

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Demam tifoid disebabkan oleh strain bakteri *Salmonella typhi* (Darmawati, S., 2009). *Salmonella* termasuk ke dalam bakteri gram negatif yang bersifat anaerob fakultatif serta memiliki flagela dan aktif bergerak (Hardianto, 2019). *Salmonella typhi* (*S. typhi*) disebut juga *Salmonella choleraeszlis* serovar *typhi*, *Salmonella* serovar *typhi*, *Salmonella enterica* serovar *typhi* (Holt, et al dan Anonymous dalam Darmawati, S., 2009). Dari jumlah tersebut, di negara-negara Amerika dan Eropa, serotipe yang paling umum menyebabkan penyakit manusia adalah *Salmonella enterica* serovar *typhi* (*S. typhi*) dan *S. enterica* serovar enteritidis (*S. enteritidis*) (Lee et al. 2015) dalam (Hardianto, 2019).

Demam tifoid merupakan penyakit infeksi akut usus halus dengan jumlah kasus sebanyak 27 juta per tahun di dunia dan menyebabkan 200.000 kematian setiap tahunnya (Bano-zaidi et al., 2018). Berdasarkan data yang diambil dari World Health Organization (WHO) diperkirakan 11-20 juta orang jatuh sakit karena tifus dan ada sekitar 128.000 sampai 161.000 orang meninggal karena tifus setiap tahunnya (WHO, 2018). Di Indonesia, sebuah penelitian dilakukan di daerah kumuh Jakarta diperkirakan angka kejadian tifus sebesar 148,7 per 100.000 orang per tahun pada kelompok umur 2–4 tahun, 180,3 pada kelompok umur 5–15 tahun dan 51,2 pada kelompok lebih dari 16 tahun, dengan usia rata-rata 10,2 tahun (Alba et al., 2016). Di negara berkembang, angka kejadian demam tifoid sekitar 500 kasus per 100.000 penduduk atau sekitar 0,5%, bervariasi antara 10-540/100.000 penduduk dengan angka kematian. Penyakit tifus di rumah sakit besar di Indonesia cenderung mengalami peningkatan setiap tahunnya yaitu tercatat angka kejadian demam tifoid tahun 2016 sampai dengan tahun 2018 sebanyak 17.920 (Suherti & Rahma, 2022).

Demam tifoid erat kaitannya dengan musim hujan. Dimana penyakit lainnya yang harus diwaspadai ketika musim hujan adalah diare, demam berdarah, leptospirosis, ISPA, infeksi kulit, dan demam tifoid (Kementerian Kesehatan RI, 2012). Penyakit demam tifoid masuk ke dalam penyakit menular yang tertulis

dalam Undang-Undang nomor 6 tahun 1962 tentang Wabah. Penyakit demam tifoid adalah penyakit menular yang dapat menyerang banyak orang, sehingga menyebabkan timbulnya wabah. Pada daerah endemik penyebab utama demam tifoid adalah air yang tercemar sedangkan di daerah non-endemik disebabkan adanya makanan yang terkontaminasi oleh *carrier*. (Nurvina, 2013). Salah satu komplikasi yang cukup berbahaya dari demam tifoid adalah pendarahan dan perforasi yang disebabkan oleh terbentuknya ulkus. Ulkus terbentuk di minggu ketiga karena ulserasi oleh plak payer yang mengalami hiperplasia di minggu pertama sehingga terjadinya nekrosis di minggu kedua. Hal ini membuat demam tifoid harus segera mendapatkan pengobatan secara khusus (Levani & Prastya, 2020).

Pengobatan yang masih umum digunakan untuk tifus terdiri dari istirahat, terapi diet, perawatan diet, dan pemberian antibiotik. Antibiotik adalah senyawa kimia yang dihasilkan oleh mikroorganisme yang dapat membunuh mikroorganisme lainnya. Antibiotik berupa pemberian kloramfenikol masih menjadi antibiotik pilihan utama yang digunakan dalam pengobatan demam tifoid (53,55%) (Cita, 2011). Sampai awal 1970-an, kloramfenikol adalah obat pilihan utama untuk pengobatan demam tifoid. Namun sekarang sudah jarang digunakan serta timbul strain *Salmonella typhi* yang resisten terhadap kloramfenikol, serta dapat menimbulkan efek samping yang fatal terhadap pasien. Dewasa ini fluorokuinolon (siprofloksasin, levofloksasin) oral atau seftriakson suntik menjadi pilihan utama, dan pilihan kedua adalah kombinasi trimetoprim-sulfametoksazol atau ampicilin, sedangkan pilihan ketiga adalah kloramfenikol (Istiantoro dan Gan, 2007) dalam (Anggraini, 2019).

Ciprofloxacin saat ini menjadi pilihan utama untuk mengatasi infeksi bakteri *Salmonella typhi* yang menyebabkan demam tifoid. Ciprofloxacin merupakan antibiotik golongan quinolon yang cara kerjanya menghambat enzim DNA gyrase yang ada pada bakteri. Antibiotik golongan quinolon dapat mengganggu kerja enzim DNA gyrase pada bakteri sehingga mengganggu proses replikasi dan transkripsi. Oleh sebab itu antibiotik ini termasuk golongan bakterisid (Agustanty & Budi, 2022). Penggunaan antibiotik golongan fluorokuinolon diantaranya ciprofloxacin di Indonesia digolongkan cukup tinggi.

Tercatat dari tahun 2012 hingga 2014, ciprofloxacin menjadi antibiotik urutan ketiga yang paling banyak digunakan baik di Puskesmas maupun di Rumah Sakit (Raini, 2017).

Penggunaan antibiotik tersebut harus dilakukan secara benar dan rasional yaitu harus sesuai dengan indikasi penyakitnya, sesuai dosisnya, sesuai cara pemberiannya dan tetap memperhatikan efek sampingnya (Sandika & Suwandi, 2017). Penggunaan antibiotik yang tidak tepat dapat menyebabkan bakteri menjadi kebal terhadap antibiotik yang digunakan. Selain itu, penggunaan yang tidak tepat dapat meningkatkan interaksi dan efek samping. Penggunaan antibiotik dapat menimbulkan efek samping karena tidak sesuai dengan standar terapi serta kurangnya informasi yang obyektif tentang penggunaan yang tidak tepat. Di rumah sakit, di mana antibiotik biasanya digunakan dalam jumlah besar, resistensi bakteri terhadap banyak antibiotik sering terjadi dan menjadi masalah utama dalam perawatan pasien (Athaya et al., 2015).

Melihat masih banyaknya kasus demam tifoid yang bisa mengakibatkan kematian, maka perlu dilakukan eksplorasi bahan-bahan alami yang berpotensi menjadi kandidat obat demam tifoid. Bahan alami diperlukan karena tingginya harga obat sintetis dan adanya efek samping yang dapat merugikan kesehatan (Kuntorini dalam Ningsih, 2016). Sejak dahulu kala manusia memanfaatkan bahan alam berupa tumbuhan yang ada di sekitarnya untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, baik sebagai bahan pangan, papan, sandang, obat tradisional, ritual, serta dimanfaatkan sebagai bahan kecantikan secara turun temurun (Nurmalasari et al., 2012). Tanaman pangan memiliki beberapa kelebihan dibanding hewan yaitu lebih sehat, lebih mudah dalam pengolahan, lebih mudah memperolehnya, serta relatif lebih murah. Selain itu, tanaman pangan dalam kehidupan masyarakat dibutuhkan sebagai faktor utama ketahanan pangan dan sumber nutrisi bagi makhluk hidup (Kurniati et al., 2022).

Berbicara tanaman pangan, Zingiberaceae merupakan salah satu tumbuhan yang sering dimanfaatkan sebagai bahan pangan karena mempunyai ciri khas pada rhizomnya yaitu kandungan minyak atsirinya (Tjitrosoepomo dalam Mutaqin et al., 2017). Zingiberaceae dikenal masyarakat Indonesia sebagai tanaman jahe-jahean dan telah dimanfaatkan sebagai bumbu masak (bahan rempah-rempah),

obat tradisional dalam bentuk jamu, bahan kosmetik, dan tanaman hias (Lianah, 2019).

Keanekaragaman dan pemanfaatan famili Zingiberaceae oleh Suku Dayak memanfaatkan 5 jenis spesies dari famili Zingiberaceae sebagai tanaman obat, yakni *Curcuma xanthorrhiza* Roxb, *Zingiber aromaticum* Val, *Curcuma aeruginosa* Roxb, *Curcuma mangga*, dan *Zingiber officinale*. Suku Jawa memanfaatkan 5 spesies dari famili Zingiberaceae yaitu Kunyit (*C. domestica*) sebagai obat maag, Lempuyang (*Zingiber zerumbet*) sebagai obat untuk meningkatkan stamina tubuh dan obat rematik, Jahe (*Zingiber officinale*) dan Kencur (*Kaempferia galanga*) untuk obat keseleo karena memiliki efek analgesik, dan terakhir Temulawak (*Curcuma xanthoriza*) sebagai obat pegal linu, nafsu makan, dan maag (Nurhazizah et al., 2021). Hindu Kuno memanfaatkan famili Zingiberaceae khususnya Kunyit (*Curcuma longa* L) untuk pengobatan keseleo dan pembengkakan yang disebabkan oleh cedera. Secara tradisional di wilayah Barat Kamerun, memanfaatkan Kunyit (*Curcuma longa* L) untuk pengobatan malaria, demam, diare, gejala seperti sakit perut, dan infeksi bakteri seperti demam tifoid (Kodjio et al., 2016).

Salah satu tanaman Zingiberaceae yang dapat dijadikan sebagai tanaman obat adalah Lempuyang Wangi (*Zingiber aromaticum*). Lempuyang wangi (*Zingiber aromaticum* Val.) merupakan tanaman herba tegak dengan tinggi yang dapat mencapai 1,5 m yang termasuk ke dalam famili Zingiberaceae. Tanaman ini memiliki sel minyak dan sel sekresi yang berwarna coklat (Wulandari dalam Utami et al., 2016). Menurut Agusta (2000) dalam Rasyid et.al. (2012), secara tradisional lempuyang wangi biasa digunakan masyarakat untuk penambah nafsu makan, pengobatan penyakit kuning, obat asma, kecacingan dan sebagainya. Sedangkan menurut Dwyana (2017), lempuyang wangi biasanya dimanfaatkan masyarakat sebagai obat diare, malaria, radang lambung, sesak nafas, rematik, pilek, suplemen penambah darah, dan obat cacung.

Selain manfaat yang dipaparkan tersebut, lempuyang wangi diduga memiliki aktivitas antibakteri yang mampu menghambat *Salmonella typhi*. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Handayani et al., 2012) menyebutkan bahwa lempuyang wangi memiliki aktivitas antibakteri yang

dapat menghambat bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Salmonella typhi*. Maka dari itu diperlukan untuk melakukan pengembangan obat dari lempuyang wangi untuk dijadikan sebagai kandidat obat demam tifoid.

Dewasa ini upaya pengembangan obat dapat dilakukan dengan rancangan obat. Hal ini sejalan dengan kemajuan teknologi di bidang bioinformatika yang mulai menggunakan studi *in silico* dalam mencari kandidat obat baru yang lebih baik dan memiliki toksisitas lebih rendah. Bioinformatika sendiri menurut Suryadi (2014) dalam (Saraswati et al., 2019) merupakan bidang interdisipliner yang secara luas didefinisikan sebagai perpaduan antara ilmu biologi (biologi molekuler) dan komputasi dengan menggunakan bantuan komputer dan *software*. Uji *in silico* menurut Hinchliffe (2008) dalam (Kesuma et al., 2018) mempunyai peran yang sangat penting dalam bidang Kimia Medisinal dalam rangka merancang, menemukan dan optimasi senyawa bioaktif pada proses pengembangan obat.

Untuk mengetahui kemampuan senyawa pada lempuyang wangi dalam menghambat aktivitas *Salmonella typhi*, maka perlu dilakukan uji pendahuluan secara *in silico* menggunakan metode *molecular docking*. Teknik *molecular docking* secara *in silico* dapat digunakan untuk memprediksi proses interaksi suatu protein dengan suatu ligan, sehingga mekanisme molekularnya dapat diketahui (Susanti et al., 2019). Adapun penggunaan *in silico* ini dilakukan karena memiliki kelebihan yaitu dari segi biaya lebih murah dan lebih cepat untuk menghasilkan hasil penelitian. Upaya besar pun telah difokuskan pada metode ini untuk penelitian sains seperti prediksi toksisitas (Zhang et.al., 2017) dalam (Makatita et al., 2020).

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan *molecular docking* antara senyawa aktif pada lempuyang wangi dengan DNA Gyrase (PDB ID: 6J90). Target topoisomerase tipe II "DNA gyrase" ada di semua bakteri. DNA gyrase ini menghasilkan superkoil negatif untuk seluruh kromosom bakteri yang melemaskan superkoil, menghasilkan translokasi RNA polimerase yang memendekkan kromosom agar sesuai ketika proses memisahkan diri selama pembelahan sel. Enzim DNA gyrase terbagi menjadi dua subunit, yaitu subunit A subunit B. Keduanya subunit A dan B yaitu GyrA dan GyrB membantu replikasi

DNA dengan memecah dan menyatukan kembali untaian DNA. Berdasarkan fungsinya, penghentian replikasi DNA dapat dihambat oleh inhibitor yang menonjol baik menargetkan GyrA (domain DNA) atau GyrB (rongga pengikat ATP) (Adeniji et al., 2020).

Sumbangsih penelitian ini untuk pendidikan adalah dikemas dalam bentuk *booklet* yang berfungsi sebagai sumber belajar biologi pada konsep materi biologi. Konsep tentang sumber belajar menurut (Susilo, 2018) dijelaskan oleh seorang ahli pendidikan, Dale (1969), merupakan segala sesuatu yang dapat dimanfaatkan untuk memfasilitasi dalam kegiatan belajar seseorang. Surachman (2001) dalam (Situmorang, 2016) menjelaskan bahwa bahan ajar dalam bentuk cetak atau lainnya dapat turut memberikan pengaruh motivasi peserta didik untuk belajar. Biologi menurut Kemendikbud dalam (Kurniawati, 2018) merupakan bagian dari Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) yang mencakup ilmu-ilmu atau pengetahuan yang berhubungan dengan kehidupan di alam semesta ini. Salah satu materi yang terdapat dalam mata pelajaran Biologi adalah materi Bakteri. Dengan adanya penelitian ini bisa menjadi tambahan sumber belajar biologi berupa *booklet* untuk memahami bakteri khususnya *Salmonella typhi* secara mendalam.

Selama ini masih belum ada penelitian yang menganalisis kemampuan senyawa lempuyang wangi (*isokaempferide*, (*S*)-6-*Gingerol*, (-)-*beta*-*Sitosterol*, *afzelin*, *kaempferol* 3-(3''-*acetylramnoside*), *zerumbone*, 3-*O*-*beta*-*D*-*glucopyranosyl sitesterol*, *tricyclohumuladiol*, *trans*-10-*Shogaol*, *trans*-6-*Shogaol*, *zerumbone epoxide*, (*S*)-10-*Gingerol*, (*S*)-8-*Gingerol*, dan 2,9-*Humuladien*-6-*ol*-8-one) dalam menghambat aktivitas *Salmonella typhi* secara *in silico*, oleh karena itu dalam penelitian ini penulis bermaksud untuk melakukan penelitian secara *in silico*. *Software* yang digunakan dalam penelitian ini adalah sistem operasi *Windows 10 Home SL*, *MGLTools 1.5.7* yang dilengkapi dengan *Autodock Tools 1.5.7*, aplikasi *Biovia Discovery Studio Visualizer 2021*, *Protein Data Bank*, *PubChem*, *KNAPSAck*, *pkCSM online tool* dan *ProTox online tool*.

Adapun batasan yang penulis buat dalam melakukan penelitian ini agar tidak keluar dari ranah penelitian yang penulis lakukan adalah sebagai berikut:

- 1) Melakukan *molecular docking* terhadap 14 senyawa yang ada di dalam kandungan lempuyang wangi yaitu *isokaempferide*, (*S*)-6-*Gingerol*, (-)-*beta*-

Sitosterol, afzelin, kaempferol 3-(3''-acetylramnoside), zerumbone, 3-O-beta-D-glucopyranosyl sitesterol, tricyclohumuladiol, trans-10-Shogaol, trans-6-Shogaol, zerumbone epoxide, (S)-10-Gingerol, (S)-8-Gingerol, dan 2,9-Humuladien-6-ol-8-one dengan kontrol pembandingan ciprofloxacin.

- 2) Melakukan analisis terhadap prediksi fisikokimia, farmakokinetik, tingkat toksisitas dan nilai afinitas pada ke-14 senyawa lempuyang wangi tersebut untuk melihat senyawa mana yang lebih mendekati sebagai kandidat obat baru untuk demam tifoid dengan kontrol pembandingan ciprofloxacin.
- 3) Membuat *booklet* sebagai sumber belajar biologi untuk siswa SMA khususnya pada materi bakteri dalam penerapan *in silico* pada *Salmonella typhi*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan di atas, maka rumusan masalah yang akan dikaji pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1.2.1 Bagaimana prediksi fisikokimia dan farmakokinetik senyawa aktif *Zingiber aromaticum* untuk menghambat *Salmonella typhi*?
- 1.2.2 Bagaimana tingkat toksisitas senyawa aktif *Zingiber aromaticum* secara *in silico*?
- 1.2.3 Apakah senyawa aktif pada *Zingiber aromaticum* memiliki afinitas terhadap reseptor DNA gyrase bakteri *Salmonella typhi* secara *in silico*?
- 1.2.4 Bagaimana perbandingan tingkat toksisitas dan afinitas senyawa aktif *Zingiber aromaticum* dengan obat pembandingan *Ciprofloxacin* secara *in silico*?

1.3 Definisi Operasional

Pada bagian ini penulis akan menjelaskan istilah yang terdapat dalam judul penelitian. Tujuannya untuk menghindari adanya kesalahpahaman dalam memahami penelitian ini. Adapun istilah tersebut adalah sebagai berikut:

- 1.3.1 Analisis *In Silico* adalah suatu proses penelitian biologi yang sepenuhnya menggunakan komputer. Dalam penelitian ini, ke-14 senyawa yang terkandung dalam lempuyang wangi (*isokaempferide, (S)-6-Gingerol, (-)-*

beta-Sitosterol, afzelin, kaempferol 3-(3''-acetylramnoside), zerumbone, 3-O-beta-D-glucopyranosyl sitesterol, tricyclohumuladiol, trans-10-Shogaol, trans-6-Shogaol, zerumbone epoxide, (S)-10-Gingerol, (S)-8-Gingerol, dan 2,9-Humuladien-6-ol-8-one) akan diskriminasi melalui analisis *in silico* untuk mengetahui apakah senyawa tersebut memiliki potensi dalam menghambat aktivitas bakteri *Salmonella typhi* yang menyebabkan penyakit demam tifoid. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan *molecular docking*, dimana dengan metode ini nantinya akan diketahui bagaimana proses interaksi suatu protein dengan ligan. Penelitian ini dibantu dengan aplikasi komputer yaitu MGLTools 1.5.7 yang dilengkapi dengan Autodock Tools dan aplikasi Biovia Discovery Studio Visualizer 2021.

- 1.3.2 *Zingiber aromaticum* (Lempuyang Wangi) adalah salah satu spesies pada famili Zingiberaceae yang merupakan tanaman herba tegak dengan ketinggian yang dapat mencapai 1,5 meter. Terdapat 14 kandungan senyawa aktif yang ada di dalam lempuyang wangi. Pencarian ke-14 senyawa ini menggunakan bantuan KnapSack. Semua senyawa tersebut bertindak sebagai ligan yang akan dilakukan *docking* dengan reseptor dari bakteri *Salmonella typhi* penyebab demam tifoid.
- 1.3.3 *Salmonella typhi* adalah bakteri gram negatif yang dapat menyebabkan seseorang terjangkit penyakit demam tifoid. Bakteri ini tidak memiliki spora, alat geraknya menggunakan flagel peritrik, bersifat intraseluler fakultatif dan anerob fakultatif. Dalam penelitian ini, bakteri *Salmonella typhi* akan bertindak sebagai reseptor yang menyebabkan demam tifoid. Reseptor dengan kode PDB ID 6J90 tersebut akan dilihat interaksinya dengan ligan dari senyawa yang terkandung dalam lempuyang wangi.
- 1.3.4 Sumber Belajar Biologi adalah segala sesuatu yang bisa dimanfaatkan oleh pengajar maupun peserta didik dalam mempelajari suatu konsep biologi. Sumber belajar ini dapat berasal dari buku, jurnal penelitian, internet, maupun lingkungan yang ada di sekitar kita. Penelitian ini nantinya dapat dijadikan sebagai sumber belajar dalam bentuk *booklet* yang berguna bagi para pendidik dan peserta didik dalam memahami konsep bakteri. Adapun

kompetensi dasar yang dikembangkan dalam booklet ini adalah Biologi kelas X KD 3.5 Mengidentifikasi struktur, cara hidup, reproduksi dan peran bakteri dalam kehidupan serta KD 4.5 Menyajikan data tentang ciri-ciri dan peran bakteri dalam kehidupan.

- 1.3.5 Prediksi Fisikokimia adalah prediksi yang bertujuan untuk melihat potensi suatu senyawa, dalam penelitian ini senyawa *Zingiber aromaticum* apakah berpotensi untuk dijadikan sebagai obat oral aktif atau tidak dengan melihat parameter *Lipinski's rule of five*. Sifat fisikokimia ini menggambarkan karakteristik dari suatu obat baik dalam lingkungan air maupun lipid dan membantu menentukan kemampuan obat berpenetrasi menembus *barrier* serta mencapai reseptor di seluruh tubuh.
- 1.3.6 Prediksi Farmakokinetik adalah prediksi yang bertujuan untuk mempelajari kinetika absorpsi, distribusi, metabolisme, dan ekskresi suatu obat dalam tubuh. Farmakokinetik ini merupakan ilmu yang mempelajari perjalanan obat di dalam tubuh, dari absorpsi, distribusi obat ke seluruh tubuh, dan eliminasi melalui proses metabolisme dan atau ekskresi. Prediksi ini menggunakan parameter ADME (Absorpsi, Distribusi, Metabolisme, dan Ekskresi).
- 1.3.7 Prediksi Toksisitas adalah prediksi yang bertujuan untuk memprediksi kemungkinan toksisitas dan adanya reaksi yang muncul dari senyawa uji yang kemungkinan memiliki efek buruk bagi manusia. Prediksi toksisitas ini menggunakan parameter LD₅₀, kelas toksisitas, *ames toxicity*, dan *hepatotoxicity*.
- 1.3.8 *Molecular Docking* adalah metode yang digunakan untuk mempelajari aktivitas interaksi antara inhibitor dengan sisi aktif suatu enzim. Parameter *molecular docking* menggunakan nilai *binding affinity* (afinitas energi), RMSD (RMSD Lower Bound dan RMSD Upper Bound), dan ikatan hidrogen.

1.4 Tujuan Penelitian

Sejalan dengan rumusan masalah yang sudah diuraikan di atas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1.4.1 Untuk mengetahui prediksi fisikokimia dan farmakokinetik senyawa aktif *Zingiber aromaticum* untuk menghambat *Salmonella typhi*.
- 1.4.2 Untuk mengetahui tingkat toksisitas senyawa aktif *Zingiber aromaticum* secara *in silico*.
- 1.4.3 Untuk mengetahui apakah senyawa aktif pada *Zingiber aromaticum* memiliki afinitas terhadap reseptor DNA gyrase bakteri *Salmonella typhi* secara *in silico*.
- 1.4.4 Untuk mengetahui perbandingan tingkat toksisitas dan afinitas senyawa aktif *Zingiber aromaticum* dengan obat pembanding *Ciprofloxacin* secara *in silico*.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dan dapat digunakan untuk kepentingan baik secara teoritis maupun secara praktis.

1.5.1 Kegunaan Teoritis

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai prediksi fisikokimia, farmakokinetik, tingkat toksisitas serta prediksi afinitas energi pada senyawa aktif *Zingiber aromaticum* untuk menghambat *Salmonella typhi*. Sehingga dapat dilihat bagaimana potensi senyawa *Zingiber aromaticum* dalam menghambat aktivitas bakteri *Salmonella typhi* secara *in silico*.

1.5.2 Kegunaan Praktis

- a. Bagi Peneliti, penelitian ini dapat memberikan pengetahuan lebih tentang senyawa aktif antibakteri pada *Zingiber aromaticum* untuk menghambat aktivitas *Salmonella typhi*.
- b. Bagi Masyarakat, dapat menjadi wawasan dan pengetahuan baru terkait potensi Lempuyang Wangi dalam menghambat *Salmonella typhi*.
- c. Bagi Pendidikan, dapat dijadikan sebagai sumber referensi khususnya untuk mata kuliah Bioinformatika yang berkaitan dengan uji *in silico*. Selain itu dapat dijadikan sebagai sumber belajar biologi khususnya pada materi Bakteri.
- d. Bagi Institusi Kesehatan, dapat dijadikan sebagai acuan dalam membuat kandidat obat baru untuk mengatasi demam tifoid yang disebabkan oleh

Salmonella typhi menggunakan senyawa aktif yang terkandung dalam Lempuyang Wangi (*Zingiber aromaticum*).