينوبنزوثيازول، طريقة الطحن.

قواعد الشيف هي الإتحادية المكونة عندما تتفاعل الأمينات الأولية مع الألدهيدات أو الكيتونات تحت الحالة المحددة. إتحادية قاعدة الشيف لها خصائص مجموعة (imine) C=N. يهدف هذا البحث إلى معرفة نتائج تخليق مركب قاعدة الشيف باستخدام طريقة الطحن وقيمة السمية الإتحادية لقاعدة الشيف المصنَّع من الفانيلين و 2-أمينوبنزوثيازول.

الطريقة المستخدمة في تصنيع إتحادية لقاعدة الشيف الأساسية المصنَّعة من مركبات الفانيلين و 2-أمينوبنزوثيازول طريقة الطحن لمدة 7 ساعات. تم توصيف منتجات إتحادية لقاعدة الشيف باستخدام مقاييس الطيف الضوئي FTIR (تحويل فورييه للأشعة تحت الحمراء) و GC-MS (كروماتوجرافيا الغاز–مطياف الكتلة). تم إجراء اختبار السمية الإتحادية لقاعدة الشيف باستخدام طريقة BSLT (اختبار الفتك بالجمبري الملحي). تُستخدم قيمة LC_{50} كمعامل للمستوى السام إتحادية لقاعدة الشيف المصنَّعة من الفانيلين و 2-أمينوبنزوثيازول.

المنتج الناتج عبارة عن مادة صلبة صفراء مخضرة، لها نقطة انصهار بين 158-160 °C، غير قابلة للذوبان في الماء وقابلة للذوبان تمامًا في محلول هيدروكسيد الصوديوم 0.5 M. تظهر نتائج أطياف FTIR امتصاصًا نموذجيًا لمجموعة (-HC=N-) imine برقم موجي يبلغ 1579 سم$^{-1}$. أظهرت نتائج GC-MS ذروة في وقت استبقاء 23,422 دقيقة بنقاء 73,835٪ وأيون جزيئي م/ع 284 ، مطابق للوزن الجزيئي لمركب قاعدة شيف 2-ميثوكسي-4-((بنزوثيازول-2-إليمينو)ميثيل)الفينول. أظهرت تجربة السمية باستخدام طريقة BSLT على مركب الشيف الأساسي 2-ميثوكسي-4-((بنزوثيازول-2-إليمينو)ميثيل)الفينول قيمة LC_{50} قدرها 2,205 جزء في المليون.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Senyawa basa Schiff merupakan senyawa yang diperoleh dari reaksi antara amina primer dengan aldehida atau keton. Senyawa basa Schiff memiliki karakteristik struktur dengan adanya gugus C=N (imina) atau azometina. Senyawa basa Schiff pertama kali ditemukan oleh ilmuwan berkebangsaan Jerman yang bernama Hugo Schiff pada tahun 1964 (PAC, 1995). Senyawa basa Schiff memiliki banyak manfaat, seperti antijamur (Ashraf dkk, 2011), antibakteri (Ashraf dkk, 2011; Oloyede-akinsulere dan Babajide, 2018), inhibitor korosi (Al-Amiery dkk, 2014), antioksidan (Oloyede-akinsulere dan Babajide, 2018), dan bersifat toksik (Neelima dkk, 2015).

Sintesis senyawa basa Schiff telah banyak dilakukan oleh peneliti terdahulu, diantaranya dilakukan oleh Shanthalakshmi dkk (2016) yang mensintesis senyawa 2-amino-6-klorobenzotiazol, 2-amino-6-bromobenzotiazol, 2-amino-6-metilbenzotiazol dengan senyawa o-vanilin menghasilkan senyawa basa Schiff o-vanilidin-2-amino-6-klorobenzotiazol, o-vanilidin-2-amino-6-bromobenzotiazol, dan o-vanilidin-2-amino-6-metilbenzotiazol. Yernale dkk (2015) juga melakukan sintesis senyawa basa Schiff dari senyawa N-(4-feniltiazol-2-il)hidrazinekarboxamida dengan senyawa o-vanilin.

Senyawa basa Schiff dapat diperoleh dari beberapa metode sintesis, diantaranya adalah metode refluks. Menurut Yang dan Sun (2006) yang mensintesis senyawa basa Schiff dari 3,4,5-trimetoksibenzaldehida dan *p*-toludina dengan pelarut benzena selama lebih dari 7 jam menghasilkan rendemen sebesar

72%. Metode sintesis senyawa basa Schiff yang lainnya yaitu penggerusan (*green synthesis)* seperti yang telah dilakukan oleh Bendale dkk (2011) yang mensintesis senyawa basa Schiff dari o-vanilin dan *p*-toluidina selama 17 menit dan menghasilkan rendemen sebesar 95,80%.

Sebagaimana yang telah disebutkan, metode untuk mensintesis senyawa basa Schiff sangatlah banyak. Ilmuwan kimia terdahulu banyak yang menggunakan metode refluks untuk mensintesis senyawa basa Schiff. Hussain dkk (2014) telah melakukan sintesis senyawa basa Schiff dari sulfametoxazol dan beberapa senyawa karbonil seperti 2-hidroksibenzaldehida, 4-N,N-dimetilbenzaldehida, 3-nitrobenzaldehida, 4-bromobenzaldehida, dan benzaldehida dengan metode konvensional yaitu menggunakan pelarut etanol dan dibantu katalis asam asetat glasial. Penggunaan pelarut organik dan katalis asam tersebut dapat menghasilkan limbah-limbah kimia yang berbahaya bagi lingkungan. Sebagaimana firman Allah dalam Al-Qur'an surah al-Baqarah ayat 11-12 yang berbunyi:

وَاِذَا قِيْلَ لَهُمْ لَا تُفْسِدُوْا فِى الْاَرْضِۙ قَالُوْٓا اِنَّمَا نَحْنُ مُصْلِحُوْنَ(11)

اَلَآ اِنَّهُمْ هُمُ الْمُفْسِدُوْنَ وَلٰكِنْ لَّا يَشْعُرُوْنَ(12)

Artinya: *"Dan bila dikatakan kepada mereka: "janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi". Mereka menjawab: "Sesungguhnya kami orang-orang yang mengadakan perbaikan". Ingatlah, sesungguhnya mereka itulah orang-orang yang membuat kerusakan, tetapi mereka tidak sadar."*

Berdasarkan ayat tersebut, Allah SWT sudah memperingatkan kita sebagai manusia janganlah berbuat kerusakan di bumi, karena manusia adalah orang-orang yang membuat kerusakan tanpa disadarinya. As-Suddi telah berpendapat di dalam

kitabnya (Tafsir As-Suddi) mengenai firman Allah SWT: *wa idzaa qiila laHum laa tufsiduu fil ardli qaaluu innamaa nahnu mush-lihuun* ("Dan bila dikatakan kepada mereka: "janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi". Mereka menjawab: "Sesungguhnya kami orang-orang yang mengadakan perbaikan") bahwa yang dimaksud dari kata "mereka" dalam ayat tersebut ialah orang-orang munafik, sedangkan kerusakan yang dimaksud adalah kekufuran dan kemaksiatan.

Maksud dari kata "*mengadakan perbaikan*" adalah memakmurkan bumi dengan ketaatan dan keimanan kepada Allah, karena manusia diciptakan oleh Allah SWT untuk memakmurkan bumi dan ditempatkan di bumi. Jika manusia berbuat kerusakan di muka bumi, maka manusia telah melakukan perbuatan yang bertentangan atau maksiat kepada Allah SWT. Maka dari itu, metode yang digunakan untuk mensintesis basa Schiff pada penelitian ini adalah penggerusan (*green synthesis*) yang ramah lingkungan.

Sintesis yang ramah lingkungan telah banyak dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya karena mudah dilakukan, bisa meminimalisir limbah berbahaya, cepat dalam proses perlakuan, serta hasil produk yang melimpah (Vibhute dkk., 2009). Mengutip dari Naqvi dkk (2009), sintesis senyawa basa Schiff dalam pelarut air pada temperatur ruang tanpa menggunakan katalis, memperoleh rendemen hingga 90%. Bendale dkk (2011) juga telah melakukan penelitian basa Schiff dari reaktan vanilin dan *p*-toluidina menggunakan metode penggerusan dan menghasilkan rendemen yang hampir sama yaitu sebesar 95,08%. Mustofa (2019) telah mensintesis senyawa basa Schiff dari vanilin dan *p*-anisidina dengan metode penggerusan selama 20 menit menghasilkan rendemen sebesar 93,51%. Adawiyah (2017) juga telah mensintesis senyawa basa Schiff 2-metoksi-

4-((4-metoksifenilimino)metil)fenol dari vanilin dan *p*-anisidina dengan metode penggerusan selama 10 menit, 15 menit, dan 20 menit menghasilkan rendemen terbaik sebesar 94,86% pada waktu 20 menit.

Senyawa basa Schiff memiliki potensi di bidang kesehatan, salah satunya yaitu uji toksisitas untuk skrining awal antikanker (Neelima dkk., 2015). Metode yang digunakan dalam uji toksisitas yaitu BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*) (Suryawanshi dkk., 2020). Uji kematian *in-vivo* merupakan uji sederhana yang dilakukan pada organisme udang *Brine* dan digunakan sebagai alat untuk *screening* dan fraksinasi produk sintesis dan bahan alam yang aktif secara fisiologis. Metode ini menunjukkan konsentrasi kematian dari 50% larva udang *Brine*, dan dihitung sebagai LC_{50} (*Median Letal Concentration*) (Jayaprakash dkk., 2016).

Anis dkk (2013) telah melakukan uji tokisisitas pada larva udang *Artemia Salina* L. menggunakan senyawa basa Schiff hasil reaksi antara 4-nitrobenzaldehida dengan 2-amino-5-klorobenzopropanon. Hasil uji toksisitas menunjukkan nilai LD_{50} sebesar 50,13 ppm. Jayaprakash dkk (2016) telah menunjukkan bahwasanya uji toksisitas dari senyawa hasil reaksi L-trypthopan dan 2-dihidroksibelzaldehida mempunyai nilai LC_{50} sebesar 130,32 ppm. Nafiah (2020) telah melakukan uji toksisitas senyawa basa Schiff dari senyawa *o*-vanilin dan anilina mempunyai nilai LC_{50} sebesar 9,99145 ppm. Alfin (2021) telah menunjukkan hasil uji toksisitas senyawa basa Schiff dari senyawa 4-formilpiridina dan *p*-anisidina mempunyai nilai LC_{50} sebesar 18,66 ppm. Mustofa (2020) juga telah menunjukkan hasil uji toksisitas senyawa basa Schiff dari senyawa vanillin dan *p*-anisidin mempunyai nilai LC_{50} sebesar 35,97 ppm.

Berdasarkan penjelasan yang telah disebutkan, maka pada penelitian ini akan dilakukan sintesis senyawa basa Schiff dari vanilin dan 2-aminobenzotiazol menggunakan metode penggerusan. Senyawa basa Schiff yang dihasilkan akan dikarakterisasi menggunakan instrument FTIR dan GC-MS. Selanjutnya basa Schiff yang diperoleh akan diuji toksisitasnya terhadap larva udang dengan metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT).

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana hasil karakterisasi senyawa basa Schiff dari vanillin dan 2-aminobenzotiazol ?
2. Berapa nilai toksisitas senyawa basa Schiff dari vanilin dan 2-aminobenzo tiazol ?

1.3 Tujuan

1. Untuk mengetahui hasil karakterisasi senyawa basa Schiff dari vanilin dan 2-aminobenzotiazol.
2. Untuk mengetahui nilai toksisitas senyawa basa Schiff dari vanilin dan 2-aminobenzotiazol.

1.4 Batasan Masalah

1. Metode sintesis ini menggunakan penggerusan.
2. Metode penggerusan dilakukan selama 7 jam.
3. Karakterisasi senyawa hasil sintesis menggunakan FTIR dan GC-MS.
4. Uji toksisitas produk senyawa basa Schiff terhadap larva udang *Artemia Salina* L. dengan metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT).

1.5 Manfaat Penelitian

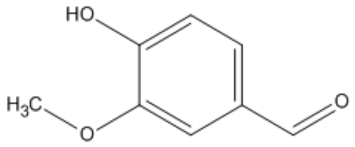
Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai metode sintesis ramah lingkungan senyawa basa Schiff dengan menggunakan metode penggerusan. Serta memberikan informasi mengenai toksisitas senyawa basa Schiff hasil sintesis dari senyawa vanillin dan 2-aminobenzotiazol.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Vanilin

Vanilin memiliki rumus molekul $C_8H_8O_3$ dengan nama lain 3-metoksi-4-hidroksibenzaldehida yang merupakan turunan senyawa benzaldehida, mempunyai struktur aromatik benzena (Kumar dkk., 2012). Vanilin dapat diperoleh dari isolasi buah vanila melalui tahap hidrolisis dengan bantuan asam kuat. Proses hidrolisis ini akan memutuskan ikatan glikosida antara vanilin dan glukosa (Handayani dkk., 2011). Berdasarkan sifat fisiknya vanilin berwarna putih dan sedikit kekuningan dalam bentuk serbuk kristalin nonhigroskopik dan memiliki aroma vanila. Vanilin memiliki massa molar 152,15 g/mol, titik lebur 81-83 ℃, kelarutan dalam air > 2%, sangat larut dalam kloroform, eter dan air panas, densitas 1,056 g/cm^3 dan dalam bentuk larutan memiliki pH asam (O'Neil, 2013).

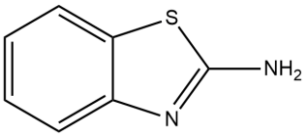


Gambar 2.1 Struktur vanilin

Berdasarkan struktur kimianya senyawa vanilin merupakan senyawa benzena yang memiliki tiga gugus fungsi. Gugus fungsi tersebut aldehida, eter dan fenol. Ketiga gugus fungsi tersebut dapat membentuk ikatan hidrogen intramolekul dan antarmolekul. Gugus fungsi yang paling mudah bereaksi secara adisi pada senyawa vanillin adalah gugus aldehida (Kumar dkk., 2012). Hal ini juga dijelaskan oleh Zarei dan Jarrahpour (2011) bahwa gugus aldehida pada senyawa vanillin paling reaktif dan mudah bereaksi dengan amina primer membentuk ikatan C=N melalui reaksi pembentukan basa Schiff.

2.2 2-aminobenzotiazol

2-aminobenzotiazol merupakan salah satu senyawa turunan tiazol yang berupa padatan berwarna abu-abu keputihan. 2-aminobenzotiazol juga dikenal sebagai 2-Benzothiazolamine. 2-aminobenzotiazol mempunyai rumus molekul $C_7H_6N_2S$. Berdasarkan sifat fisiknya, 2-aminobenzotiazol memiliki berat molekul 150,2 g/mol, titik lebur 126-129 ℃, dan sedikit larut dalam air (Supelco, 2019). Gugus amina primer ($-NH_2$) pada senyawa 2-aminobenzotiazol merupakan gugus yang digunakan sebagai nukleofil pada sintesis senyawa basa Schiff (Sani dkk., 2017).



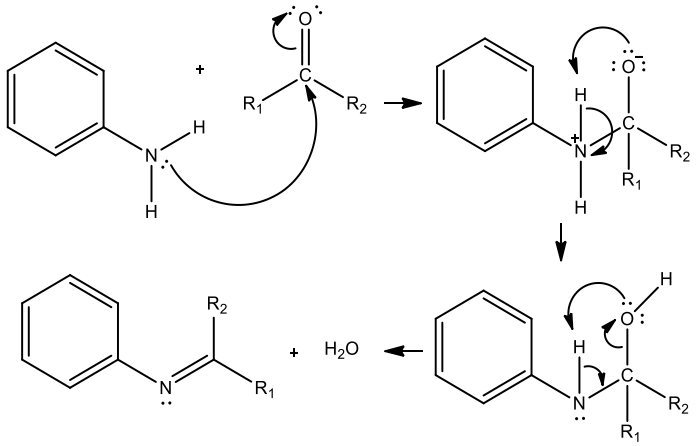
Gambar 2.2 2-aminobenzotiazol

Benzotiazol (BTA) merupakan kelas heterosiklik bisiklik yang mempunyai senyawa biologis aktif. Beberapa penelitian telah melakukan sintesis dari 2-aminobenzotiazol dan studi sifat farmakologisnya, seperti: antivirus, antioksidan, antimikroba, antikanker (Zhilitskaya dan Yarosh, 2021). Montalvão dkk (2016) telah meneliti senyawa 2-aminobenzotiazol, dan menunjukkan aktivitas antibakteri potensial terhadap bakteri Gram-positif pada pengujian awal, yaitu penghambatan 56% terhadap *E. Faecalis*, dan 2-aminobenzotiazol juga menunjukkan efek antiproliferatif pada sel melanoma dengan nilai LC_{50} 16 µM dan selektivitas empat kali lipat antara sel kanker dan nonkanker.

2.3 Senyawa Basa Schiff

Basa Schiff merupakan senyawa yang memiliki gugus fungsi imina atau gugus azometin (Hameed dkk., 2017). Azometin merupakan senyawa seperti

halnya senyawa aldehida atau keton, akan tetapi pada senyawa azometin gugus karbonil (C=O) diganti oleh gugus imina (-C=N-) (Sani dkk., 2017). Gugus fungsi azometin pertama kali ditemukan pada tahun 1864 oleh ilmuwan Jerman yang bernama Hugo Schiff, kemudian gugus tersebut dinamai berdasarkan penemunya "Schiff" (Hameed dkk., 2017). Basa Schiff dapat terbentuk ketika amina primer bereaksi dengan aldehida atau keton dibawah kondisi yang spesifik (Kumar dkk., 2017). Struktur dasar untuk basa Schiff yaitu $R_3N{=}CR_2R_1$, dimana R_1 merupakan gugus aril atau alkil, R_2 merupakan atom hidrogen dan R_3 merupakan salah satu dari gugus alkil atau aril (Patil dkk., 2018).

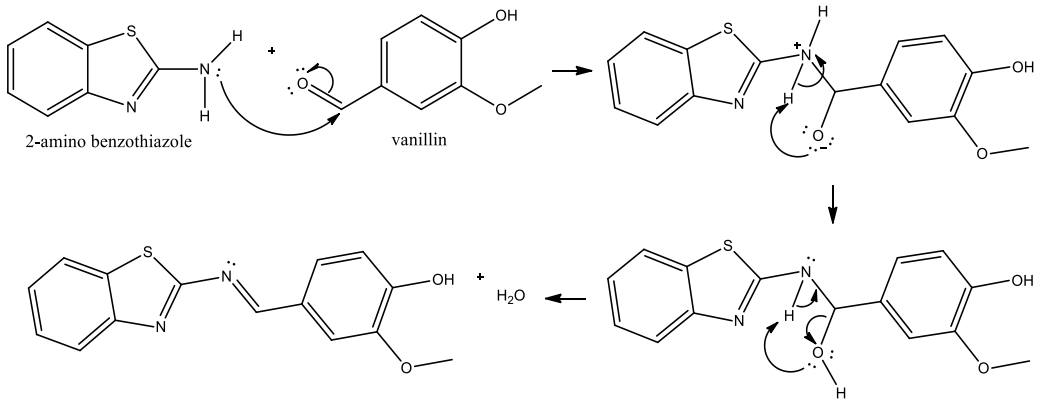


Gambar 2.3 Ilustrasi mekanisme pembentukan senyawa basa Schiff

Mekanisme pembentukan basa Schiff terdiri dari dua tahapan, pertama-tama elektron bebas nitrogen (NH_2) pada amina primer yang bertindak sebagai nukleofil menyerang atom C karbonil (C=O) pada aldehida atau keton. Pada tahap berikutnya, gugus N-H mengalami deprotonasi serta elektron dari ikatan N-H menekan atom O pada ikatan C-O sehingga membentuk senyawa basa Schiff (C=N) dan molekul air terpisah secara spontan (Sani dkk., 2017).

Produk senyawa basa Schiff yang terbentuk akibat reaksi amina primer dengan aldehida alifatik, akan memiliki kestabilan yang relatif lebih rendah dan

mudah dipolimerisasi jika dibandingkan dengan senyawa basa Schiff hasil produk amina primer dan aldehida aromatik. Hal tersebut dikarenakan produk hasil sintesis senyawa basa Schiff dari amina primer dan aldehida aromatik memiliki sistem konjugasi yang lebih panjang dibandingkan hasil produk amina primer dengan aldehida alifatik (Hameed dan Hassan, 2014). Maka dari itu, pada penelitian ini penulis menggunakan senyawa 2-aminobenzotiazol sebagai amina primer dan vanilin sebagai aldehida aromatik. Perkiraan mekanisme reaksi senyawa basa Schiff dari vanilin dan 2-aminobenzotiazol ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Perkiraan mekanisme reaksi reaksi senyawa basa Schiff dari vanilin dan 2-aminobenzotiazol.

2.4 Sintesis Basa Schiff dengan Metode Penggerusan

Metode penggerusan merupakan suatu teknik *green synthesis* yang menjadi peran penting dalam kimia sintesis. Sintesis organik dengan metode penggerusan dilakukan pertama kali oleh Toda pada tahun 1987 (Madhavi dan Kavya, 2017). Reaksi metode penggerusan dibawah kondisi bebas pelarut merupakan salah satu rute *green synthesis* yang semakin banyak dilakukan dalam membuat struktur molekul baru (Sundge dan Vibhute, 2016). Dalam metode penggerusan terjadi transfer energi berupa panas dengan jumlah yang sedikit

melalui gesekan yang diberikan. Timbulnya energi panas karena adanya konversi energi mekanik (energi kinetik yang diberikan pada saat proses penggerusan) melalui percepatan laju reaksi, sehingga menjadi pendorong yang kuat saat mereaksikan molekul (Sana dkk., 2012).

Sintesis dengan metode penggerusan telah banyak dilakukan oleh peneliti-peneliti terdahulu seperti Sundge dan Vibhute (2016) yang telah melakukan sintesis senyawa basa Schiff dari senyawa keton hidroksi dan anilina tersubstitusi (1:1) menggunakan metode penggerusan selama 4-7 menit diperoleh rendemen 75% hingga 81%. Kemudian Bendale dkk (2011) juga telah melakukan sintesis senyawa basa Schiff dari senyawa Vanilin dan *p*-toluidina menggunakan metode penggerusan memperoleh presentasi hasil yang lebih tinggi dibandingkan menggunakan metode konvensional yaitu sebesar 95,08%. Mustofa (2019) juga telah melakukan sintesis basa Schiff dari vanilin dan *p*-anisidina menggunakan metode penggerusan dan memperoleh hasil rendemen sebesar 93,51%.

2.5 Uji Karakterisasi Senyawa Basa Schiff

2.5.1 Uji Karakterisasi Sifat Fisik Menggunakan MPA

Uji sifat fisik meliputi wujud, warna, massa dan titik lebur. Wujud, warna dan massa dari basa Schiff dapat dilihat dengan mata langsung. Wujud dari basa Schiff apakah berubah dari reaktannya. Warna dari basa Schiff apakah berubah dengan reaktannya. Massa dari basa Schiff apakah berubah dengan reaktannya. Sedangkan titik lebur dapat diketahui menggunakan *Melting Point Apparatus* (MPA). *Melting Point Apparatus* (MPA) merupakan teknik analisa yang digunakan untuk mengetahui titik lebur suatu senyawa yang belum diketahui.

Menurut Young (2013) uji titik lebur dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan menentukan kemurnian suatu senyawa kristal. Nafiah (2020) telah mengkarakterisasi senyawa senyawa basa Schiff dari o-vanilin dan anilina menghasilkan titik lebur yang berbeda dari reaktannya. Senyawa basa Schiff memiliki titik lebur pada suhu 75-78℃, sedangkan o-vanilin dan anilina memiliki titik lebur pada suhu 40-42℃ untuk o-vanilin dan -6℃ untuk anilina. Alfin (2021) juga telah mengkarakterisasi senyawa basa Schiff dari 4-formilpiridina dan *p*-anisidina menghasilkan titik lebur pada suhu 91-93,5℃ untuk basa Schiff, sedangkan untuk reaktan 4-formilpiridina dan *p*-anisidina memiliki titik lebur -4℃ dan 57,2℃.

2.5.2 Uji Karakterisasi Sifat Kimia dengan NaOH 0.5M

Uji sifat kimia dilakukan untuk mengetahui kelarutan senyawa basa Schiff dengan aquades dan NaOH 0,5M. Senyawa basa Schiff memiliki gugus fenolat dan akan menunjukkan hasil yang berbeda ketika dilarutkan dengan aquades dan NaOH 0,5M. Senyawa basa Schiff ketika dilarutkan dengan aquades tidak akan larut dan menghasilkan endapan. Sedangkan ketika dilarutkan dengan NaOH 0,5M, senyawa basa Schiff akan larut dengan sempurna dikarenakan gugus fenolat pada senyawa basa Schiff akan membentuk natrium fenolat. Sehingga garam tersebut dapat terionisasi dan mudah larut dalam aquades (Safaria dkk., 2013).

Nafiah (2020) telah melakukan uji kelarutan senyawa basa Schiff dari o-vanilin dan anilina menggunakan NaOH, hasil yang diperoleh yaitu ketika senyawa basa Schiff dilarutkan dengan aquades tidak akan larut dan menghasilkan endapan, sedangkan ketika senyawa basa Schiff dilarutkan menggunakan NaOH 0,5M maka akan larut dengan sempurna. Nadhifah (2020) juga telah melakukan

uji kelarutan senyawa basa Schiff dari o-vanilin dan *p*-anisidina menggunakan NaOH, hasil yang diperoleh yaitu sedikit larut dan warna larutan akan berubah kekuningan ketika senyawa basa Schiff dilarutkan dengan aquades dan menghasilkan endapan, sedangkan ketika senyawa basa Schiff dilarutkan menggunakan NaOH 0,5M maka akan larut dengan sempurna.

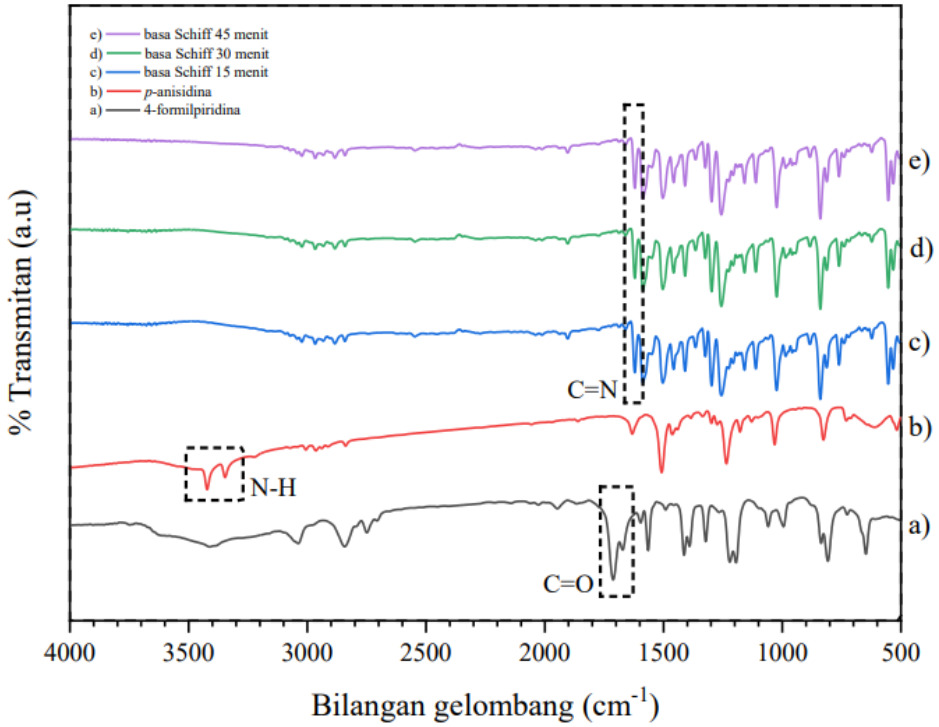
2.5.3 Uji Karakterisasi Menggunakan Spektrofotometer FTIR

Prinsip kerja FTIR yaitu mengenali gugus fungsi dari suatu senyawa melalui absorbansi inframerah yang telah dipancarkan terhadap suatu senyawa tertentu. Pola absorbansi yang dihasilkan pada setiap senyawa berbeda-beda, sehingga dapat dibedakan dan diidentifikasikan suatu senyawa tertentu dengan senyawa yang lainnya (Sankari dkk., 2010). Radiasi Inframerah (IR) merupakan suatu radiasi elektromagnetik pada panjang gelombang sekitar 0,78 μm (780 nm atau 7,8 x 10^{-5} cm) - 1000 μm (10^{6} nm atau 0,1 cm) (Gaffney dkk., 2012).

Menurut Ningsih dan Hanapi (2019), senyawa basa Schiff mempunyai serapan khas C=N yang kuat dan tajam pada bilangan gelombang 1650 - 1500 cm^{-1}. Habibi dkk (2017) telah melakukan sintesis senyawa basa Schiff dari 2-formilpiridina dan 4-nitro-o-fenilenadiamina yang menghasilkan pita serapan C=N pada daerah 1647 cm^{-1}. Kemudian Lovely dan Christudhas (2013) juga telah mengkarakterisasi senyawa basa Schiff dari 4-formilpiridina dan 3-aminopiridina yang menghasilkan pita serapan C=N pada daerah 1590 cm^{-1}.

Kusumaningrum (2020) juga telah melakukan karakterisasi senyawa basa Schiff dari vanilin dan *p*-anisidina menghasilkan pita serapan yang tajam dan kuat dari gugus imina (C=N) pada bilangan gelombang 1590 cm^{-1}. Alfin (2021) juga telah mengkarakterisasi senyawa basa Schiff dari 4-formilpiridina dan *p*-anisidina

menghasilkan pita serapan yang tajam dan kuat dari gugus imina (C=N) pada bilangan gelombang 1620 cm^{-1}. Gambar 2.5 menunjukkan hasil spektra analisis FTIR dari reaktan 4-formilpiridina (a), *p*-anisidina (b) basa Schiff 15 menit (c), basa Schiff 30 menit (d), dan basa Schiff 45 menit (e) (Alfin, 2021).



Gambar 2.5 Spektra FTIR 4- formilpiridina, *p*-anisidina serta produk sintesis senyawa basa Schiff (Alfin, 2021).

Tabel 2.1 Perbandingan serapan gugus fungsi antara reaktan dan produk sintesis (Alfin, 2021)

Gugus fungsi	Bilangan gelombang (cm^{-1})		
	Vanilin	*p*-Anisidina	Produk
-C=N *streching*	-	-	1620
-N-H	-	3323 - 3347	-
-C=O	1712	-	-

Hasil spektra IR produk sintesis dibandingkan dengan spektra IR rektan untuk mengetahui keberhasilan sintesis yang telah dilakukan. Perbandingan serapan gugus fungsi antara reaktan dan produk sintesis dirangkum pada Tabel 2.1.

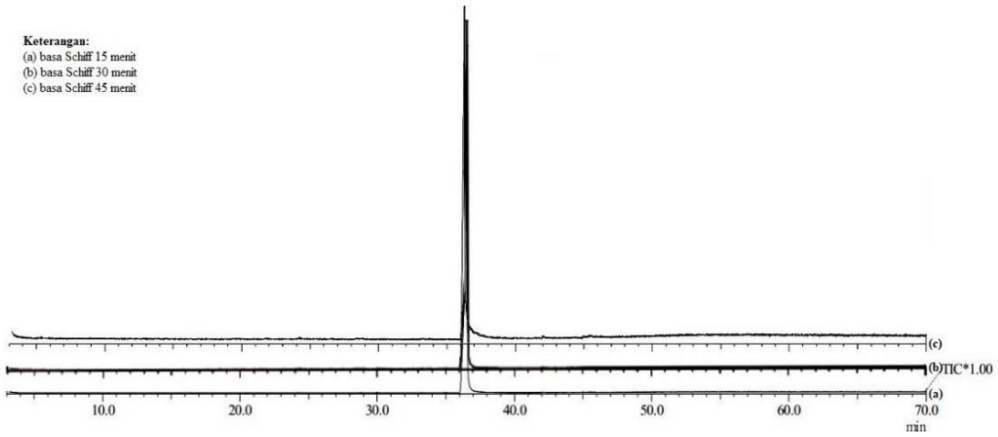
2.5.4 Uji Karakterisasi GC-MS

GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*) atau KG-SM merupakan suatu metode kombinasi dari dua teknik analisa yang berbeda, yaitu teknik analisa kromatografi gas dan spektrometri massa (Rifai dkk., 2018). *Gas Chromatography* (GC) merupakan tipe umum teknik analisa yang sering digunakan dalam pemisahan suatu bahan kimia. Perbedaan dasar antara *Gas Chromatography* (GC) dengan teknik kromartografi yang lain yaitu penggunaan gas sebagai fase gerak. Fase gerak bertindak untuk meneruskan atau membawa campuran senyawa terlarut yang mudah menguap melalui kolom yang mengandung fase diam (Rifai dkk., 2018).

Pemisahan zat terlarut dalam *Gas Chromatography* didasarkan pada perbedaan tekanan uap dari senyawa yang dimasukkan, serta perbedaan interaksi antara senyawa yang dimasukkan dengan fase diam (kolom). Senyawa yang memiliki tekanan uap lebih rendah, akan lebih mudah keluar jika dibandingkan dengan senyawa yang memiliki tekanan uap besar (Rifai dkk., 2018). Alfin (2021) telah mengkarakterisasi senyawa basa Schiff dari 4-formilpiridina dan *p*-anisidina menghasilkan 1 pucak kromatogram dengan waktu retensi 36 menit serta luas area sebesar 100%. Gambar 2.6 menunjukkan hasil kromatogram produk sintesis basa Schiff 15 menit (P_1), 30 menit (P_2) dan 40 menit (P_3) (Alfin, 2021).

Mass Spectrometry (MS) merupakan suatu teknik analisa yang digunakan untuk menguantifikasi senyawa yang sudah diketahui, menjelaskan struktur dan sifat-sifat kimia pada molekul-molekul yang berbeda, serta untuk identifikasi senyawa yang belum diketahui dalam suatu sampel. Teknik analisa pada *Mass Spectrometry* mempunyai proses yang sangat lengkap, yaitu mencakup konversi

atau perubahan sampel menjadi ion-ion gas, baik dengan atau tanpa fragmentasi, yang kemudian ion-ion gas tersebut akan mengalami karakterisasi rasio spektra massa (m/z), serta kelimpahan relatif dari setiap ion tersebut (Caballero dkk., 2016).

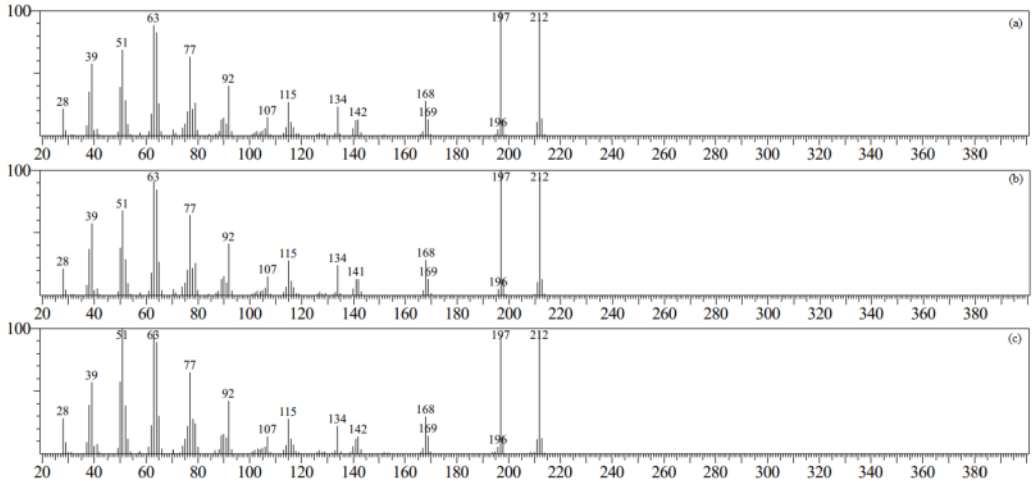


Gambar 2.6 Hasil kromatogram ketiga produk sintesis, (a) kromatogram P1; (b) kromatogram P2; (c) kromatogram P3 (Alfin, 2021).

Secara umum, *Mass Spectrometry* mempunyai instrumen yang terdiri dari tiga komponen utama, yaitu: sumber ion yang berfungsi sebagai penghasil ion-ion gas dari senyawa yang sedang dipelajari, *mass analyzer* untuk memecah (*fragmentasi*) ion-ion menjadi komponen massa yang khas, sehingga sesuai dengan rasio spektra massa (m/z), serta detektor untuk mendeteksi ion dan mencatat kelimpahan relatif dari setiap ion-ion yang sudah mengalami fragmentasi (Caballero dkk., 2016).

Shamim dkk (2016) telah mengkarakterisasi senyawa basa Schiff dari 4-formilpiridina dan 2-amino-benzaldehida diperoleh ion molekular ($\cdot M^+$) pada m/z 227,08. Alfin (2021) juga telah mensintesis basa Schiff dari 4-formilpiridina dan *p*-anisidina dengan metode stirrer variasi waktu 15 menit, 30 menit dan 45 menit. Karakterisasi dengan MS menghasilkan ion molekular ($\cdot M^+$) m/z 212 yang sesuai dengan berat molekul senyawa target 212,09. Gambar 2.6 menunjukkan hasil

spektra analisis MS dari produk sintesis 15 menit (P_1), produk sintesis 30 menit (P_2), dan produk sintesis 45 menit (P_3) (Alfin, 2021).



Gambar 2.7 Spektra massa puncak utama ketiga produk sintesis, (a) spektra massa P_1; (b) spektra massa P_2; (c) spektra massa P_3 (Alfin, 2021)

2.6 Uji Toksisitas Dengan Metode BSLT

Brine Shrimp Lethality Test (BSLT) merupakan suatu metode analisa yang sering digunakan untuk uji tokisistas. Uji ini merupakan suatu uji pendahuluan yang digunakan untuk mengetahui berbagai bioaktivitas dari suatu sampel (Zuraida, 2018). Keunggulan dari penggunaan uji toksisitas menggunakan *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) yaitu; cepat, sederhana, syarat yang rendah, kokoh, tidak mahal serta tingkat pengulangan yang tinggi (Hamidi dkk., 2014).

Pengujian toksisitas menggunakan metode *Brine Shrimp Lethality Test* didasarkan pada jumlah larva udang dari *Artemia Salina* yang meninggal setelah 24 jam dalam larutan ekstrak. Hasil uji toksisitas menggunakan metode *Brine Shrimp Lethality Test* dapat dinyatakan dengan *Median Letal Concentration* (LC_{50}). *Letal Concentration* merupakan jumlah konsentrasi optimum yang dapat membunuh 50% organisme dalam suatu perlakuan, dalam hal ini larva udang dari *Artemia Salina*. Nilai LC_{50} dapat diperoleh menggunakan data yang dianalisa

melalui komputer dengan *probit analysis*, nilai LC_{50} ketika lebih rendah dari 1000 µg/ml menunjukkan adanya aktivitas toksisitas dalam ekstrak larutan. Penggolongan aktivitas toksisitas berdasarkan nilai LC_{50} dapat dibedakan menjadi lima kategori (Salusu dkk., 2019).

Tabel 2.2 Tingkat toksisitas berdasarkan nilai LC_{50} (Salusu dkk., 2019).

Tingkat toksisitas	**LC_{50} (µg/mL)**
Tidak toksik	> 1000
Rendah	500 – 1000
Sedang	200 – 500
Tinggi	100 – 200
Sangan Tinggi	1 – 100

Potensi senyawa basa Schiff berdasarkan nilai LC_{50} pada uji toksisitas menggunakan metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) dapat dilihat pada Tabel 2.3 (Rosyidah dkk., 2020).

Tabel 2.3 Potensi senyawa basa Schiff berdasarkan nilai LC_{50} (Rosyidah dkk., 2020).

LC_{50} (µg/mL)	**Potensi**
0 - 30	Anti kanker
30 - 200	Anti bakteri
200 - 1000	Pestisida

2.7 *Artemia Salina* L.

Artemia Salina L. merupakan hewan uji yang digunakan dalam metode BSLT (Brine Shrimp Lethality Test). *Artemia Salina* L. merupakan anthropoda air primitif (salt lakes) dari keluarga *artemiidae* dengan umur 100 juta tahun. Pada tahun 1758 Linný mendeskripsikan anthropoda air tersebut sebagai Cýnser Salinus, akan tetapi 61 tahun kemudian tepatnya pada tahun 1819 Leach memasukkannya ke dalam Genus *Artemia Salina* (Dumitrascu, 2011). *Artemia Salina* L. mempunyai klasifikasi sebagai berikut (Asem dkk., 2010) :

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda
Subphylum : Crustacea
Class : Branchiopoda
Ordo : Anostraca
Family : Artemiidae
Genus : *Artemia* Leach
Species : *Artemia Salina* L.

Larva udang *Artemia Salina* L. sebagai uji toksisitas metode BSLT ditunjukkan pada Gambar 2.7



Gambar 2.8 Larva udang Artemia Salina L.

Larva udang *Artemia Salina* L. yang sudah menetas disebut dengan Nauplia. Nauplia mempunyai warna keputih-putihan. Pertumbuhan optimum Nauplia yaitu pada 28 ℃ dan 35 ppt salinitas, sedangkan batas suhu kematian Nauplia yaitu pada 0 ℃ dan 37-38 ℃ (Dumitrascu, 2011).

Uji toksisitas menggunakan metode BSLT (Brine Shrimp Lethality Test) dapat ditinjau dari tingkat kematian larva udang *Artemia Salina* (L.). Kematian larva udang *Artemia Salina* L. diduga disebabkan oleh terhalangnya proses transpor elektron aktif akibat pembentukan ikatan hidrogen antara atom H dari gugus hidroksi yang tersubstitusi pada senyawa basa Schiff dengan protein integral dalam membran sel, sehingga pemasukan ion Na^+ ke dalam membran sel udang *Artemia Salina* L. menjadi tidak terkendali dan menyebabkan pecahnya membran sel (Nurhayati dkk., 2006).

2.8 Sintesis Basa Schiff Dalam Perspektif Islam

Sintesis senyawa basa Schiff dari vanilin dan 2-aminobenzotiazol menggunakan metode pengurusan ini merupakan suatu upaya yang dilakukan agar tidak merusak lingkungan. Allah SWT telah menciptakan alam semesta dengan seimbang, seperti dalam firman Allah SWT dalam surat Al-Baqarah ayat 164 :

اِنَّ فِيْ خَلْقِ السَّمٰوٰتِ وَالْاَرْضِ وَاخْتِلَافِ الَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَالْفُلْكِ الَّتِيْ تَجْرِيْ فِى الْبَحْرِ بِمَا يَنْفَعُ
ۖالنَّاسَ وَمَآ اَنْزَلَ اللّٰهُ مِنَ السَّمَآءِ مِنْ مَّآءٍ فَاَحْيَا بِهِ الْاَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ فِيْهَا مِنْ كُلِّ دَآبَّةٍ
وَّتَصْرِيْفِ الرِّيٰحِ وَالسَّحَابِ الْمُسَخَّرِ بَيْنَ السَّمَآءِ وَالْاَرْضِ لَاٰيٰتٍ لِّقَوْمٍ يَّعْقِلُوْنَ

Artinya : *"Sesungguhnya pada penciptaan langit dan bumi, pergantian malam dan siang, kapal yang berlayar di laut dengan (muatan) yang bermanfaat bagi manusia, apa yang diturunkan Allah dari langit berupa air, lalu dengan itu dihidupkan-Nya bumi setelah mati (kering), dan Dia tebarkan di dalamnya bermacam-macam binatang, dan perkisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi, (semua itu) sungguh, merupakan tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang-orang yang mengerti*." (QS: Al-Baqarah Ayat: 164)

Banyaknya bencana alam yang terjadi tidak hanya menjadi sebuah takdir *Illahi* semata, tetapi juga disebabkan oleh hukum keseimbangan lingkungan yang tidak terjaga. Perubahan yang terjadi akibat rusaknya sistem keseimbangan ekosistem kemudian berdampak pada rusaknya keseimbangan ekologis itu sendiri. Kerusakan yang terjadi saat ini juga sudah semakin beragam, mulai dari kerusakan ekosistem air yang disebabkan berbagai macam pencemaran, kerusakan ekosistem hutan yang disebabakan oleh banyaknya pembalakan liar dan kerusakan ekosistem lainnya. Jika alam tidak dijaga keharmonisan dan keseimbangannya, maka secara hukum alam keteraturan yang ada pada alam akan terganggu dan akan berakibat munculnya bencana alam (Yunianti, 2009).

Nabi Muhammad SAW juga telah menjelaskan tentang betapa pentingnya kita dalam menjaga kelestarian lingkungan hidup, Nabi Muhammad SAW bersabda:

حديث جَابِرِ بْنِ عَبْدِ اللهِ، قَالَ: كَانَتْ لِرِجَالٍ مِنَّا فُضُولُ أَرَضِينَ، فَقَالُوا: نُؤَاجِرُهَا بِالثُّلُثِ وَالرُّبُعِ وَالنِّصْفِ، فَقَالَ النَّبِيُّ صلى الله عليه وسلم: مَنْ كَانَتْ لَهُ أَرْضٌ فَلْيَزْرَعْهَا أَو لِيَمْنَحْهَا أَخَاهُ فَإِنْ أَبَى فَلْيُمْسِكْ أَرْضَهُ

Artinya: *"Hadist Jabir bin Abdullah r.a. dia berkata : Ada beberapa orang dari kami mempunyai simpanan tanah. Lalu mereka berkata: Kami akan sewakan tanah itu (untuk mengelolahnya) dengan sepertiga hasilnya, seperempat dan seperdua. Rasulullah S.a.w. bersabda: Barangsiapa ada memiliki tanah, maka hendaklah ia tanami atau serahkan kepada saudaranya (untuk dimanfaatkan), maka jika ia enggan, hendaklah ia memperhatikan sendiri memelihara tanah itu. "* (HR. Imam Bukhori dalam kitab Al-Hibbah).

Menurut Al-Qardhawi (2001), menjaga lingkungan hidup sama dengan menjaga jiwa, menjaga akal, menjaga keturunan, dan menjaga harta. rasionalitasnya bahwa jika aspek-aspek jiwa, akal, keturunan, dan harta rusak, maka eksistensi manusia dalam lingkungan menjadi ternoda. dalam konsep fiqh lingkungan yang dirumuskan oleh para cendekiawan muslim mencerminkan dinamika fiqh terkait dengan adanya perubahan konteks dan situasi.

Fikih lingkungan memandang hubungan manusia dengan alam sekitar sebagai kesatuan yang tidak dapat dipisahkan, manusia diciptakan dari komponen yang ada dialam semesta, sebagai bukti bahwa manusia bagian yang tak terpisahkan dengan alam (Al-Qardhawi, (2001). Pemeliharaan lingkungan merupakan upaya untuk menciptakan kemaslahatan dan mencegah kemudharatan. Hal ini sejalan dengan *maqāsid al-syarī'ah* (tujuan syariat agama) yang

terumuskan dalam *kulliyāt al-khams*, yaitu: *hifz al-nafs* (melindungi jiwa), *hifz al-aql* (melindungi akal), *hifz al-māl* (melindungi harta), *hifz alnasb* (melindungi keturunan), dan *hifz al-dīn* (melindungi agama) (Istiani dan Purwanto, 2019). Penciptaan manusia memiliki satu kesatuan dengan penciptaan alam meskipun manusia diberi akal dan kemampuan rohani, itu merupakan modal untuk melaksanakan tugas kita sebagai *khalifah fil ardli* untuk senantiasa menjaga kelestarian alam (Abdillah, 2002). Hal ini senada dengan Firman Allah SWT dalam surat Al-A'raf ayat 56 :

وَلَا تُفْسِدُوْا فِى الْاَرْضِ بَعْدَ اِصْلَاحِهَا وَادْعُوْهُ خَوْفًا وَّطَمَعًاۗ اِنَّ رَحْمَتَ اللّٰهِ قَرِيْبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِيْنَ

Artinya: *"Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di muka bumi, sesudah Allah memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik"* (QS: Al-A'raf Ayat: 56)

Dalam konsepsi Islam, manusia merupakan khalifah di muka bumi. Secara etimologis, khalifah merupakan bentuk kata dari *khulifun* yang berarti pihak yang tepat menggantikan posisi pihak yang memberi kepercayaan. Secara terminologis, kata khalifah mempunyai arti yakni pihak yang diberi tanggung jawab oleh pemberi amanat (Allah SWT). Kedudukan dan peranan manusia sebagai makhluk yang telah menerima amanat tersebut tidak lain agar menjaga apa yang telah diciptakan oleh Allah SWT di alam semesta ini. Karena sesungguhnya Allah SWT mengetahui apa-apa yang diperbuat oleh manusia di muka bumi ini.

Dalam tafsir Ibnu Katsir Firman Allah *wa laa tufsiduu fil ardli ba'da islahiHaa* ("Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya.") Allah Ta'ala melarang dari melakukan perusakan dan

hal-hal yang membahayakannya, setelah dilakukan perbaikan atasnya. Karena jika berbagai macam urusan sudah berjalan dengan baik dan setelah itu terjadi perusakan, maka yang demikian itu lebih berbahaya bagi umat manusia. Maka Allah Ta'ala melarang hal itu, dan memerintahkan hamba-hamba-Nya untuk beribadah, berdo'a dan merendahkan diri kepada-Nya, serta menundukkan diri di hadapan-Nya. Maka Allah pun berfirman: *wad'uuHu khaufaw wathama'an* ("Dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut [khawatir tidak diterima] dan harapan [akan dikabulkan].") maksudnya, takut memperoleh apa yang ada di sisi-Nya berupa siksaan, dan berharap pada pahala yang banyak dari sisi-Nya.

Kemudian Allah berfirman: *inna rahmatallaaHi qariibum minal muhsiniin* ("Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik.") artinya rahmat-Nya diperuntukkan bagi orang-orang yang berbuat baik yang mengikuti berbagai perintah-Nya dan meninggalkan semua larangan-Nya. Sebagaimana Firman-Nya yang artinya: "Dan rahmat-Ku meliputi segala sesuatu. Maka akan Aku tetap kan rahmat-Ku itu untuk orang-orang yang bertakwa.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2022 - November 2022 di Laboratorium Kimia Organik Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Univeristas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat gelas, bola hisap, mortar dan alu, neraca analitik, desikator, *melting point apparatus* STUART tipe SMP11, pipa kapiler, pipet volume, pipet tetes, gelas arloji, spatula, labu ukur, tabung reaksi, bejana penetas, gelas vial, alumunium foil, mikropipet ukuran 5-200 µL, lampu neon, kertas saring, dan spektrofotometer FTIR VARIAN tipe FT 1000 dan GC-MS 5973.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya vanilin p.a (Merck), 2-aminobenzotiazol p.a (Merck), kloroform, etanol, NaOH, KBr, dimetil sulfoksida (DMSO), larutan ragi roti, air laut, akuades, dan larva udang *Artemia Salina* (L.).

3.3 Rancangan Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, terdapat beberapa tahapan penelitian yaitu sintesis senyawa basa Schiff dari vanilin dan 2-aminobenzotiazol menggunakan

metode penggerusan. Kemudian dilakukan analisis deskriptif baik secara kualitatif dan kuantitatif pada produk yang dihasilkan. Secara kualitatif meliputi identifikasi senyawa yang dihasilkan seperti sifat kimia dan sifat fisik yang meliputi wujud, warna dan titik lebur produk basa Schiff yang dihasilkan. Sedangkan secara kuantitatif meliputi presentase produk yang dihasilkan. Karakterisasi senyawa basa Schiff dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometer FTIR dan GC-MS. Selanjutnya senyawa basa Schiff yang dihasilkan diuji toksisitasnya menggunakan metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT).

3.4 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Sintesis senyawa basa Schiff dengan perbandingan mol vanilin : 2-aminobenzotiazol (1:1) dengan waktu penggerusan selama 7 jam.
2. Karakterisasi sifat fisik produk sintesis meliputi wujud, warna dan titik lebur.
3. Karakterisasi sifat kimia produk sintesis menggunakan larutan NaOH 0,5M.
4. Karakterisasi produk sintesis menggunakan spektrofotometer FTIR.
5. Karakterisasi produk sintesis menggunakan GC-MS.
6. Uji toksisitas produk sintesis menggunakan metode BSLT.
7. Analisis data

3.5 Cara Kerja

3.5.1 Sintesis Senyawa Basa Schiff dari Vanilin dan 2-aminobenzotiazol menggunakan metode penggerusan

Vanilin sebanyak 4 mmol (0,6085 gram) dan 4 mmol (0,6008 gram) 2-aminobenzotiazol digerus dalam *mortar* selama 7 jam. Padatan yang terbentuk

dikeringkan dalam desikator hingga beratnya konstan. Kemudian ditentukan titik leburnya menggunakan *melting point apparatus*. Kemudian dikarakterisasi sifat kimianya menggunakan larutan NaOH. Selanjutnya padatan hasil sintesis dianalisis menggunakan FTIR dan GC-MS.

3.5.2 Karakterisasi Sifat Fisik Senyawa Basa Schiff

Produk sintesis diamati warna dan wujudnya, selanjutnya diuji titik lebur menggunakan MPA (*Melting Point Apparatus*). Produk sintesis dimasukkan dalam pipa kapiler, kemudian dipasangkan pipa kapiler dan termometer dalam alat MPA. Selanjutnya alat MPA dinyalakan dan diatur suhu kenaikannya sampai 20 ℃ per menit. Setelah itu diturunkan suhunya menjadi 10 ℃ per menit. Jika suhu yang teramati sudah mendekati perkiraan titik lebur senyawa, maka kenaikan suhu diatur menjadi sebesar 1 ℃ per menit. Penentuan titik lebur produk sintesis dibuat dengan sistem *range* dimana titik bawah terukur sejak sampel pertama kali melebur dan titik atas terukur ketika sampel melebur sempurna. Perlakuan diulangi sebanyak 3 kali pada produk sintesis senyawa basa Schiff.

3.5.3 Karakterisasi Sifat Kimia dengan larutan NaOH 0,5M

Produk sintesis sebanyak 0,002 gram dimasukkan dalam 2 tabung reaksi yang berbeda. Kemudian ditambahkan 3 mL akuades pada salah satu tabung reaksi. Tabung reaksi yang lain ditambahkan NaOH 0,5M sebanyak 3 mL. Campuran dalam masing-masing tabung reaksi dikocok dan diamati perubahan yang terjadi.

3.5.4 Karakterisasi Produk Sintesis Menggunakan Spektrofotometer FTIR

Gugus fungsi produk sintesis diidentifikasi dengan menggunakan spektrofotometer FTIR VARIAN tipe FT 1000. Senyawa produk dicampur dengan

KBr (2:98), kemudian digerus dalam mortar agate sampai homogen. Campuran dipress sampai terbentuk pelet, selanjutnya pelet diletakkan di *cell holder* dalam instrumen FTIR dan dibuat spektrum IR pada rentang bilangan gelombang 4000-400 cm^{-1}.

3.5.5 Karakterisasi produk sintesis menggunakan GC-MS

Sebanyak 5 µL produk sintesis yang sudah dilarutkan dalam kloroform dengan konsentrasi 15000 ppm diinjeksikan dengan menggunakan *syringe* ke dalam injektor GC-MS 5973 dengan kondisi operasional sebagai berikut :

Jenis kolom	: AGILENT 19091S-433
Panjang kolom	: 30 meter
Oven	: Terprogram 70 ℃ → 450 ℃ (20 menit)
Temperatur injektor	: 325 ℃
Tekanan gas	: 8,81 psi
Kecepatan aliran gas	: 1,0 mL/menit
Gas pembawa	: Helium
MS *m/z*	: 30 - 360 m/z

3.5.6 Uji Toksisitas Metode BSLT

3.5.6.1 Penetasan Larva Udang *Artemia Salina* L.

Dimasukkan 2,5 mg telur udang *Artemia Salina* L. ke dalam wadah penetasan yang berisi air laut sebanyak 1 L, dan diaerasi. Telur akan menetas setelah ±48 jam dan akan menuju daerah terang melalui sekat. Larva yang sehat bersifat fototropik dan siap digunakan sebagai uji toksisitas menggunakan metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT).

3.5.6.2 Uji Toksisitas Senyawa Basa Schiff

Dibuat larutan kontrol 0 ppm tanpa senyawa basa Schiff dengan cara dimasukkan 100 µL etanol ke dalam gelas vial, kemudian diuapkan. Setelah etanol

menguap ditambahkan 100 µL dimetil sulfoksida (DMSO), kemudian ditambahkan setetes larutan ragi roti dan air laut hingga volumenya 10 mL. Setelah itu, dimasukkan 10 ekor larva udang *Artemia Salina* L.

Pembuatan larutan stok 500 ppm dari senyawa produk basa Schiff dilakukan dengan cara ditimbang senyawa basa Schiff 12,5 mg dan dilarutkan dengan pelarut etanol sebanyak 25 mL dan ditanda bataskan. Dibuat konsentrasi berbeda yaitu 1, 3, 5, 7, 9, 10, 15, 20, 25, 30, dan 35 ppm pada larutan sampel, dengan cara larutan sampel dipipet sebanyak 20, 60, 100, 140, 180, 200, 300, 400, 500, 600, dan 700 µL, lalu dimasukkan ke dalam gelas vial dan pelarutnya diuapkan hingga kering. Setelah itu, ditambahkan air laut sebanyak 2 mL pada botol vial yang kering dan dihomogenkan. Ditambahkan 100 µL dimetil sulfoksida (DMSO). Selanjutnya ditambahkan setetes larutan ragi roti dan air laut sampai volume 10 mL, kemudian dimasukkan 10 ekor larva udang *Artemia Salina* L.

Pengamatan uji toksisitas dengan menghitung larva udang *Artemia Salina* L. yang mati setelah 24 jam dari perlakuan. Kemudian dihitung larva udang yang mati dengan persamaan 3.1.

$$\%\ \text{Mortalitas} = \frac{\text{jumlah larva udang yang mati}}{\text{jumlah larva udang yang diuji}} \text{x} 100\% \ldots. \quad (3.1)$$

Selanjutnya hasil presentase mortalitas yang diperoleh, dapat digunakan untuk mencari nilai LC_{50} dan dibandingkan dengan hasil dari senyawa 2-aminobenzotiazol.

3.5.7 Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini dilakukan dengan menghitung persen (%) hasil sintesis dengan penggerusan selama 7 jam, dengan menimbang produk yang

dihasilkan, dan menghitung rendemen yang diperoleh. Pada karakterisasi sifat fisik akan diamati wujud, warna dan titik lebur produk sintesis menggunakan MPA (*Melting Point Apparatus*), kemudian dibandingkan dengan sifat fisik reaktan. Sedangkan karakterisasi sifat kimia menggunakan larutan NaOH 0,5M, dilakukan untuk mengidentifikasi adanya gugus fenolat pada produk. Pada karakterisasi FTIR, senyawa target mempunyai serapan khas C=N yang kuat dan tajam pada bilangan gelombang 1650-1500 cm^{-1} (Ningsih dan Hanapi, 2018). Karakterisasi produk sintesis basa Schiff lebih lanjut dilakukan dengan GC-MS. Pada GC-MS, dugaan komponen senyawa dalam produk sintesis basa Schiff dapat diketahui berdasarkan berat molekul dan pola fragmentasinya pada spektra massa.

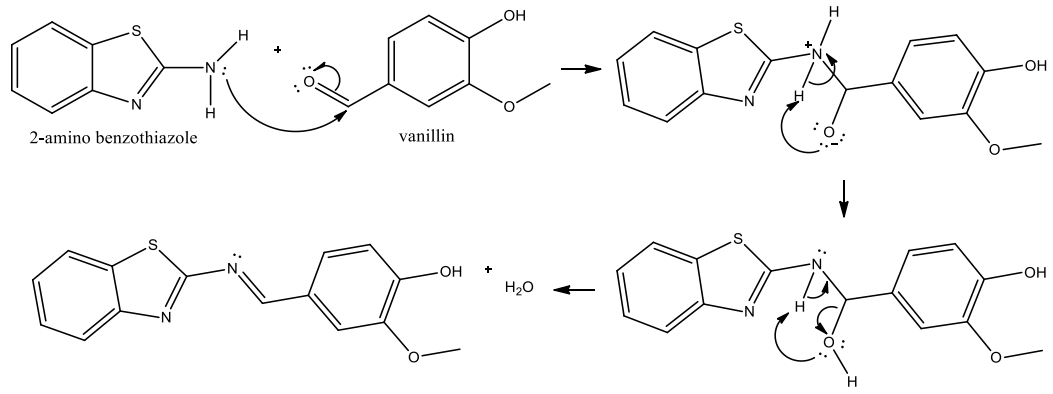
Penentuan nilai *Median Lethal Concentration* (LC_{50}) dapat diketahui menggunakan data dari nilai % mortalitas dan konsentrasi. Tingkat toksisitas senyawa basa Schiff terhadap larva udang *Artemia Salina* L. dapat diketahui berdasarkan nilai LC_{50} yang diperoleh menggunakan analisis probit pada program MINITAB 19 dengan tingkat kepercayaan sebesar 95%. Nilai LC_{50} senyawa basa Schiff kemudian dibandingkan dengan nilai LC_{50} senyawa pembanding (2-aminobenzotiazol) dengan perlakuan yang sama.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Sintesis Senyawa Basa Schiff 2-metoksi-4-((benzotiazol-2-ilimino)metil) fenol

Sintesis senyawa basa Schiff dilakukan menggunakan vanilin dan 2-aminobenzotiazol sebagai reaktan. 2-aminobenzotiazol merupakan senyawa amina primer yang memiliki gugus fungsi -NH_2, sedangkan vanilin adalah senyawa aldehida dengan gugus C=O. Reaksi antara senyawa vanilin dan 2-aminobenzotiazol akan menghasilkan suatu senyawa baru yang mempunyai gugus C=N (imina) sebagai ciri khas dari terbentuknya senyawa basa Schiff. Mekanisme reaksi antara vanilin dan 2-aminobenzotiazol ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Mekanisme reaksi pembentukan senyawa 2-metoksi-4-((benzotiazol-2-ilimino)metil)fenol

Sintesis senyawa basa Schiff 2-metoksi-4-((benzotiazol-2-ilimino)metil) fenol dari vanilin dan 2-aminobenzotiazol dilakukan dengan menggunakan metode penggerusan. Pada proses penggerusan akan terjadi energi kinetik yang dapat mengakibatkan tumbukan antara molekul vanilin dan 2-aminobenzotiazol sehingga terjadi reaksi antara keduanya. Atom C dari gugus karbonil bermuatan parsial positif akibat adanya atom O yang memiliki keelektronegatifan tinggi sehingga atom C mudah diserang oleh nukleofil -NH_2. Gugus -NH_2 dari 2-

aminobenzotiazol kemudian akan menyerang atom C karbonil dari vanilin membentuk zat antara yang akan melepas molekul air menghasilkan produk basa Schiff 2-metoksi-4-((benzotiazol-2-ilimino)metil)fenol dengan gugus khasnya yaitu imina (C=N).

Produk hasil sintesis dikarakterisasi secara fisik meliputi bentuk, warna, %hasil dan titik lebur yang ditunjukkan pada Tabel 4.1. Berdasarkan pada Tabel 4.1 karakter fisik dari produk sintesis berbeda dengan reaktan vanilin dan 2-aminobenzotiazol. Vanilin merupakan padatan berwarna putih dan 2-aminobenzotiazol merupakan padatan berwarna putih keabuan, sedangkan produk sintesis berbentuk padatan berwarna kuning kehijauan. Berdasarkan perbedaan karakter fisik tersebut diduga bahwa telah terbentuk senyawa baru dalam produk sintesis.

Tabel 4.1 Hasil pengamatan fisik reaktan dan produk sintesis

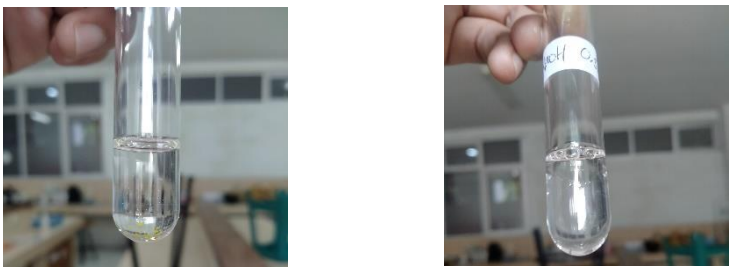
Pengamatan	**Vanilin**	**2-aminobenzotiazol**	**basa Schiff**
Wujud	Padatan	Padatan	Padatan
Warna	Putih	Putih keabuan	Kuning
Massa (gram)	0,6273 g	0,6130 g	1,0981 g
Titik Lebur (℃)	81-83 ℃	126-129 ℃	158-160 ℃

Hasil uji titik lebur dari produk sintesis berbeda dengan titik lebur vanilin dan 2-aminobenzotiazol. Vanilin memiliki titik lebur 81-83℃ dan 2-aminobenzotiazol 126-129 ℃, sedangkan titik lebur dari produk sintesis diantara 158-160 ℃. Perbedaan rentang titik lebur antara produk sintesis dengan vanilin ataupun 2-aminobenzotiazol mengindikasikan dugaan terbentuknya senyawa baru.

4.2 Uji Sifat Kimia Produk Sintesis dengan NaOH

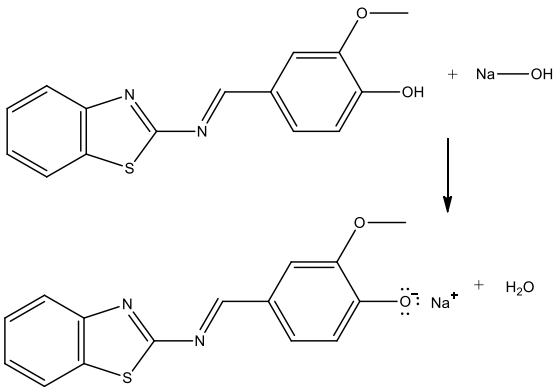
Uji sifat kimia hasil sintesis bertujuan untuk mengetahui dugaan terbentuknya senyawa basa Schiff yang bersifat asam karena merupakan senyawa

fenolat. Hasil uji menunjukkan produk sintesis tidak larut dalam akuades dan larut sempurna dalam larutan NaOH 0,5M. Gambar 4.2 menunjukkan hasil uji sifat kimia produk sintesis dalam larutan NaOH 0,5M.



a) b)

Gambar 4.2 Kelarutan produk sintesis dalam (a) akuades dan (b) larutan NaOH 0,5M



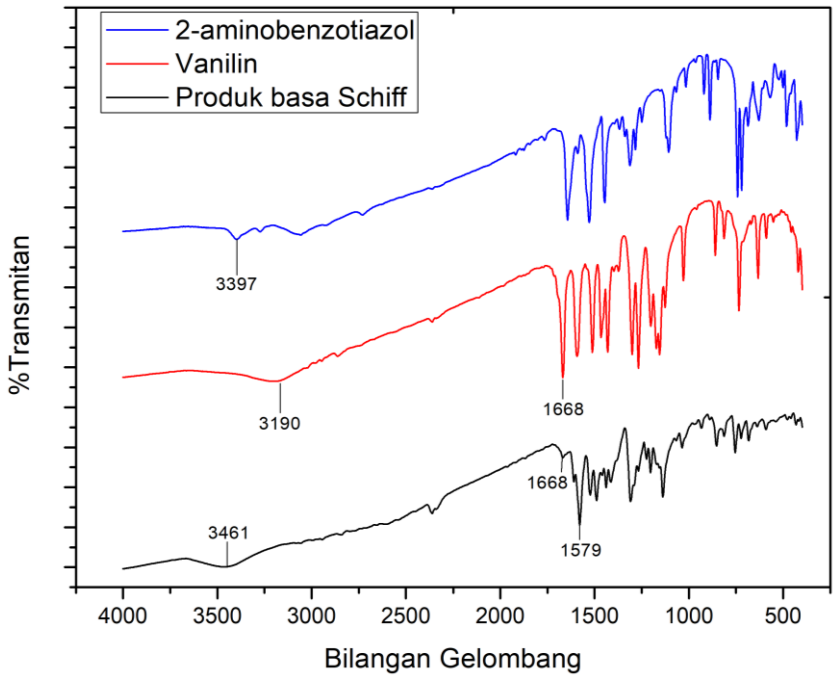
Gambar 4.3 Reaksi senyawa basa Schiff 2-metoksi-4-((benzotiazol-2-ilimino)metil) fenol dengan NaOH

Produk sintesis yang dilarutkan dalam aquades warnanya tidak berubah dan terdapat endapan kuning, sehingga menunjukkan bahwa produk sintesis tidak larut dalam aquades. Produk sintesis ketika dimasukkan dalam larutan NaOH 0,5M warna larutan awalnya berubah menjadi kuning dan terdapat endapan merah, namun ketika dikocok endapan akan hilang dan larutan menjadi bening, sehingga menunjukkan bahwa terdapat gugus fenolat dalam produk sintesis. Senyawa fenolat adalah senyawa yang bersifat asam karena mudah melepaskan ion H^+ dari gugus hidroksil (-OH) yang terikat pada cincin aromatik. Keberadaan ion OH^- pada

NaOH akan menyerang ion H^+ pada senyawa produk dan digantikan dengan ion Na^+, sehingga terbentuk suatu garam fenolat yang larut sempurna dalam air. Gambar 4.3 menunjukkan reaksi asam basa yang terjadi dalam produk sintesis.

4.3 Karakterisasi Produk Sintesis Menggunakan Spektrofotometer FTIR

Analisis menggunakan spektrofotometer FTIR bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat dalam senyawa produk hasil sintesis. Sehingga dapat diketahui adanya perbedaan gugus fungsi antara senyawa produk dengan reaktannya. Gambar 4.4 menunjukkan hasil spektra analisis FTIR dari reaktan dan produk sintesis.



Gambar 4.4 Hasil spektra FTIR produk sintesis

Berdasarkan Gambar 4.4 spektra IR pada produk sintesis memiliki serapan gugus fungsi yang berbeda dengan spektra IR reaktan. Serapan khas senyawa target adalah serapan yang tajam dan kuat dari gugus imina (C=N) pada bilangan gelombang 1579 cm^{-1}. Hasil yang diperoleh mendekati hasil penelitian Singh

(2008) yang telah melakukan sintesis senyawa basa Schiff dari vanilin dan *p*-anisidina menghasilkan produk sintesis dengan serapan khas gugus fungsi C=N pada 1588 cm^{-1}. Hal ini menunjukkan kemungkinan bahwa senyawa basa Schiff 2-metoksi-4-((benzotiazol-2-ilimino)metil)fenol telah terbentuk. Serapan gugus fungsi yang lain dari senyawa produk ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Gugus fungsi dari spektra FTIR produk sintesis

Gugus Fungsi	**Bilangan Gelombang Produk (cm^{-1})**	**Literatur (cm^{-1})**
-OH *strech*	3461	4000-3200 [a)]
C_{sp2}-H *strech* aromatik	3061	3100-3000 [a)]
C_{sp3}-H *strech* alifatik	2944	3000-2800 [a)]
C=C aromatik	1523	1520-1465 [a)]
-C=N- *strech*	1579	1588 [b)]
C-O-C asimetrik	1223	1275-1185 [a)]
C-O *strech*	1203	1300-1000 [a)]
Ar-O-C simetrik	1036	1160-1050 [a)]
C_{sp2}-H *bend* aromatik	853	860-780 [a)]

Keterangan : [a)] Socrates dkk., 2001 [b)]Singh, 2008

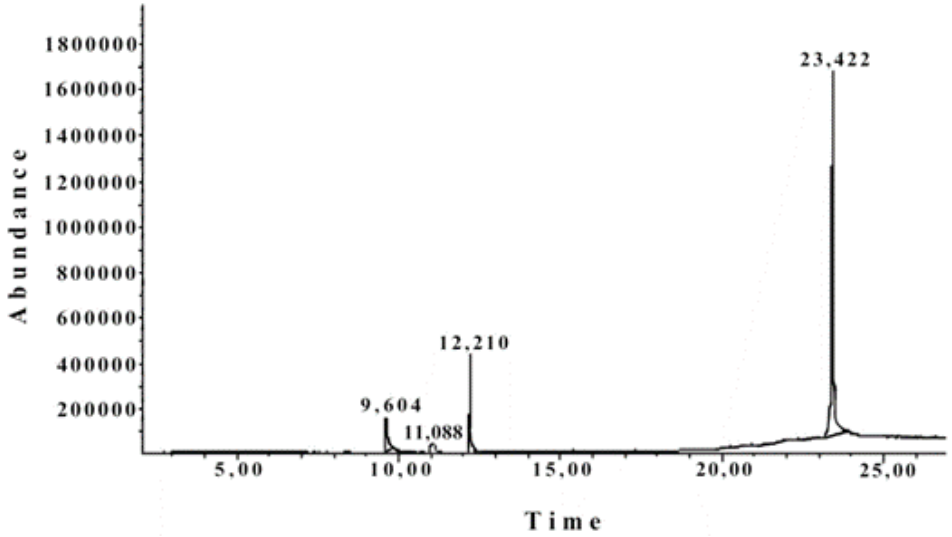
Tabel 4.3 Serapan gugus fungsi reaktan dan produk sintesis

Gugus Fungsi	**Bilangan Gelombang (cm^{-1})**		
	vanilin	**2-aminobenzotiazol**	**basa Schiff**
-O-H *strech*	3190	-	3461
-C=N- *strech*	-	-	1579
-C=O	1668	-	1668
-N-H	-	3397	-

Hasil spektra IR produk sintesis dibandingkan dengan spektra IR reaktan untuk mengetahui keberhasilan sintesis yang telah dilakukan. Perbandingan serapan gugus fungsi antara reaktan dan produk sintesis ditunjukkan pada Tabel 4.3 yang menunjukkan serapan gugus fungsi produk sintesis berbeda dengan vanilin dan 2-aminobenzotiazol. Vanilin memiliki serapan C=O yang kuat dan tajam pada daerah bilangan gelombang 1668 cm^{-1}, pada produk sintesis juga terdapat bilangan gelombang 1668 cm^{-1} yang diduga merupakan sisa reaktan

vanilin. Serapan pada bilangan gelombang 3190 cm^{-1} mengindikasikan gugus fungsi -OH yang ada pada vanilin, dan pada produk sintesis mengalami pergeseran serapan ke arah bilangan gelombang yang lebih besar, yakni pada bilangan gelombang 3461 cm^{-1}. Pergeseran serapan gugus fungsi -OH dimungkinkan karena gugus -OH yang ada pada produk sintesis terikat pada senyawa aromatis dengan sistem terkonjugasi yang lebih panjang daripada gugus -OH yang terikat pada vanilin. Sehingga ikatan -OH yang ada pada produk sintesis lebih pendek dan kaku daripada ikatan -OH yang ada pada vanilin. Hal inilah yang menyebabkan energi vibrasi gugus -OH pada produk sintesis lebih besar daripada energi vibrasi -OH pada vanilin. Pada spektra 2-aminobenzotiazol terdapat serapan gugus fungsi -N-H pada bilangan gelombang 3397 cm^{-1}, sedangkan serapan gugus fungsi -N-H tidak muncul pada spektra produk sintesis. Hal ini dikarenakan ikatan -N-H pada 2-aminobenzotiazol putus dan berikatan dengan karbonil dari vanilin untuk membentuk ikatan kimia yang ada pada produk sintesis, dengan serapan gugus imina yang muncul pada bilangan gelombang 1579 cm^{-1}.

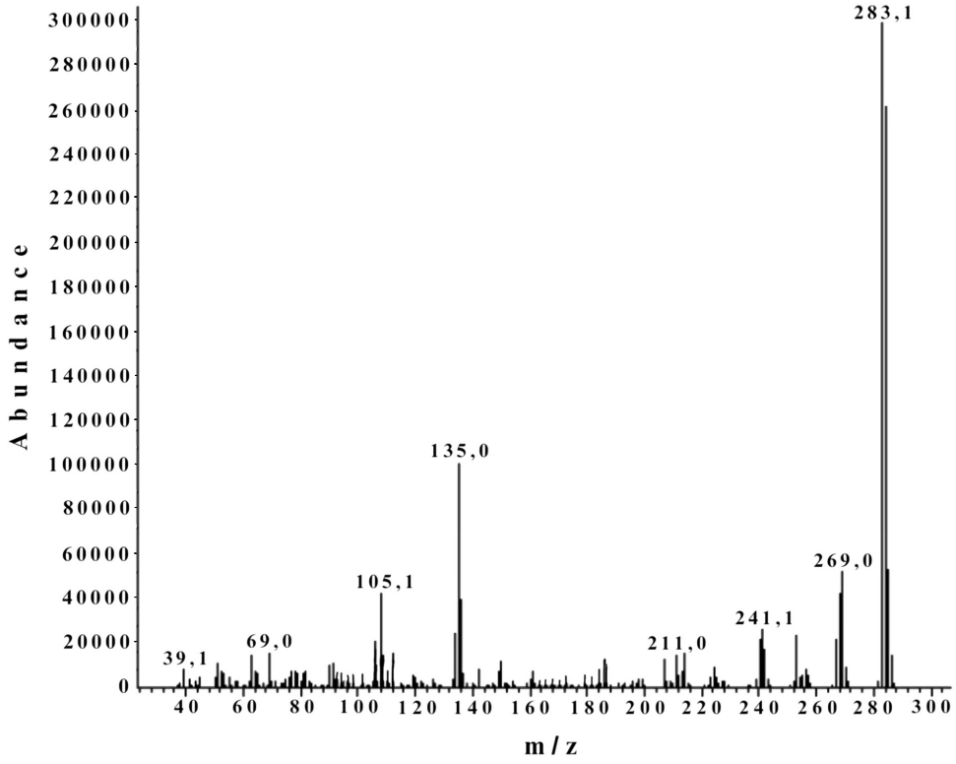
4.4 Karakterisasi Produk Sintesis Menggunakan GC-MS



Gambar 4.5 Kromatogram hasil karakterisasi GC-MS produk sintesis

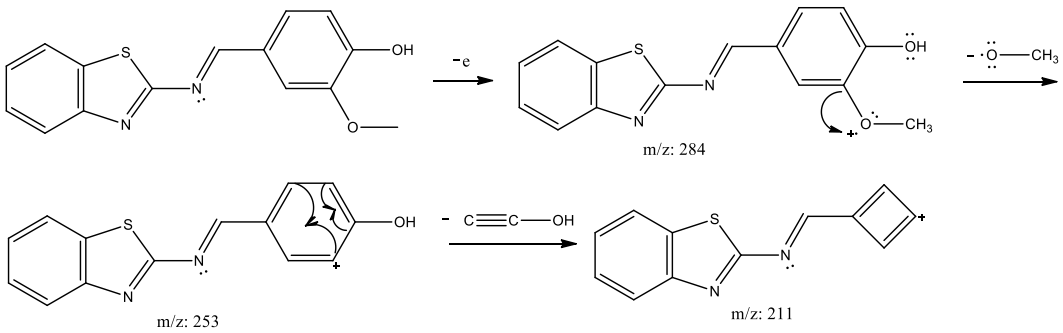
Karakterisasi produk sintesis dengan menggunakan GC-MS berfungsi untuk mengetahui jumlah senyawa dan berat molekul senyawa dalam produk. Jumlah senyawa dilihat dari banyaknya puncak GC. Sedangkan berat molekul dilihat dari nilai *m/z* ion molekularnya pada spektra massa. Struktur senyawa dapat ditentukan berdasarkan pola fragmentasi dari spektra massa yang dihasilkan. Gambar 4.5 menunjukkan hasil kromatogram dari produk sintesis.

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa hasil kromatogram terdiri dari 4 puncak dengan waktu retensi yang berbeda-beda. Puncak tertinggi pada waktu retensi 23,422 menit dengan % luas area sebesar 73,835% diduga adalah produk basa Schiff, hal tersebut didasarkan pada hasil MS-nya yang menunjukkan m/z ion molekular sebesar 284 yang sesuai dengan berat molekul basa Schiff target. Hasil analisis puncak pada waktu retensi 23,422 menit dengan spektrometer massa ditunjukkan pada Gambar 4.6.

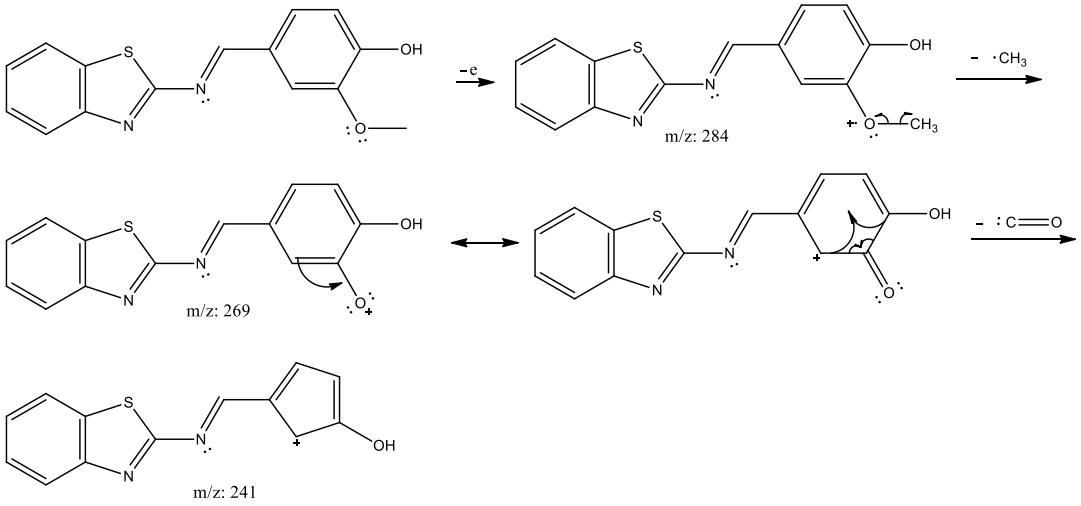


Gambar 4.6 Spektra massa pada waktu retensi 23,422 menit

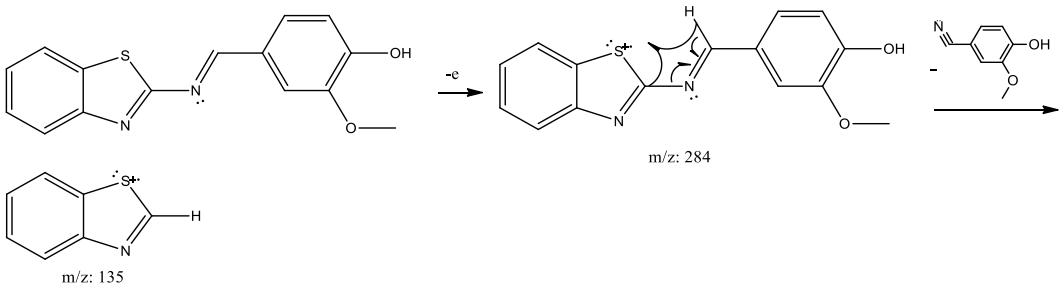
Perkiraan pola fragmentasi senyawa target ditunjukkan pada Gambar 4.7.



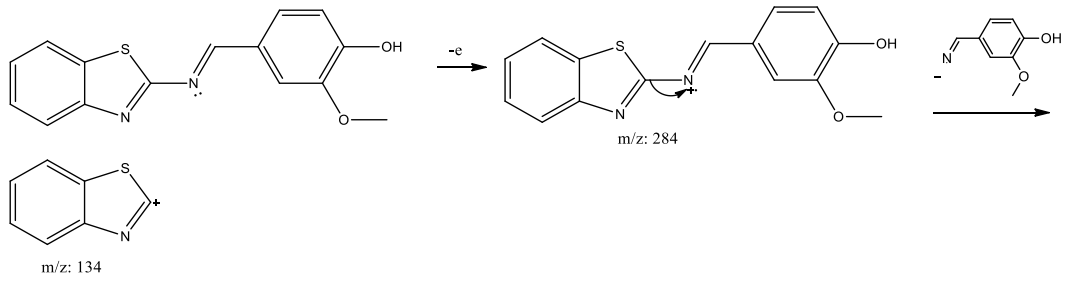
Pola fragmentasi lain :



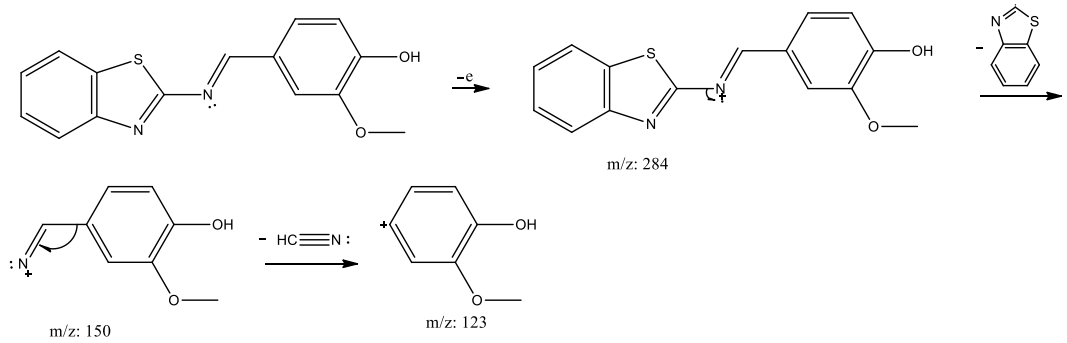
Pola fragmentasi lain :



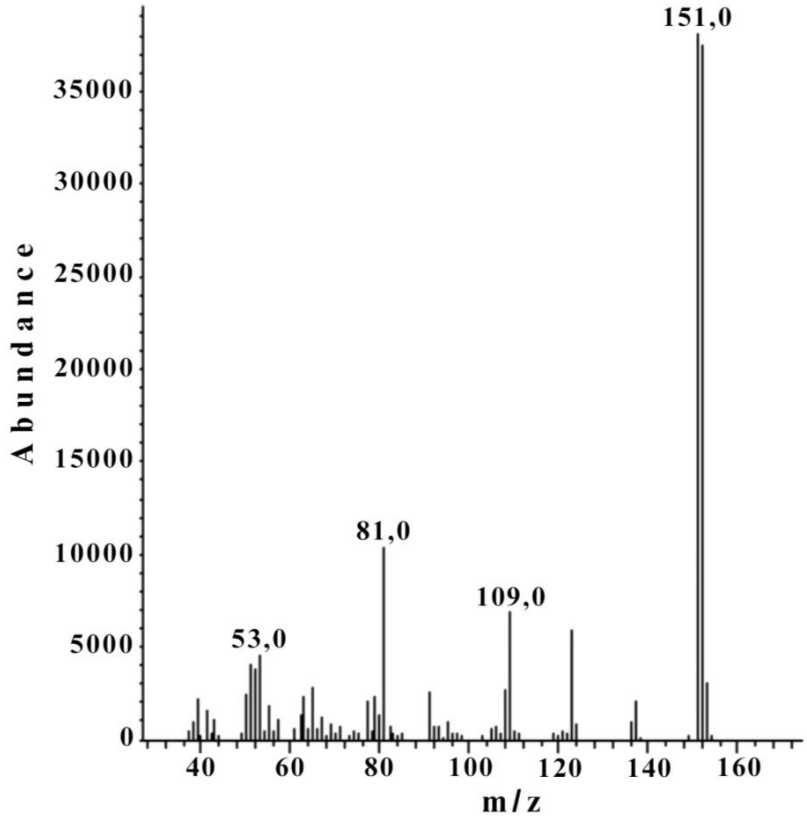
Pola fragmentasi lain :



Pola fragmentasi lain :



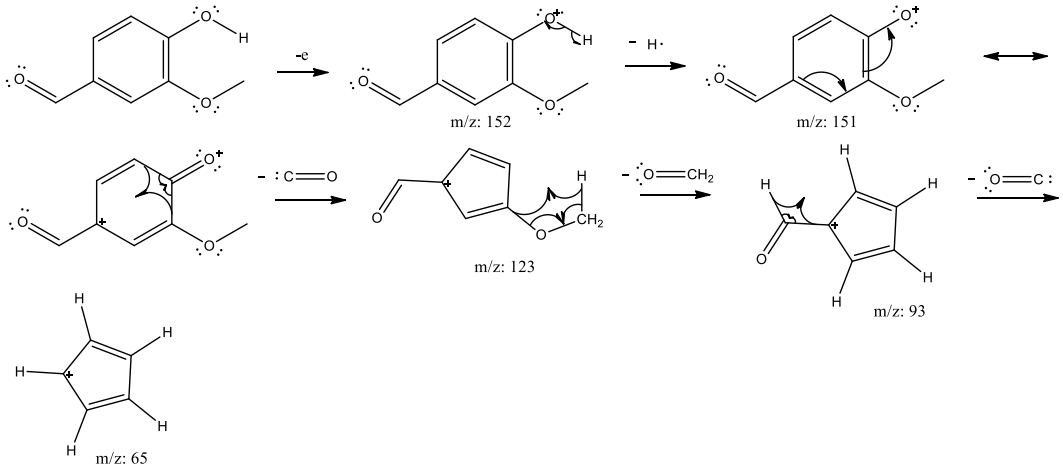
Gambar 4.7 Pola fragmentasi puncak pada waktu retensi 23,422 menit



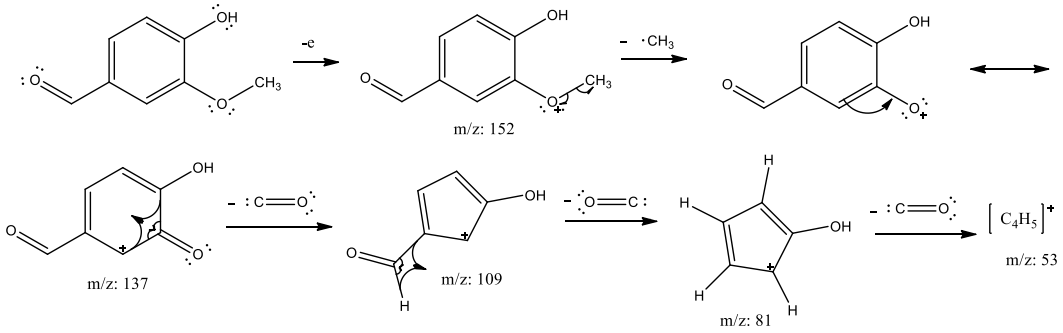
Gambar 4.8 Spektra massa pada waktu retensi 9,604 menit

Puncak pada waktu retensi 9,604 menit dalam Gambar 4.8 dengan % luas area sebesar 7,897% diduga adalah sisa reaktan vanilin, hal tersebut didasarkan pada hasil MS-nya yang menunjukkan m/z ion molekular sebesar 152 yang sesuai dengan berat molekul reaktan vanilin. Hasil analisis puncak pada waktu retensi 9,604 menit dengan spektrometer massa ditunjukkan pada Gambar 4.8.

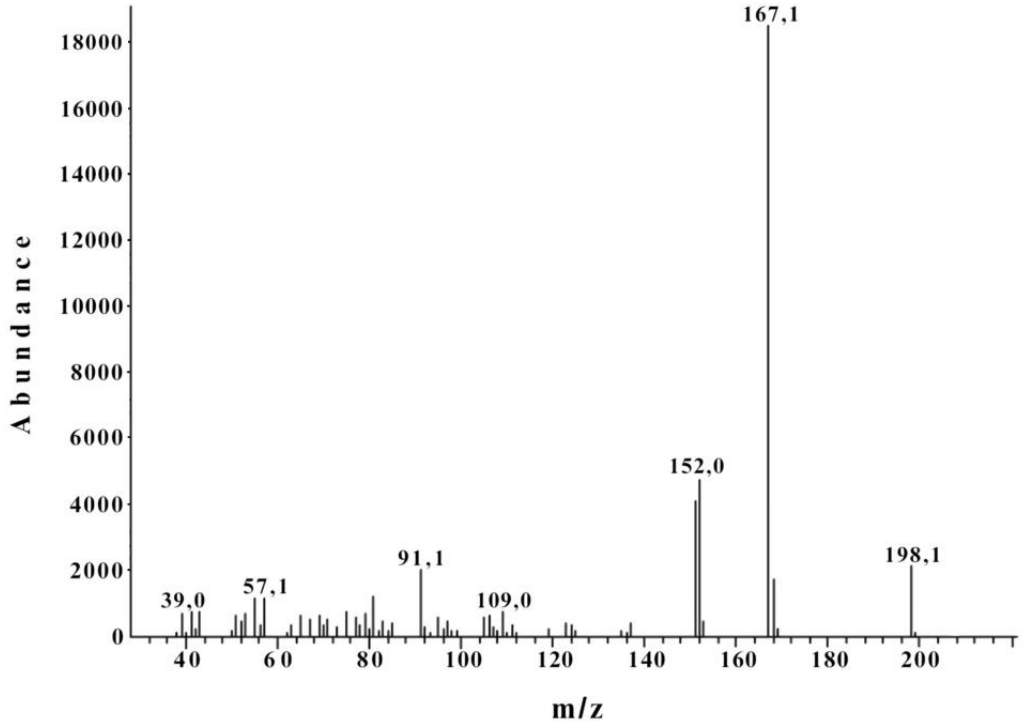
Perkiraan pola fragmentasi senyawa vanilin ditunjukkan pada Gambar 4.9.



Pola fragmentasi lain:



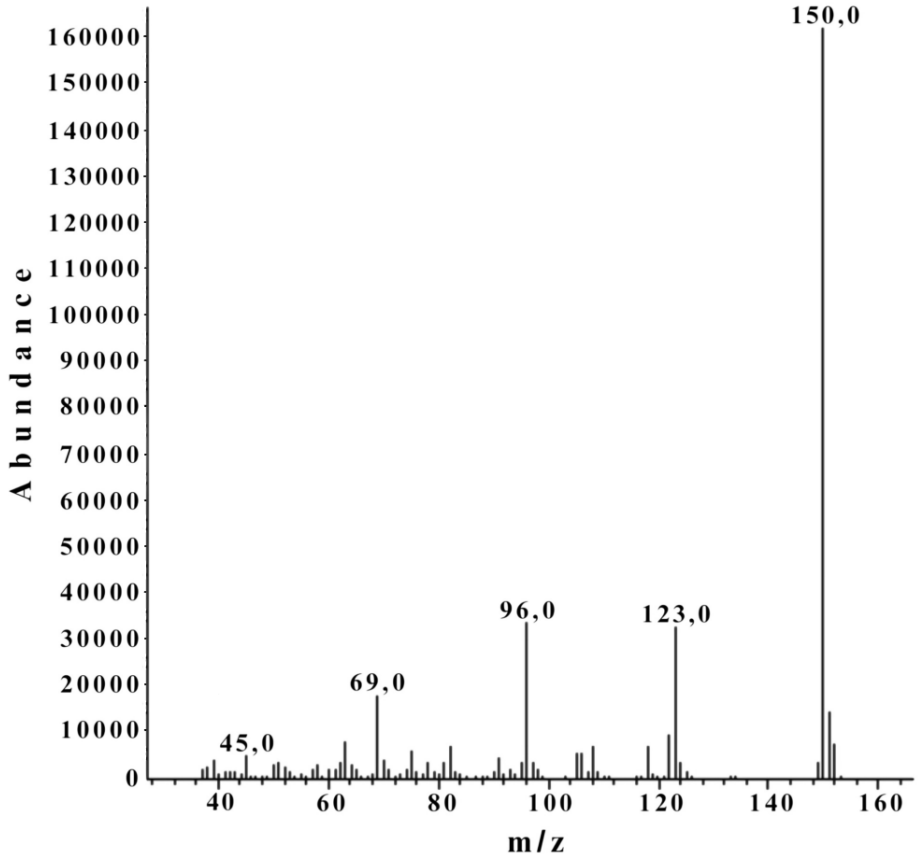
Gambar 4.9 Pola fragmentasi puncak kromatogram pada waktu retensi 9,604 menit



Gambar 4.10 Spektra massa pada waktu retensi 11,088 menit

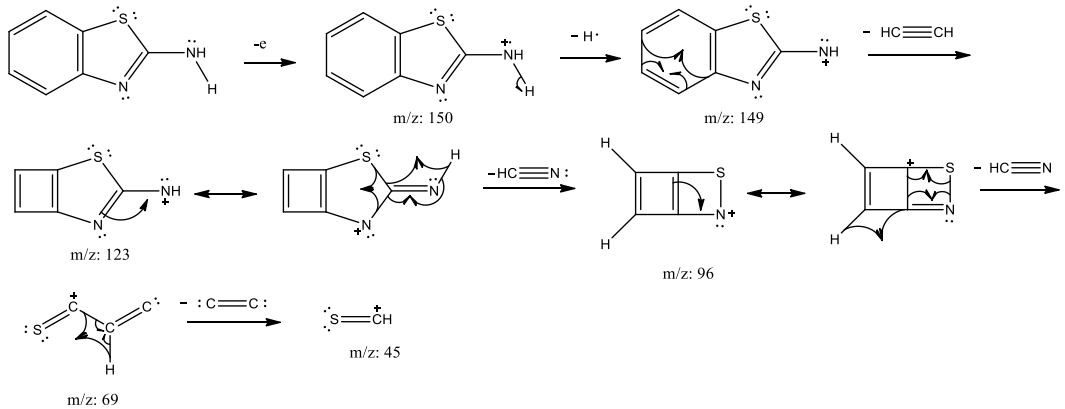
Puncak pada waktu retensi 11,088 menit dengan % luas area sebesar 5,041% diduga adalah pengotor, hal tersebut didasarkan pada hasil MS-nya yang menunjukkan m/z ion molekular sebesar 198 yang tidak sesuai dengan berat molekul basa Schiff maupun reaktan. Hasil analisis puncak pada waktu retensi 11,088 menit dengan spektrometer massa ditunjukkan pada Gambar 4.10.

Puncak pada waktu retensi 12,210 menit dengan % luas area sebesar 13,226% diduga adalah sisa reaktan 2-aminobenzotiazol, hal tersebut didasarkan pada hasil MS-nya yang menunjukkan m/z ion molekular sebesar 150 yang sesuai dengan berat molekul reaktan 2-aminobenzotiazol. Hasil analisis puncak pada waktu retensi 12,210 menit dengan spektrometer massa ditunjukkan pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Spektra massa pada waktu retensi 12,210 menit

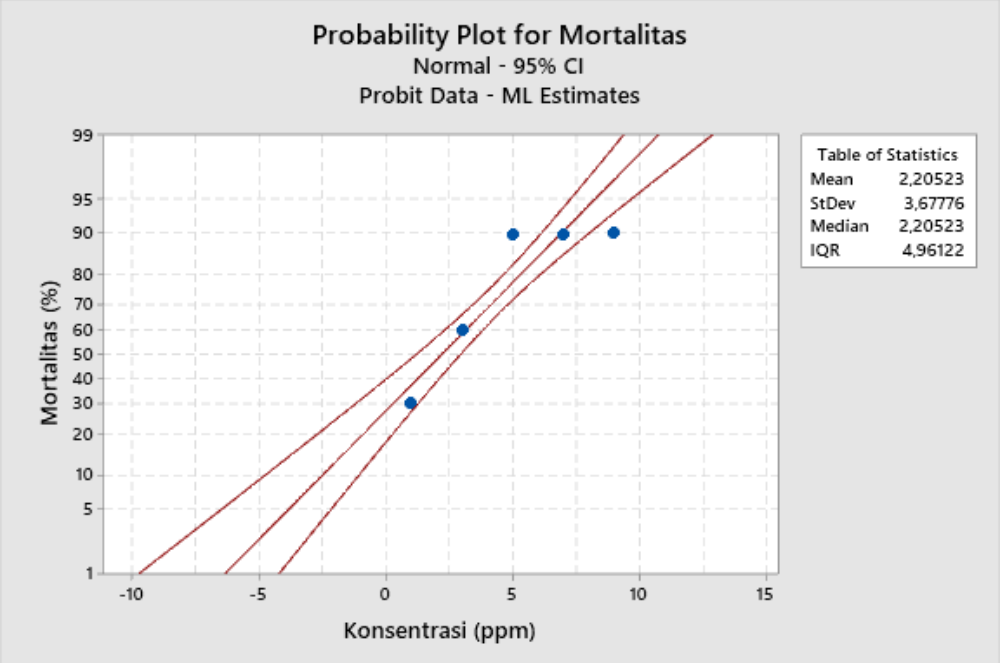
Perkiraan pola fragmentasi senyawa 2-aminobenzotiazol ditunjukkan pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Pola fragmentasi puncak kromatogram pada waktu retensi 12,210 menit.

4.6 Uji Toksisitas

Uji toksisitas senyawa basa Schiff 2-metoksi-4-((benzotiazol-2-ilimino) metil)fenol dilakukan dengan menggunakan metode BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*). BSLT merupakan metode awal untuk mengetahui berbagai bioaktivitas dari suatu sampel menggunakan larva udang sebagai hewan uji coba. Metode ini bertujuan untuk mengetahui sifat toksik senyawa yang ditandai dengan kematian larva udang. Hasil uji toksisitas senyawa basa Schiff dinyatakan dengan nilai LC_{50} (*Median Lethal Concentration*). LC_{50} merupakan suatu jumlah konsentrasi optimum dimana organisme dalam suatu perlakuan dapat terbunuh sebanyak 50%. Nilai LC_{50} dapat diperoleh melalui metode *probit analysis* menggunakan data yang dianalisa melalui komputer.



Gambar 4.13 Kurva analisa probit senyawa basa Schiff

Hasil uji toksisitas senyawa basa Schiff 2-metoksi-4-((benzotiazol-2-ilimino)metil)fenol terdapat pada lampiran 5.1 (hasil uji toksisitas senyawa basa

Schiff). Sedangkan hasil analisa probit senyawa basa Schiff 2-metoksi-4-((benzotiazol-2-ilimino)metil)fenol ditunjukkan pada Gambar 4.13.

Gambar 4.13 menunjukkan plot uji distribusi suatu data. Sebaran distribusi suatu data dapat dikatakan normal apabila data tersebut berada pada titik-titik yang mengikuti garis lurus. Oleh karena itu, berdasarkan plot uji distribusi dapat diketahui bahwasanya data konsentrasi pada penelitian ini yaitu merupakan sebaran distribusi normal.

Selain plot probabilitas, Gambar 4.13 menunjukkan pula nilai rata rata (*mean*) sebesar 2,205 ppm, standar deviasi sebesar 3,677 ppm, nilai tengah (*median*) sebesar 2,205 ppm, serta nilai interkuartil (selisih antara Q_3 dan Q_1) sebesar 4,961 ppm. Berdasarkan Lampiran 5.1 dapat ditunjukkan bahwasanya terdapat hubungan (korelasi) linear antara konsentrasi dengan jumlah kematian (mortalitas) larva udang *Artemia salina* L., hal tersebut berdasarkan hasil tabel korelasi dimana nilai *p-value* pada uji tabel regresi menunjukkan nilai *p-value* (0,000) < α (0,05), sehingga mengindikasikan bahwasanya konsentrasi memiliki pengaruh yang signifikan terhadap mati atau tidaknya larva udang *Artemia Salina* L.

Tabel 4.4 Hubungan konsentrasi dengan persen mortalitas

Konsentrasi	% Mortalitas
1	30%
3	60%
5	90%
7	92%
9	98%
10	100%
15	100%
20	100%
25	100%
30	100%

35	100%

Pada gambar 4.13 kurva analisa probit, terdapat tiga (3) garis yaitu *lower line, percentile line, serta upper line. Lower line* merupakan garis batas bawah yang menunjukkan konsentrasi terendah pada setiap persentase mortalitas. *Percentile line* merupakan garis normal yang berada di tengah-tengah kurva analisa probit yang menunjukkan keberadaan ada atau tidak adanya hubungan antara konsentrasi dengan persentase mortalitas. Sedangkan itu, *upper line* merupakan garis batas atas yang menunjukkan konsentrasi teratas pada setiap persentase mortalitas. Hubungan linearitas antara konsentrasi dengan jumlah kematian (mortalitas) larva udang *Artemia Salina* L. ditampilkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa konsentrasi larutan sampel berbanding lurus dengan % mortalitas larva udang *Artemia Salina* L., dimana semakin besar konsentrasi larutan sampel maka kematian larva udang *Artemia Salina* L. juga akan semakin besar. Berdasarkan hasil *probit analysis* menggunakan software minitab 19 dengan taraf kepercayaannya sebesar 95% pada gambar 4.13, nilai LC_{50} (*Median Lethal Concentration*) senyawa basa Schiff 2-metoksi-4-((benzotiazol-2-ilimino)metil)fenol diambil dari nilai *median* (*persentile* 50) yaitu sebesar 2,205 ppm. Hal tersebut dapat berarti bahwasanya senyawa basa Schiff dengan konsentrasi sebanyak 2,205 ppm dapat membunuh 50% organisme uji, dalam hal ini larva udang *Artemia salina* L.

Menurut Hamidi dkk. (2014), penggolongan toksisitas berdasarkan nilai LC_{50} dibagi menjadi 4 macam, yaitu $LC_{50} > 1000$ ppm (non-toksik), $LC_{50} \geq 1000$-500 ppm (toksik tingkat rendah), $LC_{50} \geq 500$-100 (toksik tingkat medium) serta $LC_{50} \leq 100$-0 ppm (sangat toksik). Senyawa basa Schiff 2-metoksi-4-

((benzotiazol-2-ilimino)metil)fenol memiliki nilai LC_{50} sebesar 2,205 ppm (LC_{50} ≤ 100-3 ppm), sehingga dapat diasumsikan bahwasanya produk senyawa basa Schiff hasil reaksi antara vanilin dan 2-aminobenzotiazol memiliki toksisitas yang sangat tinggi sehingga berpotensi sebagai anti kanker (Shokrollahi dkk., 2019), pestisida dan anti bakteri (Rosyidah dkk., 2020). Perbandingan nilai LC_{50} (Median Lethal Concentration) antara produk dengan 2-aminobenzotiazol ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Nilai LC_{50} antara produk dan 2-aminobenzotiazol

Sampel	LC_{50} (ppm)
2-metoksi-4-((benzotiazol-2-ilimino)metil)fenol	2,205 ppm
2-aminobenzotiazol	2,42 ppm

Berdasarkan Tabel 4.5 dapat dilihat bahwasanya senyawa basa Schiff 2-metoksi-4-((benzotiazol-2-ilimino)metil)fenol memiliki nilai toksisitas yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan reaktannya Mustofa (2019) melakukan uji toksisitas terhadap senyawa p-anisidina menghasilkan nilai LC_{50} sebesar 22,42 ppm, sedangkan Laili (2020) melakukan uji melakukan uji toksisitas terhadap senyawa 4-formilpiridina menghasilkan nilai LC_{50} sebesar 43,64 ppm.

4.7 Tinjauan Sintesis Senyawa Basa Schiff dalam Perspektif Islam

Penelitian ini mengkaji tentang uji toksisitas senyawa 2-metoksi-4-((benzotiazol-2-ilimino)metil)fenol yang berpotensi sebagai antikanker. Mengkaji lebih lanjut tentang ciptaanNya merupakan salah satu bentuk ibadah kepada Allah SWT yaitu dengan cara menjalankan perintahNya untuk memikirkan dan merenungkan hikmah yang terkandung dalam ciptaanNya. Gelar *Ulul Albab* diberikan oleh Allah SWT kepada orang yang berfikir melalui aspek mata akal

(fikir dan nadzar), observasi (pengamatan), mata hati (dzikir) dan intropeksi (muhasabbah, penghayatan dan perenungan) (Syafruddin dalam Ahmad, 2003). Sebagaimana firman Allah SWT dalam surat Al Imran ayat 190 yang berbunyi :

اِنَّ فِيْ خَلْقِ السَّمٰوٰتِ وَالْاَرْضِ وَاخْتِلَافِ الَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَاٰيٰتٍ لِّاُولِى الْاَلْبَابِۙ

Artinya: "Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi serta pergantian malam dan siang terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berakal" (QS. Al Imran: 190)

Semua yang ada dan terjadi di muka bumi ini tidak berjalan dengan sendirinya, melainkan dengan kehendak Allah SWT seperti manfaat serta perubahan yang terkandung dalam ciptaanNya. Melalui berfikir, merenungkan dan menganalisis ciptaan-ciptaan Allah SWT maka akan tumbuh rasa tawakal dan berserah diri terhadap kekuasaan dan kebesaran Allah SWT. Pada penelitian ini mengkaji tentang uji toksisitas senyawa 2-metoksi-4-((benzotiazol-2-ilimino) metil)fenol yang berpotensi sebagai antikanker.

Salah satu bentuk berfikir adalah dengan adanya penelitian tentang uji toksisitas senyawa 2-metoksi-4-((benzotiazol-2-ilimino)metil)fenol. Senyawa 2-metoksi-4-((benzotiazol-2-ilimino)metil)fenol memiliki nilai LC_{50} sebesar 2,205 ppm. Nabi Muhammad SAW telah bersabda :

حَدَّثَنَا هَارُونُ بْنُ مَعْرُوفٍ وَأَبُو الطَّاهِرِ وَأَحْمَدُ بْنُ عِيسَى قَالُوا حَدَّثَنَا ابْنُ وَهْبٍ أَخْبَرَنِي عَمْرٌو وَهُوَ ابْنُ الْحَارِثِ عَنْ عَبْدِ رَبِّهِ بْنِ سَعِيدٍ عَنْ أَبِي الزُّبَيْرِ عَنْ جَابِرٍ عَنْ رَسُولِ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ أَنَّهُ قَالَ لِكُلِّ دَاءٍ دَوَاءٌ فَإِذَا أُصِيبَ دَوَاءُ الدَّاءِ بَرَأَ بِإِذْنِ اللَّهِ عَزَّ وَجَلَّ

Artinya: "*Telah menceritakan kepada kami Harun bin Ma'ruf dan Abu Ath Thahir serta Ahmad bin 'Isa mereka berkata; Telah menceritakan kepada kami Ibnu Wahb; Telah mengabarkan kepadaku 'Amru, yaitu Ibnu al-Harits*

> *dari 'Abdu Rabbih bin Sa'id dari Abu Az Zubair dari Jabir dari Rasulullah shallallahu 'alaihi wasallam, beliau bersabda: "Setiap penyakit ada obatnya. Apabila ditemukan obat yang tepat untuk suatu penyakit, akan sembuhlah penyakit itu dengan izin Allah 'azza wajalla.*" (HR Muslim)

Menurut Ibnu Qayyim dalam kitabnya yang berjudul Ath-Thibb an-Nabawi menyampaikan bahwa redaksi "setiap penyakit ada obatnya" bersifat secara umum. Allah menciptakan obat-obatan untuk menyembuhkan berbagai penyakit. Hadits di atas mengisyaratkan perintah untuk berobat. Menurut Ibnu Qayyim, berobat sama sekali tidak bertentangan dengan tawakkal. Allah SWT menciptakan segala sesuatu sesuai dengan ketentuanNya, dan disertai dengan hikmah didalamnya. Kanker merupakan salah satu penyakit ganas yang menyebabkan kematian, sehingga penelitian ini dilakukan untuk mencari penawar dari kanker. Pada penelitian ini senyawa 2-metoksi-4-((benzotiazol-2-ilimino)metil)fenol memiliki potensi sebagai antikanker.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian yaitu :

1. Produk sintesis senyawa basa Schiff memiliki karakter fisik berupa padatan berwarna kuning dengan titik lebur sebesar 158-160 ℃. Hasil uji kimia menunjukkan bahwa produk sintesis larut sempurna dalam larutan NaOH 0,5M karena memiliki gugus fenolat dan tidak larut dalam aquades. Produk sintesis juga menunjukkan adanya serapan gugus C=N yang khas yaitu pada bilangan gelombang 1579 cm^{-1} pada spektra FTIR. Hal tersebut didukung dengan hasil GC-MS yang mendeteksi adanya puncak tertinggi pada waktu retensi 23,422 menit dengan luas area sebesar 73,835%, serta memiliki ion molekuler m/z 284 yang sesuai dengan berat molekul senyawa basa Schiff 2-metoksi-4-((benzotiazol-2-ilimino)metil) fenol.
2. Hasil uji toksisitas senyawa basa Schiff 2-metoksi-4-((benzotiazol-2-ilimino) metil)fenol menggunakan metode BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*) menunjukkan nilai LC_{50} sebesar 2,205 ppm.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan sintesis senyawa basa Schiff dengan metode yang lain seperti menggunakan katalis pelarut alami maupun kimia untuk mengefisiensi waktu sintesis dan memperbesar nilai % kemurnian produk basa Schiff.
2. Perlu dilakukan uji toksisitas terhadap hewan uji lain seperti tikus atau yang lain untuk mengetahui lebih dalam toksisitas basa Schiff 2-metoksi-4-

((benzotiazol-2-ilimino)metil)fenol sebelum dilakukan uji sitotoksik senyawa basa Schiff terhadap sel kanker.

DAFTAR PUSTAKA

Abdillah, M. 2002. *Fikih Lingkungan: Panduan Spriritual Hidup Berwawasan Lingkungan*. Upp Ampykpn Press.

Adawiyah, R. 2017. Sintesis Senyawa Basa Schiff Dari Vanilin Dan P-Anisidin Menggunakan Metode Penggerusan. In *Skripsi* (Vol. 91, Issue 5). Universitas Islam Negeri Malang.

Al-Amiery, A. A., Kadhum, A. A. H., Kadihum, A., Mohamad, A. B., How, C. K., dan Junaedi, S. 2014. Inhibition Of Mild Steel Corrosion In Sulfuric Acid Solution By New Schiff Base. *Materials*, *7*(2), 787–804.

Al-Qardhawi, Y. 2001. *Islam Agama Ramah Lingkungan, Terjemahan Abdullah Hakim Shah*. Pustaka Al-Kautsar.

Alfin, M. 2021. *Sintesis Dan Uji Toksisitas Senyawa Basa Schiff Dari 4-Formilpiridina Dan P-Anisidina Dengan Variasi Waktu Stirrer Menggunakan Pelarut Air*. Universitas Islam Negeri Malang.

Anis, I., Afza, N., Aslam, M., Noreen, Z., Hussain, A., dan Hussain, M. T. 2013. *Synthesis , Characterization , Antimicrobial And Cytotoxic Evaluation Of A Bidentate Schiff Base Ligand: {5-Chloro-2-[(4-Nitrobenzylidene)Amino] Phenyl}(Phenyl)Methanone And Its Transition Metal (Ii) Complexes*. *35*(6), 1508–1515.

Asem, A., Rastegar-Pouyani, N., dan De Los Ríos-Escalante, P. 2010. The Genus Artemia Leach, 1819 (Crustacea: Branchiopoda). I. True And False Taxonomical Descriptions. *Latin American Journal Of Aquatic Research*, *38*(3), 501–506.

Ashraf, M. A., Mahmood, K., Wajid, A., Yusoff, I. Bin, dan Maah, M. J. 2011. Synthesis, Characterization And Biological Activity Of Schiff Bases. *International Proceedings Of Chemical, Biological And Environmental Engineering*, *10*, 1–7.

Bendale, A. R., Bhatt, R., Nagar, A., Narkhede, S., Jadhav, A. G., dan Vidyasagar, G. 2011. Schiff Base Synthesis By Unconventional Route: An Innovative Green Approach. *In Der Pharma Chemica*, *3*(2), 34–38.

Caballero, B., Finglas, P., dan Toldrá, F. 2016. *Encyclopedia Of Food And Health - 1st Edition*.

Dumitrascu, M. 2011. Artemia Salina. *Balneo Research Journal*, *2*(4), 119–122.

Gaffney, J. S., Marley, N. A., dan Jones, D. E. 2012. Fourier Transform Infrared Spectra. *Fourier Transform Infrared (Ftir) Spectroscopy*.

Habibi, M., Beyramabadi, S. A., Allameh, S., Khashi, M., Morsali, A., Pordel, M., dan Khorsandi-Chenarboo, M. 2017. Synthesis, Experimental And Theoretical Characterizations Of A New Schiff Base Derived From 2-Pyridincarboxaldehyde And Its Ni (Ii) Complex. *Journal Of Molecular Structure*, *1143*, 424–430.

Hameed, A. A., dan Hassan, F. 2014. Synthesis, Characterization And Antioxidant Activity Of Some 4-Amino-5-Phenyl- 4h-1, 2, 4-Triazole-3-Thiol Derivatives. *International Journal Of Applied Science And Technology*, *4*(2), 1–11.

Hameed, A., Al-Rashida, M., Uroos, M., Abid Ali, S., dan Khan, K. M. 2017. Schiff Bases In Medicinal Chemistry: A Patent Review (2010-2015). *Expert Opinion On Therapeutic Patents*, *27*(1), 63–79.

Hamidi, M. R., Jovanova, B., dan Panovska, T. K. 2014. Toxicological Evaluation Of The Plant Products Using Brine Shrimp (Artemia Salina L.) Model. *Macedonian Pharmaceutical Bulletin*, *60*(01), 9–18.

Handayani, S., Arianingrum, R., dan Haryadi, W. 2011. Vanillin Structure Modification Of Isolated Vanilla Fruit (Vanilla Planifolia Andrews) To Form Vanillinacetone. *Asian Chemical Conggres*, 252–258.

Hussain, Z., Yousif, E., Ahmed, A., dan Altaie, A. 2014. Synthesis And Characterization Of Schiff's Bases Of Sulfamethoxazole. *Organic And Medicinal Chemistry Letters*, *4*(1), 1–4.

Istiani, M., dan Purwanto, M. R. 2019. Fiqh Bi'ah Dalam Perspektif Al-Quran. *Jurnal Mahasiswa Fiai-Uii, At-Thullab*, *1*(1).

Jayaprakash, R., Srinivasan, H., Deivanayagam, E., dan Sha, S. K. 2016. Qsar , Brine Shrimp Lethal Assay And Antimicrobial Studies On Synthesized L-Tryptophan-2 , 4-Dihydroxy Benzaldehyde Schiff Base. *International Journal Of Chemtech Research*, *9*(06), 48–54.

Kumar, J., Rai, A., dan Raj, V. 2017. A Comprehensive Review On The Pharmacological Activity Of Schiff Base Containing Derivatives. *Organic dan Medicinal Chemistry International Journal*, *1*(3).

Kumar, R., Sharma, P. K., dan Mishra, P. S. 2012. A Review On The Vanillin Derivatives Showing Various Biological Activities. *International Journal Of Pharmtech Research*, *4*(1), 266–279.

Kusumaningrum, V. A. 2020. Sintesis, Karakterisasi Dan Uji Aktivitas Antioksidan Senyawa Basa Schiff Dari Vanilin Dan P-Anisidina. In *Kimia Organik Uin Malang*. Universitas Islam Negeri Malang.

Lovely, S. K. L. P., dan Christudhas, M. 2013. Synthesis, Characterization And Biological Activities Of Schiff Base Complexes Of Cu(Ii), Ni(Ii), And Co(Ii) With 4-Pyridine Carboxaldehyde And 3-Aminopyridine. *Journal Of Chemical And Pharmaceutical Research*, *5*(2), 184–191.

Madhavi, K., dan Kavya, T. 2017. Synthesis Of Novel 5-Aminosalicylic Acid Schiff Bases By Grinding Method: Evaluation For In Vitro Antioxidant And Antibacterial Activities. *International Research Journal Of Pharmacy*, *8*(12), 99–103.

Montalvão, S., Leino, T. O., Kiuru, P. S., Lillsunde, K. E., Yli-Kauhaluoma, J., dan Tammela, P. 2016. Synthesis And Biological Evaluation Of 2-Aminobenzothiazole And Benzimidazole Analogs Based On The Clathrodin Structure. *Archiv Der Pharmazie*, *349*(2), 137–149.

Mustofa. 2019. Uji Toksisitas Senyawa Basa Schiff Hasil Sintesis Dari Vanilin Dan P-Anisidin. In *Kimia Uin Malang*. Universitas Islam Negeri Malang.

Nadhifah, H. 2020. *Green Synthesis Senyawa Basa Schiff 2-Metoksi-6(((4-Metoksifenil)Imino)Metil)Fenol Dari O-Vanilin Dan P-Anisidina Dengan Pelarut Air Menggunakan Metode Penggerusan Pada Variasi Waktu 30, 45, Dan 60 Menit*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Nafiah, S. A. 2020. *Uji Aktivitas Antioksidan Dan Uji Toksisitas Senyawa Basa Schiff Dari O-Vanilin Dan Anilina* (Issue July). Uin Malang.

Naqvi, A., Shahnawaaz, M., Rao, A. V., Seth, D. S., dan Sharma, N. K. 2009. Synthesis Of Schiff Bases Via Environmentally Benign And Energy-Efficient Greener Methodologies. *E-Journal Of Chemistry*, *6*(Suppl. 1).

Neelima, Poonia, K., Siddiqui, S., Arshad, M., dan Kumar, D. 2015. *In Vitro Anticancer Activities Of Schiff Base And Its Lanthanum Complex*. 1–26.

Ningsih, R., dan Hanapi, A. 2019. *Green Synthesis, Karakterisasi Dan Aktivitas Antikorosi Senyawa Turunan Imina Dari O-Vanilin Repository Of Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Of Malang*.

Nurhayati, A. P. D., Abdulgani, N., dan Febrianto, R. 2006. Uji Toksiistas Ekstrak Eucheuma Alvarezii Terhadap Artemia Salina Leach Studi Pendahulan Potensi Antikanker. *Akta Kimindo*, *2*(1), 41–46.

O'neil, M. . 2013. The Merck Index: An Encyclopedia Of Chemicals, Drugs, And Biologicals, 15th Edition Edited By M.J.O'neil, Royal Society Of Chemistry, Cambridge, Uk Isbn 9781849736701; 2708 Pages. April 2013, $150 With 1-Year Free Access To The Merck Index Online. *Drug Development Research*, *74*(5), 339.

Oloyede-Akinsulere, A. I., dan Babajide, J. O. 2018. Synthesis, Antibacterial And Antioxidant Activities Of Some Tridentate Substituted Salicylaldimines. *Asian Journal Of Applied Chemistry Research*, *1*(4), 1–10.

PAC. 1995. *Glossary Of Class Names Of Organic Compounds And Reactivity Intermediates Based On Structure* (Vol. 67).

Patil, U., Khan, A., Nagarsekar, A., Mandewale, M., dan Yamgar, R. 2018. Synthesis And Antibacterial Studies Of Some Reduced Schiff Base Derivatives. *Oriental Journal Of Chemistry*, *34*(6), 2796–2805.

Rifai, N., Horvath, A. R., Wittwer, C. T., dan Hoofnagle, A. N. 2018. Principles And Applications Of Clinical Mass Spectrometry: Small Molecules, Peptides, And Pathogens. *Principles And Applications Of Clinical Mass Spectrometry: Small Molecules, Peptides, And Pathogens*, 1–205.

Rosyidah, K., Rizki, M. A., Astuti, M. D., dan Rodiansono. 2020. Toxicity Of N-Hexane Extract Of Mundar (Garcinia Forbesii King) Pericarp. *Bio Web Of Conferences*, *20*, 03004.

Safaria, S., Idiawati, N., dan Zaharah, T. A. 2013. Efektivitas Campuran Enzim Selulase Dari Aspergillus Niger Dan Trichoderma Reesei Dalam Menghidrolisis Substrat Sabut Kelapa. *Jkk*, *2*(1), 46–51.

Salusu, H. D., Obeth, E., Zarta, A. R., Nurmarini, E., Nurkaya, H., Kusuma, I. W., dan Arung, E. T. 2019. The Toxicity And Antibacterial Properties Of Calamus Ornatus Bl. Rattan Fruit. *Agritech*, *39*(4), 350–354.

Sana, S., Reddy, K. R., Rajanna, K. C., Venkateswarlu, M., dan Ali, M. M. 2012.

Mortar-Pestle And Microwave Assisted Regioselective Nitration Of Aromatic Compounds In Presence Of Certain Group V And Vi Metal Salts Under Solvent Free Conditions. *International Journal Of Organic Chemistry*, *02*(03), 233–247.

Sani, U., Na'ibi, H. U., dan Dailami, S. A. 2017. In Vitro Antimicrobial And Antioxidant Studies On N-(2- Hydroxylbenzylidene) Pyridine -2-Amine And Its M(Ii) Complexes. *Nigerian Journal Of Basic And Applied Sciences*, *25*(1), 81.

Sankari, G., Krishnamoorthy, E., Jayakumaran, S., Gunasekaran, S., Priya, V. V, Subramaniam, S., Subramaniam, S., dan Mohan, K. S. 2010. Analysis Of Serum Immunoglobulins Using Fourier Transform Infrared Spectral Measurements. *Biology And Medicine*, *2*(3), 42–48.

Shamim, S., Murtaza, S., dan Nazar, M. F. 2016. Synthesis Of Schiff Bases Of Pyridine-4-Carbaldehyde And Their Antioxidant And Dna Binding Studies. *Journal Of The Chemical Society Of Pakistan*, *38*(3), 494–503.

Shanthalakshmi, K., Bhat, M., dan Belagali, S. L. 2016. Synthesis Of Benzothiazole Schiff ' S Bases And Screening For The Anti-Oxidant Activity. *Journal Of Chemical And Pharmaceutical Research*, *8*(10), 240–243.

Sundge, S., dan Vibhute, Y. 2016. Solvent-Free, Environmentally Benign Syntheses Of Some Imines And Antioxidant Activity. *Journal Of Chemical And Pharmaceutical Research*, *8*(7), 338–346.

Supelco. 2019. Lembaran Data Keselamatan. *Lembar Data Keselamatan Bahan*, *1907*, 1–7.

Suryawanshi, V. S., Yadav, A. R., dan Mohite, S. K. 2020. Toxicological Assessment Using Brine Shrimp Lethality Assay And Antimicrobial Activity Of Capparis Grandis. *Journal Of University For Science And Technology*, *22*(11), 746–759.

Vibhute, A. Y., Mokle, S. S., Nalwar, Y. S., Vibhute, Y. B., dan Gurav, V. M. 2009. An Efficient And Operationally Simple Synthesis Of Some New Chalcones By Using Grinding Technique. *Bulletin Of The Catalysis Society Of India*, *8*, 164–168.

Yang, Z., dan Sun, P. 2006. Compare Of Three Ways Of Synthesis Of Simple Schiff Base. *Molbank*, *M*(514), 1–3.

Yernale, N. G., Udayagiri, M. D., dan Mruthyunjayaswamy, B. H. M. 2015. Research Article Mononuclear Metal (Ii) Schiff Base Complexes Derived From Thiazole And. *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res*, *31*(1), 190–197.

Young, J. C. O. 2013. True Melting Point Determination. *Chem. Educator*, *18*(13), 203–208.

Yunianti, F. S. 2009. Wawasan Al-Quran Tentang Ekologi; Arti Penting Kajian, Asumsi Pengelolaan, Dan Prinsip-Prinsip Pada Pengelolaan Lingkungan. *Studi Ilmu-Ilmu Al-Quran Dan Hadist*, *10*(1), 94–95.

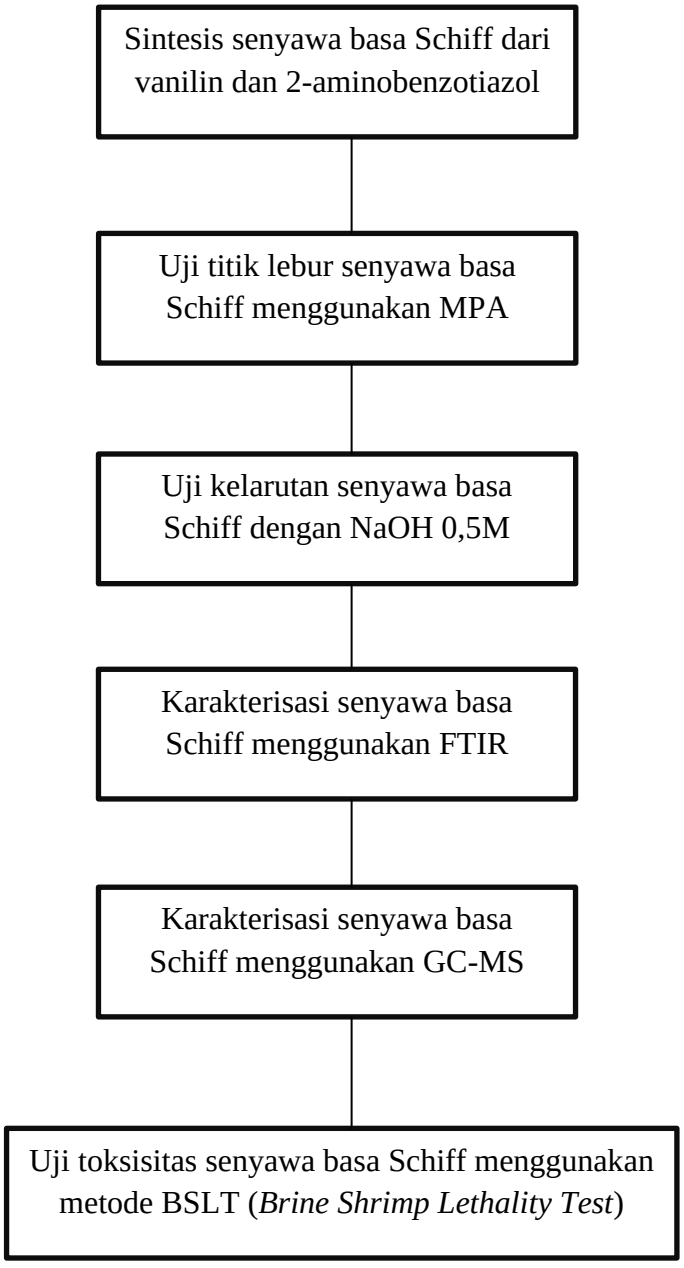
Zarei, M., dan Jarrahpour, A. 2011. Green And Efficient Synthesis Of Azo Schiff Bases. *Iranian Journal Of Science And Technology, Transaction A: Science*, *35*(3), 235–242.

Zhilitskaya, L. V., dan Yarosh, N. 2021. Synthesis Of Biologically Active Derivatives Of 2-Aminobenzothiazole. *Chemistry Of Heterocyclic Compounds*, *57*(4), 369–373.

Zuraida, Z. 2018. Analisis Toksisitas Beberapa Tumbuhan Hutan Dengan Metode Brine Shrimp Lethality Test (Bslt). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, *36*(3), 239–246.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Rancangan Penelitian



Lampiran 2. Diagram alir

L.2.1 Sintesis basa Schiff dari vanilin dan 2-aminobenzotiazol .

Vanilin

- Ditimbang 0,6273 g.
- Dimasukkan dalam *mortar.*
- Dimasukkan 0,6130 g 2-aminobenzotiazol.
- Digerus pada suhu ruang selama 7 jam hingga terbentuk produk berwarna kuning.
- Dikeringkan padatan yang diperoleh dalam desikator hingga beratnya konstan.

Hasil

L.2.2 Uji Titik Lebur Produk Sintesis Menggunakan Melting Point Apparatus

Produk sintesis

- Dimasukkan sedikit produk sintesis ke dalam masing-masing pipa kapiler dalam jumlah yang sama.
- Dipasangkan pipa kapiler dan termometer dalam alat MPA.
- Dinyalakan instrumen dan diatur suhu kenaikan hingga 20 ℃ per menit.
- Diturunkan suhu menjadi 10 ℃ per menit.
- Jika suhu yang teramati pada termometer mendekati perkiraan titik lebur senyawa, diatur kenaikan suhu menjadi sebesar 1 ℃ per menit.
- Diamati proses peleburan produk sintesis hingga melebur.

Hasil

L.2.3 Uji Sifat Kimia Produk Sintesis Menggunakan Larutan NaOH

0,002 g produk sintesis

- Dimasukkan ke dalam 2 tabung reaksi yang berbeda.
- Ditambahkan 3 mL akuades pada salah satu tabung reaksi.
- Ditambahkan NaOH 0,5M sebanyak 3 mL pada tabung reaksi yang lain.
- Dikocok.
- Diamati perubahan yang terjadi.

Hasil

L.2.4 Karakterisasi Senyawa Hasil Sintesis Menggunakan FTIR

Produk sintesis

- Dimasukkan sedikit produk sintesis ke dalam mortar *agatte*
- Ditambahkan KBr dengan perbandingan antara produk sintesis dan KBr 2:98.
- Digerus
- Dipress sampai menjadi pellet
- Diletakkan campuran pada *cell holder*.
- Dilewati berkas sinar infra merah pada rentang bilangan gelombang 4000 - 400 cm^{-1}
- Diamati hasil spektra dan dianalisa

Hasil

L.2.5 Karakterisasi Senyawa Hasil Sintesis Menggunakan GC-MS

Produk sintesis

- Dilarutkan dengan kloroform
- Diinjeksikan menggunakan syringe ke dalam tempat GC-MS VARIAN 5973 dengan kondisi operasional :

- Jenis kolom : AGILENT 19091S-433
- Panjang kolom : 30 meter
- Oven : Terprogram 70 ℃ → 450 ℃ (20 menit)
- Temperatur injektor : 325 ℃
- Tekanan gas : 8,81 psi
- Kecepatan aliran gas : 1,0 mL/menit
- Gas pembawa : Helium
- MS *m/z* : 30 - 360 m/z

- Diamati hasil kromatogram dan spektra yang diperoleh

Hasil

L.2.6 Uji Toksisitas dengan Metode BSLT

L.2.6.1 Penetasan Larva Udang *Artemia Salina* (L.)

Telur udang *Artemia salina* L.

- Ditimbang sebanyak 2,5 gram
- Dimasukkan ke dalam bejana penetasan yang berisi 1 L air laut
- Diaerasi bejana penetasan
- Diberikan lampu neon pada bagian terang
- Telur akan menetas setelah ± 48 jam dan siap digunakan untuk uji toksisitas

Larva Udang dalam Air Laut

L.2.6.2 Pengujian Toksisitas Senyawa Basa Schiff

L.2.6.2.1 Pembuatan Larutan Stok Sampel 500 ppm

Senyawa basa Schiff

- Ditimbang sebanyak 12,5 mg
- Dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL
- Dilarutkan dengan pelarut etanol sampai tanda batas
- Dihomogenkan

Hasil

L.2.6.2.2 Pembuatan Larutan Sampel konsentrasi 1, 3, 5, 7, 9, 10, 15, 20, 25, 30 dan 35 ppm

Larutan stok sampel 500 ppm

- Dipipet sebanyak 20, 60, 100, 140, 180, 200, 300, 400, 500, 600 dan 700 µL
- Dilakukan pengulangan 5 kali
- Dimasukkan ke dalam gelas vial
- Diuapkan pelarut hingga kering dan ditambahkan 2 mL air laut
- Dihomogenkan
- Ditambahkan 100 µL dimetil sulfoksida (DMSO)
- Dimasukkan setetes larutan ragi roti
- Dimasukkan 10 ekor larva udang *Artemia Salina* L.
- Ditambahkan air laut sampai volume 10 mL
- Dihitung larva udang yang mati setelah ± 24 jam perlakuan dengan persamaan : $\%\ \text{Mortalitas} = \frac{\text{Jumlah larva udang yang mati}}{\text{Jumlah larva udang yang diuji}} \times 100\%$
- Dianalisis data untuk mencari nilai LC_{50}

Hasil

L.2.6.2.3 Pembuatan Larutan Kontrol DMSO

DMSO 100 µL

- Dimasukkan ke dalam gelas vial dan ditambahkan setetes larutan ragi roti
- Dimasukkan 10 ekor larva udang Artemia Salina L.
- Ditambahkan air laut sampai volume 10 mL

Hasil

L.2.6.2.4 Pembuatan Larutan Kontrol Pelarut

Kloroform

- Di pipet sebanyak 100 µL
- Dimasukkan ke dalam gelas vial
- Diuapkan pelarutnya
- Ditambahkan setetes larutan ragi roti
- Dimasukkan 10 ekor larva udang *Artemia salina* L.
- Ditambahkan air laut hingga volume 10 mL

Hasil

Lampiran 3. Perhitungan

L.3.1 Penentuan Massa Vanilin 0,004 mol yang digunakan (1)

Vanilin 0,004 mol

Rumus molekul senyawa = $C_8H_8O_3$

BM Senyawa (**1**) = 152,1473 gr/mol

Mol senyawa (**1**) = 0,004 mol

Massa senyawa (**1**) = mol x BM

= 0,004 mol x 152,1473 gr/mol

= 0,6085 gr

Vanilin 97% (b/v)

$$\frac{97\ \text{gram}}{100\ \text{gram}} = \frac{\text{massa yang dibutuhkan}}{\text{massa yang ditimbang}}$$

$$\frac{97\ \text{gram}}{100\ \text{gram}} = \frac{0{,}6085\ \text{gram}}{\text{x}}$$

$$\text{x} = \frac{100\ \text{gram x } 0{,}6085\ \text{gram}}{97\ \text{gram}}$$

$$\text{x} = 0{,}6273\ \text{gram}$$

L.3.2 Penentuan Massa 2-aminobenzotiazol 0,004 mol yang digunakan (2)

2-aminobenzotiazol 0,004 mol

Rumus molekul senyawa = $C_7H_6N_2S$

BM Senyawa (**2**) = 150,2 gr/mol

Mol senyawa (**2**) = 0,004 mol

Massa senyawa (**2**) = mol x BM

= 0,004 mol x 150,2 gr/mol

= 0.6008 gr

2-aminobenzotiazol 98% (b/v)

$$\frac{98\ \text{gram}}{100\ \text{gram}} = \frac{\text{massa yang dibutuhkan}}{\text{massa yang ditimbang}}$$

$$\frac{98\ \text{gram}}{100\ \text{gram}} = \frac{0{,}6008\ \text{gram}}{\text{x}}$$

$$\text{x} = \frac{100\ \text{gram x } 0{,}6008\ \text{gram}}{98\ \text{gram}}$$

$$\text{x} = 0{,}6130\ \text{gram}$$

L.3.3 Perhitungan Stoikiometri Senyawa produk sintesis basa Schiff

Reaksi :

Vanilin (**1**) + 2-aminobenzotiazol (**2**) ⟶ produk sintesis basa Schiff (**3**) + air

Reaksi	Senyawa (**1**)	+	Senyawa (**2**)	⟶	Senyawa (**3**)
Mula-mula	0,004 mol		0,004 mol		-
Bereaksi	0,004 mol		0,004 mol		0,004 mol
Setimbang	-		-		0,004 mol

Rumus molekul senyawa (**3**) = $C_{15}H_{12}O_2N_2S$

BM senyawa (**3**) = 284,339 gr/mol

Mol senyawa (**3**) = 0,004 mol

Massa senyawa (**3**) = mol x BM

= 0,004 mol x 284,339 gr/mol

= 1,1373 gr

L.3.4 Penentuan % Hasil Produk Berdasarkan Kemurnian GC-MS

$$\text{Rendemen} = \%\ \text{area GC x } \frac{\text{Massa produk sintesis}}{\text{Massa teoritis}} \text{x } 100\%$$

$$\text{Rendemen} = \frac{73{,}835}{100}\ \text{x}\ \frac{1{,}0981\ \text{g}}{1{,}1373\ \text{g}} \text{x } 100\ \% = 71{,}290\%$$

L.3.5 Pengamatan Titik Lebur Produk Sintesis

Ulangan	Titik Lebur Produk (°C)
1	158-160
2	158-160
3	158-160
Rata-rata	158-160

L.3.6 Perhitungan Konsentrasi Larutan Produk Basa Schiff untuk Uji Toksisitas

L.3.6.1 Larutan Stok

500 ppm sebanyak 25 mL

ppm = mg/L

mg = ppm x L

= 500 ppm x 0,025 L

= 12,5 mg

L.3.6.2 Pembuatan larutan 1 ppm produk basa Schiff

$V_1.M_1 = V_2.M_2$

V_1. 500 ppm = 10 mL. 1 ppm

V_1 = 10 mL.ppm/500 ppm

V_1 = 0,02 mL = 20 µL

Jadi larutan 1 ppm produk basa Schiff dibuat dengan 20 µL larutan stok yang dilarutkan dalam 10 mL air laut.

L.3.6.3 Pembuatan larutan 3 ppm produk basa Schiff

$V_1.M_1 = V_2.M_2$

V_1. 500 ppm = 10 mL. 3 ppm

V_1 = 30 mL.ppm/500 ppm

V_1 = 0,06 mL = 60 µL

Jadi larutan 3 ppm produk basa Schiff dibuat dengan 60 µL larutan stok yang dilarutkan dalam 10 mL air laut.

L.3.6.4 Pembuatan larutan 5 ppm produk basa Schiff

$V_1.M_1 = V_2.M_2$

V_1. 500 ppm = 10 mL. 5 ppm

V_1 = 50 mL.ppm/500 ppm

V_1 = 0,1 mL = 100 µL

Jadi larutan 5 ppm produk basa Schiff dibuat dengan 100 µL larutan stok yang dilarutkan dalam 10 mL air laut.

L.3.6.5 Pembuatan larutan 7 ppm produk basa Schiff

$V_1.M_1 = V_2.M_2$

V_1. 500 ppm = 10 mL. 7 ppm

V_1 = 70 mL.ppm/500 ppm

V_1 = 0,14 mL = 140 µL

Jadi larutan 7 ppm produk basa Schiff dibuat dengan 140 µL larutan stok yang dilarutkan dalam 10 mL air laut.

L.3.6.6 Pembuatan larutan 9 ppm produk basa Schiff

$V_1.M_1 = V_2.M_2$

V_1. 500 ppm = 10 mL. 9 ppm

V_1 = 90 mL.ppm/500 ppm

V_1 = 0,18 mL = 180 µL

Jadi larutan 9 ppm produk basa Schiff dibuat dengan 180 µL larutan stok yang dilarutkan dalam 10 mL air laut.

L.3.6.8 Pembuatan larutan 10 ppm produk basa Schiff

$V_1.M_1 = V_2.M_2$

V_1. 500 ppm = 10 mL. 10 ppm

V_1 = 100 mL.ppm/500 ppm

V_1 = 0,2 mL = 200 µL

Jadi larutan 10 ppm produk basa Schiff dibuat dengan 200 µL larutan stok yang dilarutkan dalam 10 mL air laut.

L.3.6.9 Pembuatan larutan 15 ppm produk basa Schiff

$V_1.M_1 = V_2.M_2$

V_1. 500 ppm = 10 mL. 15 ppm

V_1 = 150 mL.ppm/500 ppm

V_1 = 0,3 mL = 300 µL

Jadi larutan 15 ppm produk basa Schiff dibuat dengan 300 µL larutan stok yang dilarutkan dalam 10 mL air laut.

L.3.6.10 Pembuatan larutan 20 ppm produk basa Schiff

$V_1.M_1 = V_2.M_2$

V_1. 500 ppm = 10 mL. 20 ppm

V_1 = 200 mL.ppm/500 ppm

V_1 = 0,4 mL = 400 µL

Jadi larutan 20 ppm produk basa Schiff dibuat dengan 400 µL larutan stok yang dilarutkan dalam 10 mL air laut.

L.3.6.11 Pembuatan larutan 25 ppm produk basa Schiff

$V_1.M_1 = V_2.M_2$

V_1. 500 ppm = 10 mL. 25 ppm

V_1 = 250 mL.ppm/500 ppm

V_1 = 0,5 mL = 500 µL

Jadi larutan 25 ppm produk basa Schiff dibuat dengan 500 µL larutan stok yang dilarutkan dalam 10 mL air laut.

L.3.6.12 Pembuatan larutan 30 ppm produk basa Schiff

$V_1.M_1 = V_2.M_2$

V_1. 500 ppm = 10 mL. 30 ppm

V_1 = 300 mL.ppm/500 ppm

V_1 = 0,6 mL = 600 µL

Jadi larutan 30 ppm produk basa Schiff dibuat dengan 600 µL larutan stok yang dilarutkan dalam 10 mL air laut.

L.3.6.13 Pembuatan larutan 35 ppm produk basa Schiff

$V_1.M_1$ = $V_2.M_2$

V_1. 500 ppm = 10 mL. 35 ppm

V_1 = 350 mL.ppm/500 ppm

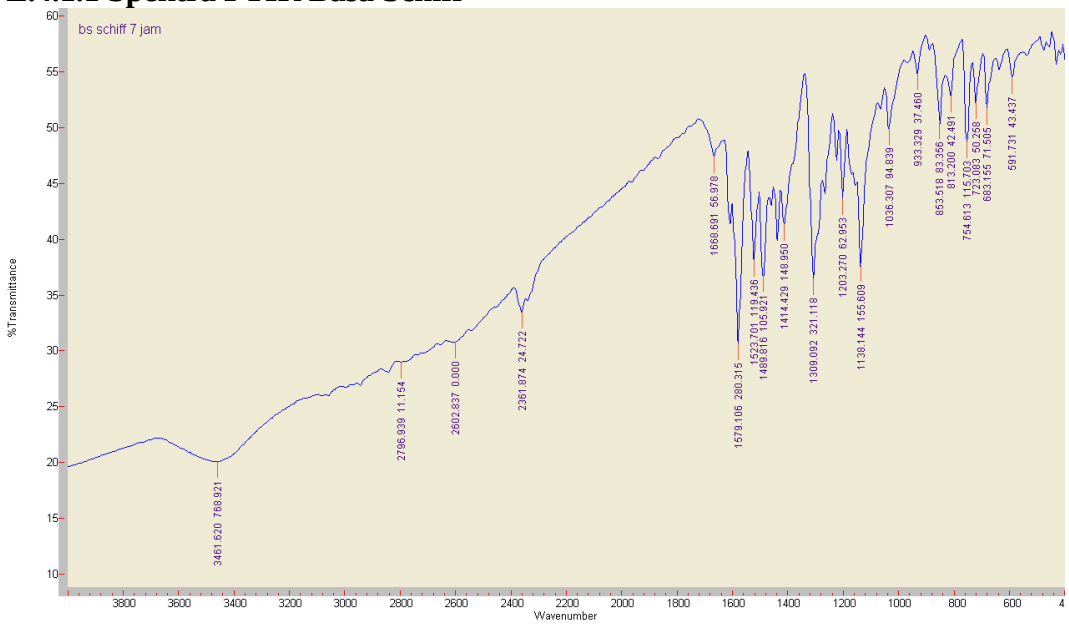
V_1 = 0,7 mL = 700 µL

Jadi larutan 35 ppm produk basa Schiff dibuat dengan 700 µL larutan stok yang dilarutkan dalam 10 mL air laut.

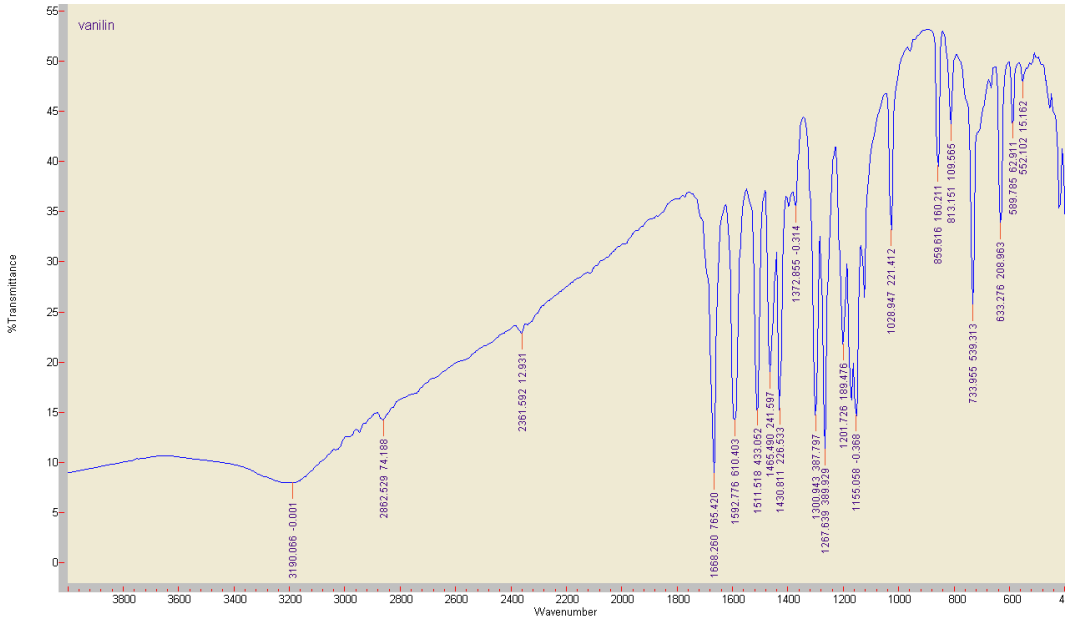
Lampiran 4. Hasil Karakterisasi

L.4.1 Hasil Karakterisasi FTIR

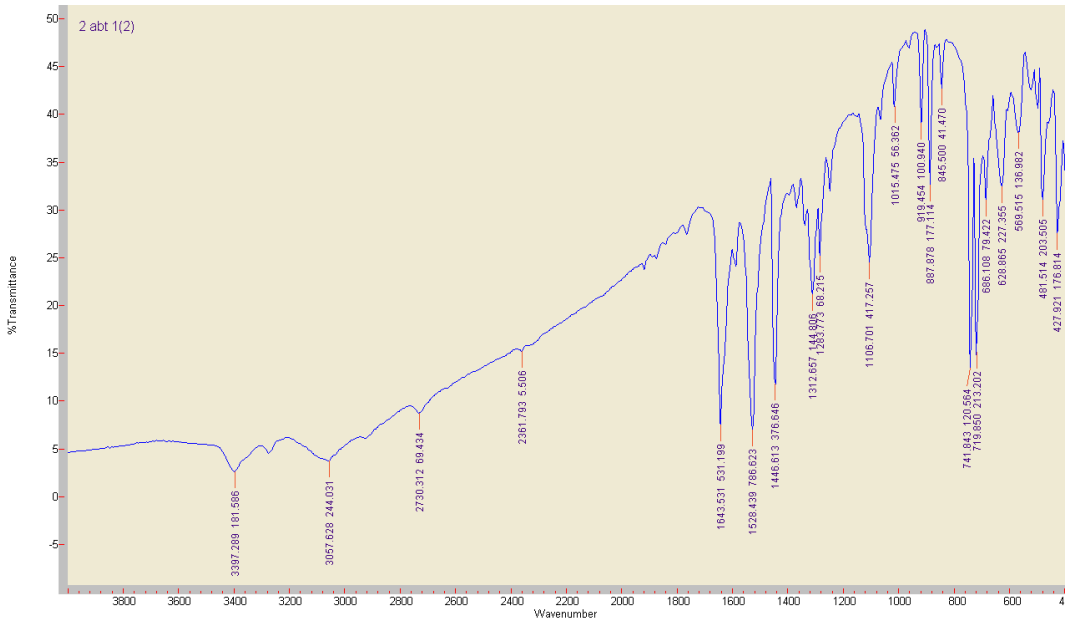
L.4.1.1 Spektra FTIR Basa Schiff



L.4.1.2 Spektra FTIR Vanilin

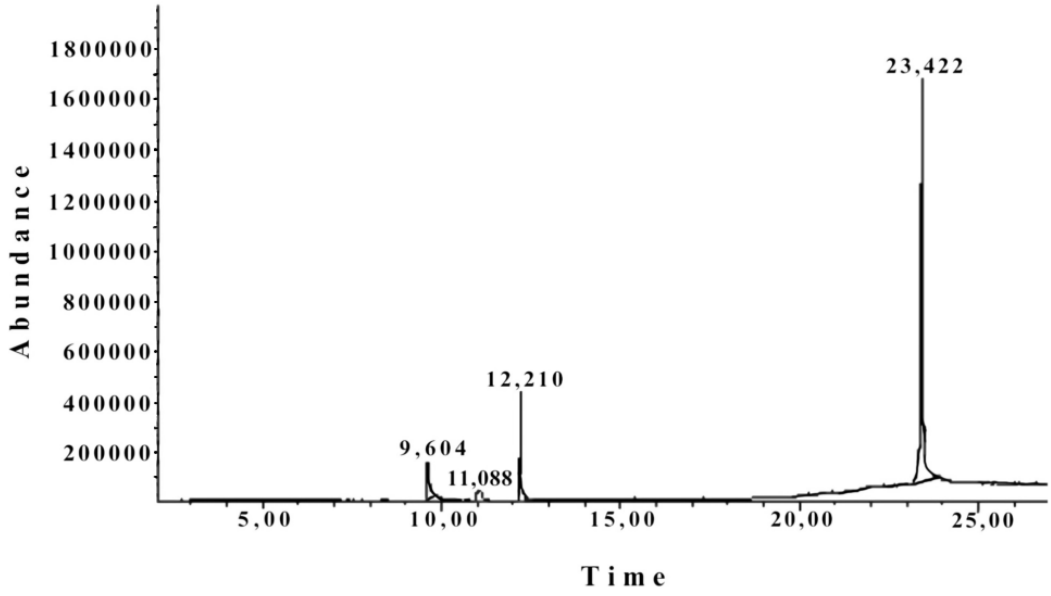


L.4.1.3 Spektra FTIR 2-aminobenzotiazol

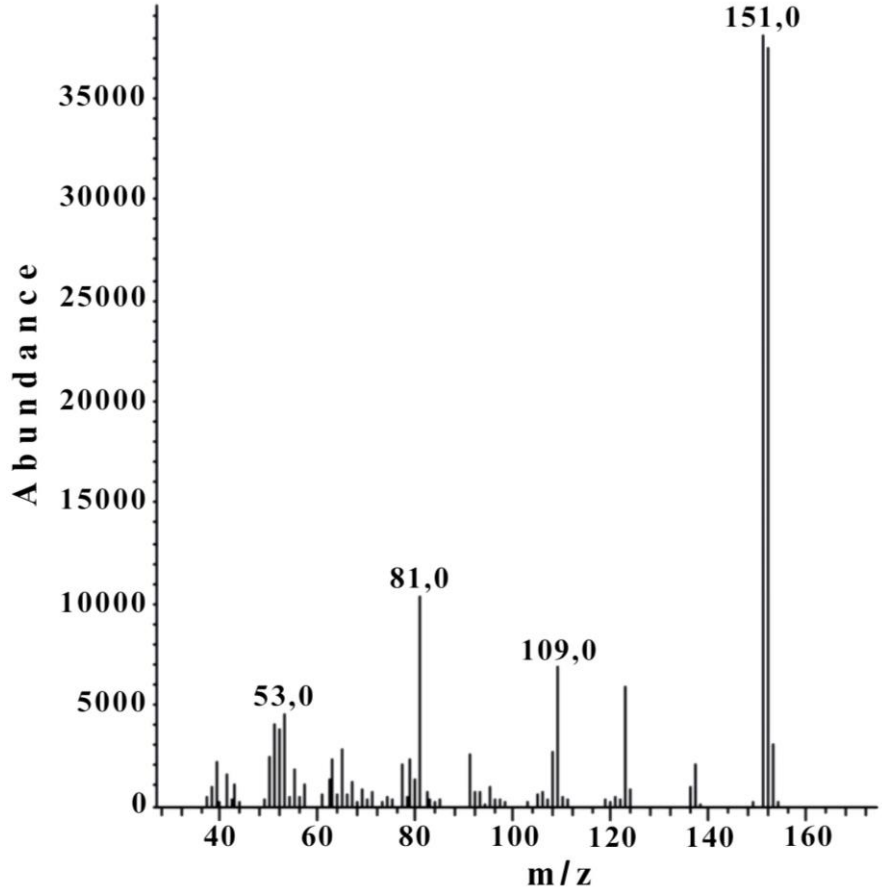


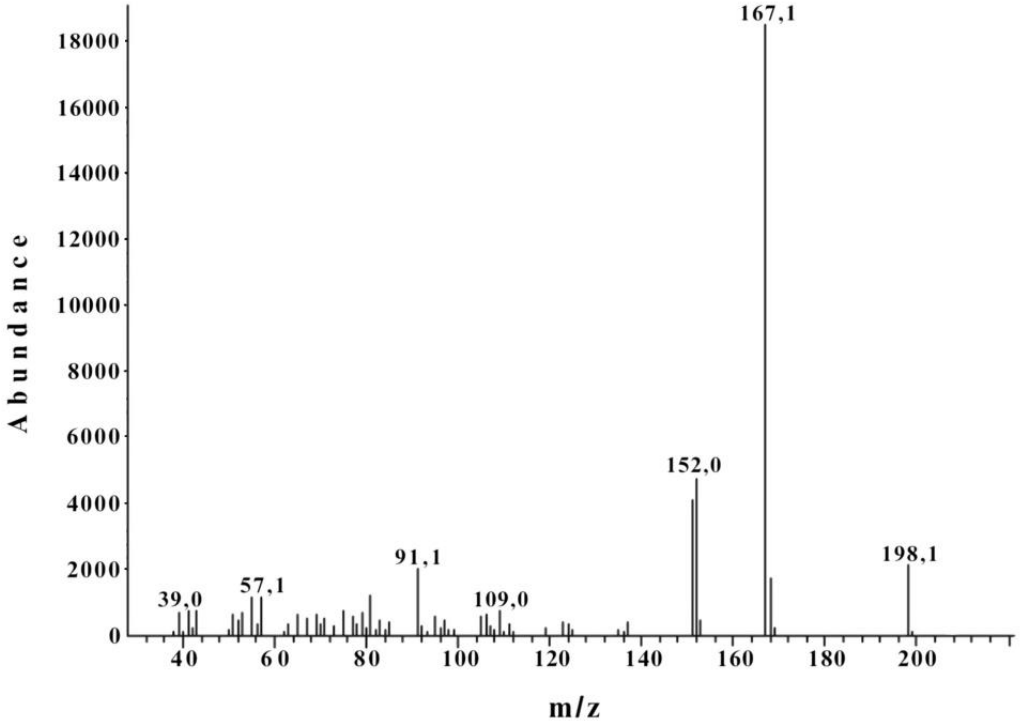
L.4.2 Hasil Karakterisasi Senyawa Hasil Sintesis Menggunakan GC-MS

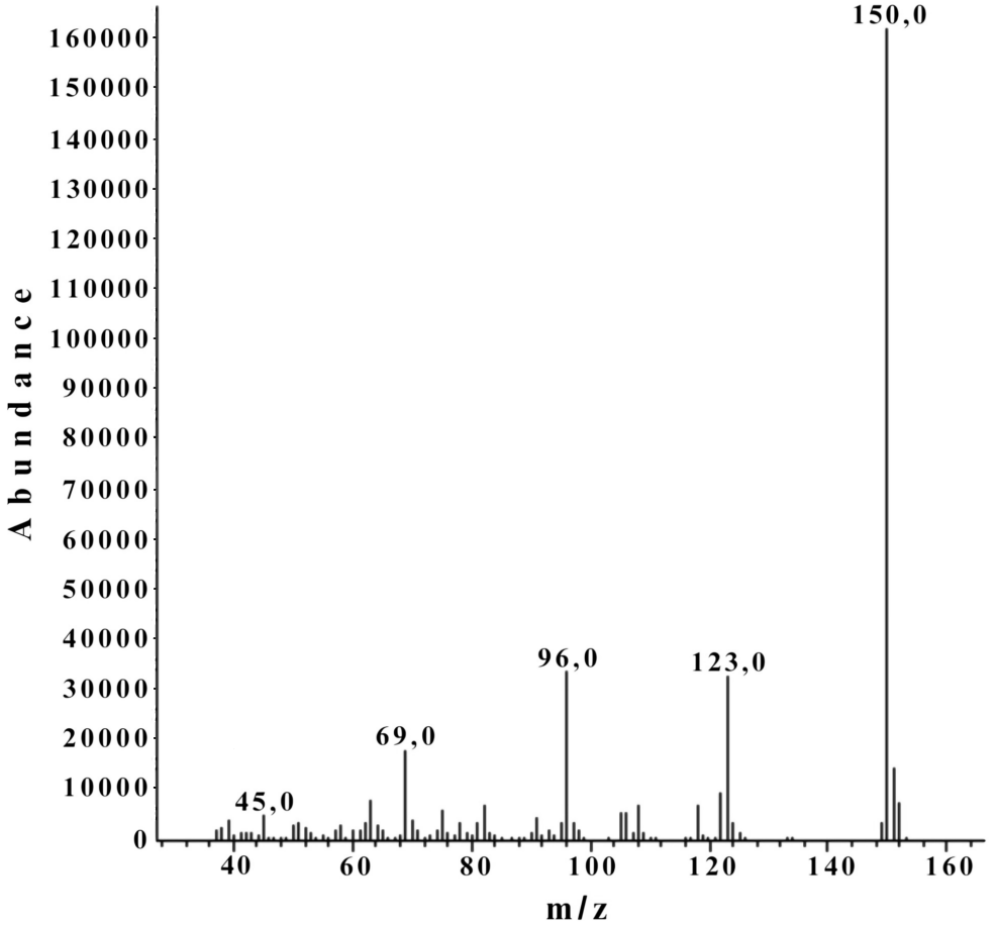
L.4.2.1 Hasil Kromatogram Gas

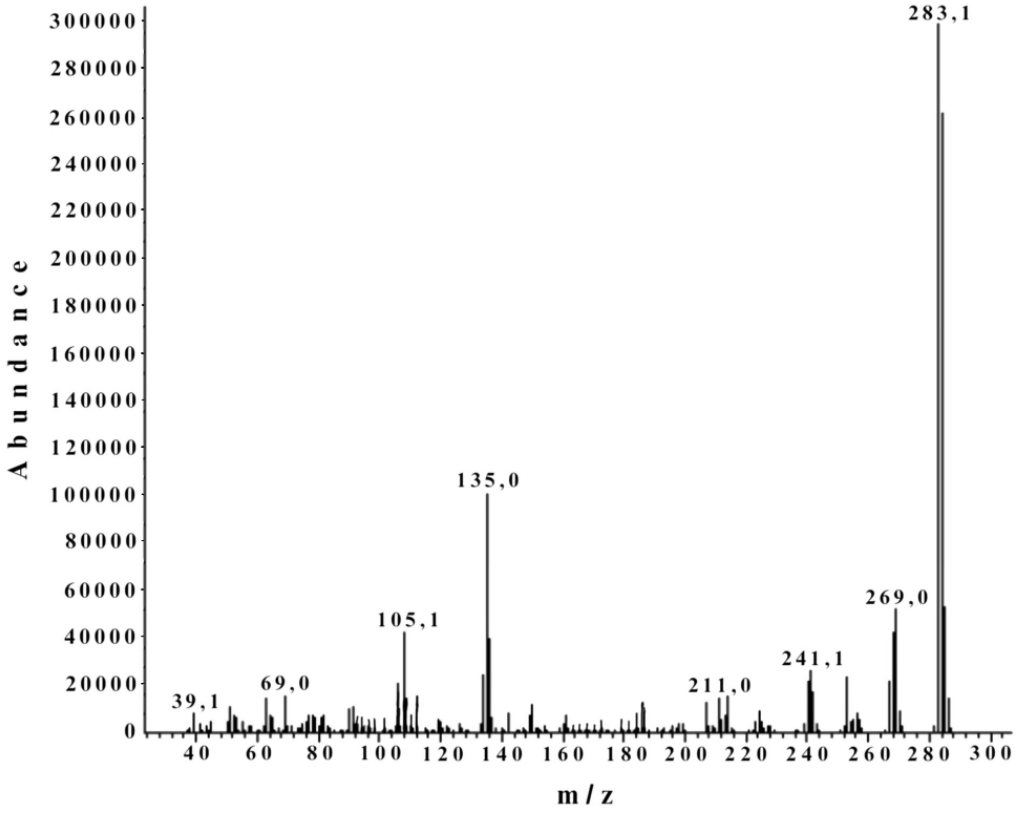


L.4.2.2 Hasil Spektroskopi Massa




Abundance
m/z
167,1
152,0
198,1
91,1
57,1
39,0
109,0


Abundance
m/z
150,0
96,0
123,0
69,0
45,0



peak	R.T. min	first scan	max scan	last scan	peak height	corr. area	corr. % max	% of total
1	9.604	1074	1083	1115	150777	7192057	10.73%	7.897%
2	11.088	1270	1296	1329	43158	4590942	6.85%	5.041%
3	12.210	1449	1458	1507	434981	12045222	17.97%	13.226%
4	23.422	3031	3071	3118	1577536	67025162	100.00%	73.835%

Lampiran 5. Data Hasil Uji Toksisitas

L.5.1 Hasil Uji Toksisitas Senyawa Basa Schiff

Tabel L.5.1.1 Persen mortalitas senyawa basa Schiff

Konsentrasi (ppm)	Jumlah larva yang mati (ekor)					Modus	% Mortalitas
	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5		
Kloroform	0	0	0	0	0	0	-
1	3	5	3	3	4	3	30
3	7	6	6	5	6	6	60
5	9	9	8	9	10	9	90
7	9	9	9	10	10	9	90
9	10	9	9	9	10	9	90
10	10	10	10	10	10	10	100
15	10	10	10	10	10	10	100
20	10	10	10	10	10	10	100
25	10	10	10	10	10	10	100
30	10	10	10	10	10	10	100
35	10	10	10	10	10	10	100
DMSO	0	0	0	0	0	0	-

$$\% \text{ Mortalitas} = \frac{\text{Jumlah larva udang yang mati}}{\text{Jumlah larva udang yang diuji}} \text{ x } 100\%$$

Keterangan:
U_1: Ulangan ke-1
U_2: Ulangan ke-2
U_3: Ulangan ke-3
U_4: Ulangan ke-4
U_5: Ulangan ke-5

Tabel L.5.1.2 Mortalitas senyawa basa Schiff

Konsentrasi (ppm)	Jumlah hewan uji (ekor) [a)]	Mortalitas
1	50	30
3	50	60
5	50	45
7	50	45
9	50	45
10	50	50
15	50	50
20	50	50
25	50	50
30	50	50
35	50	50

Mortalitas = %Mortalitas x Jumlah hewan uji (ekor)

Keterangan: [a)] Larva udang *Artemia Salina* L. dalam vial (10) x total pengulangan (5) = 50 ekor

Probit Analysis: Mortalitas; N versus Konsentrasi (ppm)

Distribution: Normal

Response Information

Variable	Value	Count
Mortalitas	Event	480
	Non-event	70
N	Total	550

Estimation Method: Maximum Likelihood

Regression Table

Variable	Coef	Standard Error	Z	P
Constant	-0,599611	0,169175	-3,54	0,000
Konsentrasi (ppm)	0,271905	0,0328906	8,27	0,000
Natural Response	0			

Log-Likelihood = -119,428

Goodness-of-Fit Tests

Method	Chi-Square	DF	P
Pearson	13,7463	9	0,132
Deviance	12,9436	9	0,165

Tolerance Distribution

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Standard Error	95,0% Normal CI Lower	Upper
Mean	2,20523	0,424291	1,37363	3,03682
StDev	3,67776	0,444876	2,90147	4,66174

Table of Percentiles

Percent	Percentile	Standard Error	95,0% Fiducial CI Lower	Upper
1	-6,35052	1,33361	-9,74997	-4,22108
2	-5,34797	1,21671	-8,44448	-3,40205
3	-4,71188	1,14302	-7,61711	-2,88147
4	-4,23338	1,08789	-6,99531	-2,48927
5	-3,84415	1,04325	-6,48995	-2,16981
6	-3,51286	1,00544	-6,06016	-1,89755
7	-3,22238	0,972439	-5,68361	-1,65854
8	-2,96229	0,943018	-5,34672	-1,44428
9	-2,72575	0,916379	-5,04056	-1,24918
10	-2,50801	0,891965	-4,75896	-1,06937
20	-0,890055	0,714848	-2,67494	0,275245
30	0,276607	0,594416	-1,18677	1,25936
40	1,27348	0,500160	0,0673781	2,11770
50	2,20523	0,424291	1,21464	2,94492
60	3,13698	0,367821	2,32166	3,81238
70	4,13385	0,339951	3,43733	4,80919
80	5,30051	0,359743	4,63124	6,08757
90	6,91847	0,463190	6,12644	8,02101

91	7,13620	0,481507	6,31854	8,29032
92	7,37274	0,502216	6,52557	8,58454
93	7,63283	0,525843	6,75147	8,90980
94	7,92331	0,553153	7,00190	9,27494
95	8,25460	0,585321	7,28544	9,69344
96	8,64383	0,624284	7,61621	10,1875
97	9,12234	0,673607	8,01998	10,7977
98	9,75842	0,741093	8,55289	11,6128
99	10,7610	0,850725	9,38630	12,9039

