

KULIT DAUN LIDAH BUAYA (ALOE VERA)

Mengandung Flavonoid Sebagai Antibakteri Terhadap
Bakteri *Staphylococcus Aureus* Dan *Escherichia Coli*

x x x
x x x
x x x
x x x

x x
x x
x x
x x

Penulis :

1. Prof. Dr. Ir. Sri Wahjuni, M.Kes.
2. Dr. Drs. I Wayan Suirta, M.Si.
3. Kresna Murti Wasudewa, S.Si.



**KULIT DAUN LIDAH BUAYA (*Aloe vera*)
MENGANDUNG FLAVONOID SEBAGAI
ANTIBAKTERI TERHADAP BAKTERI
Staphylococcus aureus dan *Escherichia coli***

**Prof. Dr. Ir. Sri Wahjuni, M.Kes.
Dr. Drs. I Wayan Suirta, M.Si.
Kresna Murti Wasudewa, S.Si.**



PT GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI

**Kulit Daun Lidah Buaya (*Aloe vera*)
Mengandung Flavonoid sebagai Antibakteri terhadap
Bakteri *Staphylococcus aureus*
dan *Escherichia coli***

Penulis:

**Prof. Dr. Ir. Sri Wahjuni, M.Kes.
Dr. Drs. I Wayan Suirta, M.Si.
Kresna Murti Wasudewa, S.Si.**

ISBN: 978-623-8004-47-8

Editor:

**Mila Sari, M.Si.
Tri Putri Wahyuni, S.Pd.**

Penyunting: Yuliatrini Novita, M.Hum

Desain Sampul dan Tata Letak: Handri Maika Saputra, S.ST.

Penerbit: PT GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI

Redaksi :

**Jl. Pasir Sebelah No. 30 RT 002 RW 001
Kelurahan Pasie Nan Tigo Kecamatan Koto Tangah
Padang Sumatera Barat**

Website : www.globaleksekutifteknologi.co.id

Email : globaleksekutifteknologi@gmail.com

Cetakan pertama, September 2022

**Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk
dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit**

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Ida Sang Hyang Widhi Wasa (Tuhan Yang Maha Esa), yang berkat rahmatNya-lah penulis menyelesaikan Penulisan buku ajar yang berjudul Kulit daun lidah buaya (*Aloe vera*) mengandung senyawa flavonoid sebagai anti bakteri *Staphylococcus aureus* dan bakteri *Escherichia coli*.

Penulis Buku ajar ini secara khusus berkeinginan untuk menunjang proses pembelajaran mata kuliah kapita selekta biokimia yang dapat melihat sejauh mana kulit daun lidah buaya yang biasanya di buang sesudah daging lidah buaya banyak dipergunakan *desert* dan minum medis sebagai penghilang radang usus, demam, diabetes, asma, flu.

Pada dasarnya buku ajar ini disusun tentang senyawa aktif apa yang terkandung dikulit daun lidah buaya dan mekanisme reaksi yang terjadi pada kulit daun lidah dapat sebagai anti bakteri. Proses penghambatan pertumbuhan terhadap bakteri yang terjadi mengindikasikan adanya zat aktif yang kemungkinan merupakan golongan senyawa alkaloid, fenol dan tanin. Senyawa ini dapat berikatan dengan protein yang terdapat pada bakteri sehingga dapat menyebabkan kerusakan membran yang dapat menyebabkan lisis pada bakteri. Senyawa fenol dapat menyebabkan denaturasi protein sehingga pertumbuhan bakteri terhambat.

Denpasar, September 2022

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
BAB 1 PENDAHULUAN	iv
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Evaluasi.....	5
BAB 2 MEKANISME LIDAH BUAYA SEBAGAI ANTIBAKTERI	
.....	6
1.1 Lidah Buaya.....	6
1.2 Morfologi Lidah Buaya (<i>Aloe vera</i>)	9
2.3 Zat Aktif dalam Lidah Buaya.....	10
1. Flavonoid.....	11
2. Saponin.....	12
3. Tanin.....	13
4. Antrakuinon	14
5. Bakteri	15
6. Antibakteri	23
7. Ekstraksi	27
8. Kromatografi Kolom	30
9. Kromatografi Gas Spektrometri Massa (GC-MS)	30
BAB 3 PERAN KULIT DAUN LIDAH BUAYA SEBAGAI	
ANTIBAKTERI	33
3.1 Materi.....	33
3.2 Evaluasi.....	52
3.3 Simpulan dan Saran.....	53
BIODATA PENULIS	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol daun lidah buaya	36
Tabel 3.2 Hasil Pemisahan dengan Kromatografi Kolom Flavonoid	40
Tabel 3.3. Hasil Uji Antibakteri	41
Tabel 3.4 Komposisi Senyawa dalam Sampel	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Lidah Buaya.....	8
Gambar 2.2. Struktur Dasar Flavonoid	11
Gambar 2.3. Struktur Saponin	12
Gambar 2.4. Struktur Tanin.....	13
Gambar 2.5. Bakteri <i>Staphylococcus Aureus</i>	21
Gambar 2.6. Bakteri <i>Escherichia Coli</i>	22
Gambar 2.7. Alat GC-MS	31
Gambar 3.1 Perkiraan Reaksi pada Uji Alkaloid dengan Pereaksi Mayer	37
Gambar 3.2 Perkiraan Reaksi yang Terjadi pada Uji Tanin	38
Gambar 3.3 Perkiraan Reaksi yang Terjadi pada Uji Fenolik.....	39
Gambar 3.4 Kromatogram GC Dari Larutan Fraksi n- heksana	43

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lidah buaya (*Aloe vera*) merupakan salah satu tanaman yang dikenal memiliki sifat sebagai anti bakteri, anti inflamasi, antiseptik, dan antibiotik (Handayani 2019). Lidah buaya juga diketahui mengandung saponin, flavonoid, terpenoid, tanin, dan antrakuinon (Rajeswari et al., 2012). Bagian kulit daun lidah buaya memiliki kandungan antrakuinon yang berfungsi sebagai antibakteri dan antivirus (Pratiwi, 2015) sedangkan bagian gel lidah buaya terbukti mampu menghambat pertumbuhan bakteri gram positif sebesar 75,3% dan mampu menghambat pertumbuhan bakteri gram negatif sampai 100% (Bashir et al., 2011).

Kandungan antrakuinon di dalam lidah buaya berperan sebagai antibiotik yang kemungkinan dapat mempengaruhi sintesis protein bakteri dan mencegah pertumbuhan bakteri dengan mendenaturasi protein (Puteri, 2017). Kandungan saponin yang terdapat dalam tumbuhan dapat melarutkan lipid pada membran sel bakteri sehingga tegangan lipid turun dan permeabilitas sel berubah dan fungsi sel bakteri menjadi tidak normal hingga mengalami lisis dan mati (Natsir 2013).

Lisis dan mati pada infeksi merupakan sesuatu yang salah satunya ditimbulkan oleh mikroorganisme yang bersifat patogen (Mazni, 2008). Salah satu mikroorganisme patogen yang kerap kali ditemukan menjangkit manusia adalah *Staphylococcus aureus*. Bakteri ini ditemukan hidup di permukaan kulit manusia, kelenjar keringat hingga usus

(Nurwahdaniati, 2014). *S. aureus* merupakan bakteri gram positif yang banyak diketahui karena tingginya angka morbiditas maupun mortalitas yang diakibatkan bakteri tersebut. Penyakit yang diakibatkan oleh *S. aureus* diantaranya: bisul, jerawat, hingga infeksi luka, dan pada beberapa kasus dapat menyebabkan meningitis, mastitis, infeksi saluran kemih, pneumonia, osteomyelitis dan endokarditis (Welsh *et al.*, 2010). Lidah Buaya (*Aloe vera*) merupakan salah satu tanaman yang digunakan sebagai obat. Lidah buaya mempunyai berbagai khasiat, salah satunya sebagai antibakteri. Adanya efek antibakteri pada lidah buaya karena lidah buaya mengandung senyawa antibakteri seperti saponin, tannin dan flavonoid. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa ekstrak lidah buaya dapat menghambat pertumbuhan bakteri gram positif dan gram negatif. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui efek antibakteri ekstrak lidah buaya terhadap pertumbuhan *Escherichia coli*. Ekstrak etanol lidah buaya dibuat dengan menggunakan lidah buaya segar dalam lima konsentrasi (6,25%, 12,5%, 25%, 50% dan 100%) yang diuji daya hambatnya. Penelitian ini menggunakan bakteri *Escherichia coli* yang dibiakkan dalam tiga agar dan diuji menggunakan metode difusi. Didapatkan bahwa tidak terdapatnya daerah bening disekitar cakram yang telah mengandung ekstrak lidah buaya pada semua konsentrasi. Simpulan penelitian ini adalah ekstrak aloe vera tidak mempunyai aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli*.

Escherichia coli merupakan bakteri gram negatif yang ditemukan hidup dalam usus manusia. Infeksi *E. coli* dapat memicu penyakit seperti diare (Sanjaya, 2012). Diare merupakan suatu masalah kesehatan krusial bagi negara berkembang seperti Indonesia, dimana penyakit ini menjadi salah satu penyebab tingginya angka kematian balita (Hanif *et al.*, 2011).

Pemberian antibiotik merupakan metode pengobatan utama dalam penanganan infeksi, namun penggunaan antibiotik yang tidak tepat dapat mengakibatkan munculnya resistensi bakteri, hingga penggunaanya tidak efektif lagi (Borong, 2012). Berdasarkan data yang dikembangkan oleh *Cancer for disease prevention* diketahui sekitar 13.300 pasien meninggal disebabkan oleh infeksi bakteri yang resisten (Sengupta, 2012). Ketika bakteri menjadi resisten, keberadaanya tidak lagi dapat diatasi atau dikendalikan dengan antibiotik, karena perubahan antigenik yang terus terjadi. Hal ini dapat menjadi ancaman bagi penderitanya sehingga hal ini menjadi ancaman serius dalam dunia kesehatan (Gustawan dkk, 2014). Yuwono (2010) menjabarkan bahwa infeksi *S. aureus* mulanya dapat diatasi dengan penicillin, lalu methicillin namun kemudian diketahui *S. aureus* menjadi resisten terhadap methicillin, sedangkan *E. coli* diketahui resisten terhadap *ceftriaxone*, *levofloxacin*, *doxycycline* dan *ciprofloxacin* (Ariyani, 2018).

Guna mencegah terjadinya sebagai antibakteri . Keunggulan dari pengobatan dengan herbal terletak pada bahan dasar yang bersifat alami sehingga, efek samping yang ada dapat ditekan seminimal mungkin (Handayani, 2019). Organisasi kesehatan dunia, WHO menyarankan penggunaan bahan-bahan alam sebagai metode pengobatan alternatif, untuk mencegah terjadinya resistensi bakteri terhadap jenis-jenis antibiotik tertentu (Pratiwi, 2015).

Telah dilakukan penelitian oleh Pratiwi pada 2015 yang menyebutkan bahwa ekstrak daun dan gel lidah buaya memiliki sifat antibakteri terhadap *S. aureus*. Hayat (2016) dalam penelitiannya dengan ekstrak kulit dan daun lidah buaya menjelaskan bahwa keduanya mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen, seperti *E. coli*, *Bacillus subtilis*, dan *S. aureus*. Prabasari (2019) menyatakan bahwa, ekstrak

lidah buaya dapat menghambat pertumbuhan *S. aureus* secara *in vitro*. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Handayani (2019), ekstrak etanol daun lidah buaya memiliki aktivitas antibakteri terhadap *S. aureus* dan *Candida albicans* pada konsentrasi 4,5 %.

Berdasarkan latar belakang diatas serta penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, diketahui potensi lidah buaya sebagai antibakteri, namun perlu dilakukan penelitian spesifik mengenai jenis-jenis senyawa aktif antibakteri terhadap *S. aureus* dan *E. coli* yang terdapat pada kulit daun lidah buaya.

1.2 Evaluasi

1. Aspek-aspek lintas kegunaan lidah buaya (*Aloe vera*) itu apa saja?
2. Resistensi apa saja penggunaan obat tradisional dari lidah buaya (*Aloe vera*) untuk menjadi alternatif obat herbal?
3. Pada infeksi merupakan sesuatu peristiwa yang ditimbulkan oleh mikroorganisme patogen, jelaskan kulit lidah buaya (*Aloe vera*) yang dapat sebagai antibakteri?
4. *Escherichia coli* merupakan bakteri gram negatif yang ditemukan hidup dalam usus manusia. Infeksi *E. coli* dapat memicu penyakit jelaskan?
5. Pemberian antibiotik merupakan metode?
6. Senyawa aktif yang ada kulit pada lidah buaya (*Aloe vera*)?
7. Jelaskan keunggulan pengobatan tradisional oleh lidah buaya (*Aloe vera*)?
8. Penyakit yang apa saja yang diakibatkan oleh *S. aureus*?
9. Bagian kulit daun lidah buaya memiliki kandungan antrakuinon yang berfungsi sebagai antibakteri dan antivirus, sedangkan bagian gel lidah buaya terbukti mampu menghambat pertumbuhan bakteri gram positif sebesar?
10. Pemberian antibiotik merupakan metode pengobatan utama dalam penanganan infeksi, namun penggunaan antibiotik yang tidak tepat dapat mengakibatkan?

BAB 2

MEKANISME LIDAH BUAYA SEBAGAI ANTIBAKTERI

1.1 Lidah Buaya

Tanaman lidah buaya (*Aloe vera*) merupakan tanaman *Liliaceae* yang mempunyai sejumlah spesies yang berbeda. Diantara spesies ini, hanya satu jenis yang lazim digunakan sebagai tanaman obat sejak ribuan tahun yang lalu yaitu *Aloe vera barbadensis* (Johnson, 2012). Habitat aslinya berasal dari kepulauan Canary, sebelah barat Afrika dan diperkirakan masuk Indonesia pada abad ke-17 (Arifin, 2014). Sebagai tanaman hias, tanaman ini memang tampak indah karena keunikan daunnya yang tebal dan berduri, namun seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi pemanfaatan lidah buaya berkembang sebagai bahan baku industri farmasi, kosmetika serta sebagai bahan makanan dan minuman kesehatan. Tanaman ini juga mempunyai khasiat yang baik untuk kesehatan karena mengandung antibakteri (Surjushe, 2008). Lidah buaya merupakan tanaman yang termasuk dalam keluarga *Liliaceae*, yang mempunyai potensi sebagai bahan baku obat alami. (Wijaya, 2013). Lidah buaya merupakan tanaman yang berpotensi sebagai tanaman obat serta dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam proses industri. Berdasarkan penelitian, tanaman lidah buaya diketahui memiliki berbagai kandungan mineral, polisakarida, asam amino hingga vitamin yang bermanfaat untuk kesehatan (Arifin, 2014).

Spesies dari genus *Aloe* yang digunakan secara komersil diantaranya *Aloe barbadensis*, *Aloe ferox* dan *Aloe perryi*. Spesies *Aloe barbadensis* atau *Aloe vera* memiliki potensi di bidang farmasi (Wijaya, 2013). Lidah buaya memiliki 20% komponen kompleks antrakurnonalanin, seperti aloemodin, aloin, barbaloin. Senyawa tersebut berfungsi sebagai antibakteri (Benzie, 2011).

Sebagai antibakteri, lidah buaya mengandung zat-zat aktif seperti saponin tannin dan flavonoid. Saponin merupakan zat alkaloid yang dapat merusak asam (DNA dan RNA) bakteri. Tanin sebagai antibakteri berkerja dengan menginaktivasi adhesin sehingga bakteri tidak dapat menempel pada sel epitel hospes. Lidah buaya juga mengandung flavonoid yang akan mengakibatkan lisis dan menghambat proses pembentukan dinding sel. Mekanisme diatas menyebabkan lidah buaya dapat membunuh ataupun menghambat pembentukan bakteri (Noorhamdani, 2010). Tanaman lidah buaya mengandung saponin yang bersifat antiseptik. Senyawa kurnonealoin menyebabkan terjadi proses inaktivasi pada protein bakteri dan mengakibatkan bakteri tersebut kehilangan fungsinya, sedangkan saponin dapat melarutkan lipid dari membran sel bakteri, menyebabkan penurunan tegangan lipid, sehingga terjadi perubahan permeabilitas sel dan akhirnya sel bakteri mengalami lisis (Natsir, 2013). Tanaman lidah buaya seperti Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Tanaman Lidah Buaya (Rajeswari, 2012)

Lidah buaya merupakan tanaman yang dikenal di Indonesia karena kegunaannya sebagai tanaman obat. Tanaman ini menjadi populer karna manfaatnya sebagai bahan baku untuk berbagai produk dalam industri mulai dari kosmetik, makanan, hingga farmasi. Kini, produk lidah buaya dapat ditemukan di apotek, restoran hingga swalayan. (Prabasari, 2019). Spesies lidah buaya yang secara komersil dibudidayakan di dunia adalah *Curacao aloe* atau *Lidah buaya (Aloe barbadensis* Miller). Jenis tersebut ditemukan pada 1768 oleh seorang ahli botani asal Inggris, Philip Miller. Meluasnya pemanfaatan tanaman ini disertai tingginya penggunaannya sebagai bahan baku dalam industri, menjadikan lidah buaya sebagai tanaman agroindustri (Sudarto, 1997).

Furnawanthi (2002) menjelaskan taksonomi *Aloe barbadensis* Miller termasuk dalam dunia Plantae, Divisi Spermarophyta, Kelas Monocotyledoneae, Bangsa Liliiflorae, Suku Liliaceae, Marga Aloe, Spesies *Aloe barbadensis* Miller. Tanaman lidah buaya diketahui memiliki kemampuan untuk tumbuh di daerah tanfusi, seperti Afrika, Asia, maupun Amerika. Hal ini karena bagian stomata pada daun lidah buaya akan

tertutup rapat pada musim kering sehingga mampu mencegah penurunan kandungan air. Tidak hanya mampu bertahan di daerah gersang, lidah buaya diketahui juga mampu bertahan pada iklim yang kontadiktif. Lidah buaya tergolong sangat efisien dalam mengontrol kandungan airnya, sebab secara fisiologi tanaman ini mampu bertahan pada keadaan kering (Furnawanthi, 2007).

1.2 Morfologi Lidah Buaya (*Aloe vera*)

Morfologi dari tanaman lidah buaya (*Aloe vera*) adalah sebagai berikut (Furnawanthi, 2014).

a. Batang

Batang tanaman lidah buaya berserat atau berkayu. Pada umumnya sangat pendek dan hampir tidak terlihat karena tertutup oleh daun yang rapat dan sebagian terbenam di tanah. Namun, ada juga beberapa spesies yang berbentuk pohon dengan ketinggian mencapai 3-5 m. Spesies ini dapat dijumpai di gurun Afrika Utara dan Amerika. Melalui batang ini akan tumbuh tunas yang akan menjadi anakan (*sucker*).

b. Daun

Seperti halnya tanaman berkeping satu lainnya, daun lidah buaya berbentuk tombak dengan helaian memanjang. Daunnya berdaging tebal; tidak bertulang; berwarna hijau keabu-abuan dan mempunyai lapisan lilin di permukaan; serta bersifat sukulen, yakni mengandung air, getah, atau lendir yang mendominasi daun. Bagian atas daun rata dan bagian bawahnya membulat (cembung). Di daun lidah buaya muda dan sucker (anak) terdapat bercak (totol) berwarna hijau pucat sampai putih. Bercak ini akan hilang saat lidah buaya dewasa. Namun, tidak demikian halnya dengan tanaman lidah buaya jenis kecil atau lokal. Hal ini

- kemungkinan disebabkan faktor genetiknya. Sepanjang tepi daun berjajar gerigi atau duri yang tumpul dan tidak berwarna.
- c. Bunga
Bunga lidah buaya berbentuk terompet atau tabung kecil sepanjang 2-3 cm, berwarna kuning sampai oranye, tersusun sedikit berjantai mekingkari ujung tangkai yang menjulang ke atas sepanjang 50-100 cm.
 - d. Akar
Lidah buaya mempunyai sistem perakaran yang pendek dengan akar serabut yang panjangnya bisa mencapai 30-40 cm.

2.3 Zat Aktif dalam Lidah Buaya

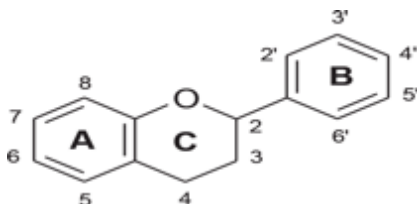
Zat Aktif dalam Lidah Buaya menurut para ahli terdapat berbagai unsur yang terkandung dalam tanaman lidah buaya seperti; mineral, saponin, lignin, antrakuinon, gula, enzim, vitamin, monosakarida dan polisakarida serta berbagai asam amino esensial maupun non esensial yang dapat dimanfaatkan oleh manusia. Menurut Rohmawati (2008) lidah buaya dan bagian akarnya memiliki kandungan saponin dan juga flavonoid, sedangkan pada bagian daun mengandung polifenol dan tanin. Komposisi zat aktif lidah buaya yang telah teridentifikasi yaitu: saponin, sterol, accemannan, antrakuinon (Purbaya, 2003) sedangkan Henry (1979) berpendapat bahwa kandungan dari lidah buaya adalah aloin, resin, emodin dan minyak atsiri. Gel dari lidah buaya diketahui memiliki kandungan mineral seperti Zn, Fe, K dan vitamin.

Lidah buaya mampu menembus jaringan tubuh terdalam, serta memiliki agen antiseptic yang sanggup membunuh mikroorganisme patogen dan jamur. Bagian gel lidah buaya memiliki senyawa yang dapat memacu pertumbuhan jaringan

baru serta memiliki efek menenangkan sistem syaraf tubuh, membersihkan dan detoksifikasi serta memulihkan metabolisme tubuh (Titus, 2013). Adapun zat aktif yang terdapat dalam lidah buaya sebagai berikut:

1. Flavonoid

Flavonoid yang merupakan salah satu senyawa golongan fenol alam terbesar yang ditemui pada berbagai tumbuhan hijau, serta merupakan metabolit sekunder bagi berbagai tumbuhan hijau kecuali alga. Kandungan flavonoid pada lidah buaya berperan sebagai antioksidan, antibakteri dan penghambat pendarahan pada kulit. Senyawa flavonoid merupakan jenis senyawa polifenol dengan 15 atom karbon yang tersambung dengan rantai alifatik tiga karbon, seperti pada Gambar 2.2.

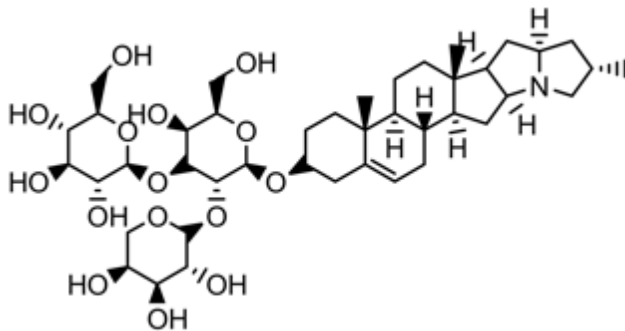


Gambar 2.2 Struktur Dasar Flavonoid (Uivarosi, 2017)

Flavonoid merupakan senyawa polar sehingga akan terlarut dalam pelarut polar seperti metanol, etanol, butanol dan sebagainya. Adanya gula yang terikat pada flavonoid menyebabkan flavonoid cenderung larut didalam air, dengan demikian, campuran pelarut di atas dengan air merupakan pelarut yang cocok untuk glikosida. Di sisi lain, aglikogen bersifat kurang polar, maka dari itu ia lebih mudah larut dalam pelarut yang bersifat serupa seperti eter, kloroform. (Sukadana, 2009).

2. Saponin

Saponin merupakan salah satu glikosida yang umumnya ditemukan pada tumbuh-tumbuhan. Saponin memiliki karakteristik berbuih, maka dari itu, ketika senyawa ini direaksikan dan dikocok dengan air, terbentuklah buih yang mampu bertahan lama. Saponin mudah larut dalam air namun tidak dapat larut didalam eter. Struktur saponin seperti Gambar 2.3.

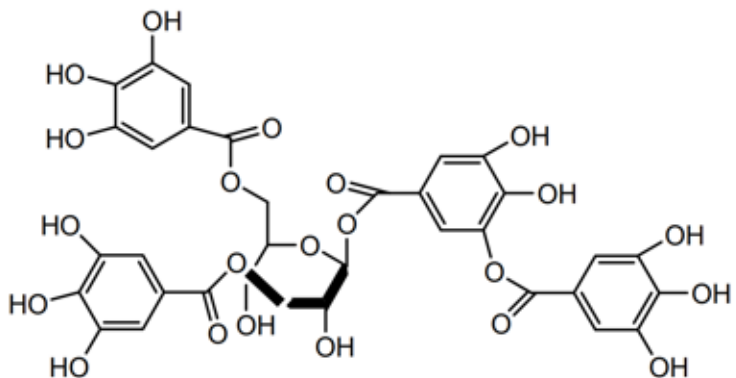


Gambar 2.3 Struktur Saponin (Noer, 2018)

Saponin merupakan glikosida alami dengan sifat amfifilik. Berat molekul saponin tergolong besar dan memiliki struktur molekul yang terdiri dari aglikon steroid atau triterpene yang bernama sapogenin dan glikon yang memiliki rantai gula (Sirohi, 2014). Struktur saponin dapat dilihat pada Gambar 2.3. Saponin berasal dari bahasa Latin “sapo” yang memiliki arti membentuk busa stabil saat dilarutkan di air. Pembentukan Busa oleh saponin disebabkan oleh kombinasi dari sapoggenin hidrofobik dengan rantai gula yang bersifat hidrofilik (Naoumkina *et al.*, 2010).

3. Tanin

Tanin merupakan senyawa polifenol yang ditemukan di berbagai tanaman dan umumnya digunakan oleh tumbuhan untuk melindungi dirinya dari herbivora. Tanin diketahui banyak ditemukan dalam buah buahan dan sayuran seperti pisang, bayam, anggur merah dan minuman seperti teh dan kopi (Gosh, 2015). Tanin terdapat luas dalam tumbuhan berpembuluh, dalam angiospermae terdapat khusus dalam jaringan kayu. Tanin dapat bereaksi dengan protein membentuk kopolimer yang tidak larut dalam air. Dalam industri, tanin adalah senyawa yang berasal dari tumbuhan yang mampu mengubah kulit hewan yang mentah menjadi kulit siap pakai karena kemampuannya menyambung silang protein (Harborne, 1987). Tanin diketahui memiliki sifat sebagai antibakteri terhadap bakteri berbahaya seperti *E.coli*, *Pseudomonas*, *Salmonella*, dan sebagainya. Struktur tanin dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Struktur Tanin (Ghosh, 2015)

Secara kimia terdapat dua jenis utama tanin yang tersebar tidak merata dalam dunia tumbuhan yaitu:

a. Tanin terkondensasi (Proantosianidin tannin)

Tanin terkondensasi atau flavolan secara biosintesis dapat dianggap terbentuk dengan cara kondensasi katekin tunggal (galokatekin) yang membentuk senyawa dimer dan kemudian oligomer yang lebih tinggi. Proantosianidin merupakan nama lain dari tanin terkondensasi karena jika direaksikan dengan asam panas, beberapa ikatan karbon penghubung satuan terputus dan dibebaskan monomer antosianidin.

b. Tanin terhidrolisis

Tanin terhidrolisis mengandung ikatan ester yang dapat terhidrolisis jika dididihkan dalam asam klorida encer. Bagian alkohol dari ester ini biasanya gula dan seringkali glukosa, tetapi dalam beberapa tanin mungkin saja ada gula lain, inositol, asam kuinat, atau senyawa sejenis lainnya. Asam elagat merupakan hasil sekunder yang terbentuk pada hidrolisis beberapa tanin yang sesungguhnya merupakan ester asam heksaoksidifenat (Robinson, 1991).

4. Antrakuinon

Antrakuinon merupakan jenis senyawa glikosida yang termasuk turunan kuinon (Sirait, 2007). Antrakuinon berwujud kristal dengan titik leleh tinggi, mudah terhidrolisis serta mudah larut dalam pelarut organik maupun anorganik. Senyawa antrakuinon dan turunannya seringkali ditemui berwarna kuning sampai oranye. Pereaksi Borntraeger biasanya digunakan untuk mengidentifikasi senyawa antrakuinon. Jika larutan ditambahkan ammonia maka larutan tersebut akan

berubah warna menjadi kemerahan untuk antrakuinon dan kuning untuk antron dan diantron.

5. Bakteri

Bakteri mikroorganisme pada jamur, virus dan sebagainya. Diamati dari jenis-jenisnya, mikroorganisme dibagi menjadi dua, yaitu mikroorganisme patogen, yang dapat menyebabkan kerugian seperti penyakit, dan mikroorganisme nonpatogen yang tidak dapat menimbulkan penyakit (Wattimena, dkk., 1981). Bakteri merupakan organisme prokariotik, yaitu mikroorganisme tanpa selubung inti. Meskipun ukurannya yang mikroskopik, bakteri tetap merupakan organisme yang memiliki informasi genetik (DNA) akan tetapi dna bakteri tidak terlokalisasi dalam nucleus dan tidak memiliki memberan inti. DNA bakteri berbentuk sirkuler panjang yang dikenal sebagai nukleoi. DNA bakteri juga tidak memiliki intron tetapi hanya tersusun atas akson. (Jawetz, 2005).

Bakteri dibedakan atas dua kelompok berdasarkan komposisi dinding sel serta sifat pewarnaannya, yaitu bakteri Gram positif dan negatif. Selain perbedaan dalam sifat pewarnaannya, bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif berbeda dalam sensitivitasnya terhadap kerusakan mekanis/fisis, terhadap enzim, desinfektan dan antibiotik:

a. Bakteri Gram Positif

Yaitu memiliki struktur dinding sel yang tebal (15-80µm) dan berlapis tunggal dengan komposisi dinding sel terdiri atas lipid, peptidoglikan. Kandungan lipid pada bakteri Gram positif antara 1-4%. Dinding sel terdiri dari lapisan tunggal peptidoglikan yang mencapai

lebih dari 50% berat kering sel bakteri. Bakteri Gram positif rentan terhadap gangguan fisik (Pelzcar, 1986). Bakteri Gram positif lebih sensitif terhadap penisilin, tetapi lebih tahan terhadap perlakuan fisik dibandingkan bakteri Gram negatif. Bakteri Gram positif sering berubah sifat pewarnaannya sehingga menunjukkan reaksi Gram variabel. Sebagai contoh, kultur Gram positif yang sudah tua dapat kehilangan kemampuannya untuk menyerap pewarna violet kristal sehingga dapat berwarna merah seperti bakteri Gram negatif. Perubahan tersebut dapat juga disebabkan oleh perubahan kondisi lingkungan atau modifikasi teknik pewarnaan (Fardiaz, 1992).

b. Bakteri Gram Negatif

Yaitu memiliki struktur dinding sel berlapis tiga dengan ketebalan 10-15 μ m. Komposisi dinding sel terdiri atas lipid dan peptidoglikan yang berada dalam lapisan dengan jumlah sekitar 10% berat kering. Kandungan lipid pada bakteri Gram negatif cukup tinggi yaitu 11-22%. Bakteri ini umumnya kurang rentan terhadap penisilin dan gangguan fisik. Selain itu, dinding sel bakteri Gram negatif lebih tipis dari pada bakteri Gram positif (Pelzcar, 1986)

Bakteri Gram negatif lebih sensitif terhadap antibiotik lainnya seperti streptomisin dan bersifat lebih konstan terhadap reaksi pewarnaan. Dinding sel bakteri Gram negatif tersusun atas satu lapisan peptidoglikon dan membran luar. Dinding selnya tidak mengandung teichoic acid. Membran luar tersusun atas lipopolisakarida, lipoprotein dan fosfolipid (Tortora, 2001).

Pertumbuhan adalah penambahan teratur semua komponen suatu organisme. Dengan demikian

pertambahan ukuran yang diakibatkan oleh bertambahnya air atau karena deposit lipid bukan merupakan pertumbuhan sejati. Pertumbuhan mikroorganisme lebih ditunjukkan oleh adanya peningkatan jumlah mikroorganisme dan bukan peningkatan ukuran sel individu. Pada dasarnya ada dua macam tipe pertumbuhan, yaitu pembelahan inti tanpa diikuti pembelahan sel sehingga dihasilkan peningkatan ukuran sel dan pembelahan inti yang diikuti pembelahan sel sehingga dihasilkan peningkatan jumlah sel serta pembesaran ukuran sel diikuti pembelahan membentuk dua progen yang kurang lebih berukuran sama (Pratiwi, 2008).

Menurut Pratiwi (2008), bakteri mengalami pertumbuhan yang dapat dibagi dalam 4 fase yaitu:

- a. Fase lag
Merupakan fase adaptasi, yaitu fase penyesuaian pada suatu lingkungan baru. Ciri fase lag adalah tidak adanya peningkatan jumlah sel, yang ada hanyalah peningkatan ukuran sel.
- b. Fase log (fase eksponensial)
Merupakan fase dimana bakteri tumbuh dan membelah pada kecepatan maksimum. Sel-sel baru terbentuk dengan laju konstan dan massa yang bertambah secara eksponensial.
- c. Fase stasioner
Pada fase ini, pertumbuhan bakteri berhenti dan terjadi keseimbangan antara jumlah sel yang membelah dengan jumlah sel yang mati.
- d. Fase kematian

Pada fase ini, jumlah sel yang mati meningkat. Faktor penyebabnya adalah ketidaktersediaan nutrisi dan akumulasi buangan yang toksik.

Sedangkan menurut Pratiwi (2008) pertumbuhan bakteri dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya:

a. Temperatur

Temperatur optimum bakteri yang pathogen bagi manusia biasanya tumbuh dengan baik pada temperatur 37 °C. Peningkatan temperatur sebesar 10 °C dapat meningkatkan aktivitas enzim sebesar dua kali lipat. Berdasarkan temperatur pertumbuhan bakteri dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1) Bakteri psikofil

yaitu bakteri yang dapat hidup pada temperatur maksimal 20 °C, temperatur optimal adalah 0-15 °C.

2) Bakteri mesofil

yaitu bakteri yang dapat hidup pada temperatur minimal 15-20 °C, optimal 20-45 °C, maksimal 45 °C.

3) Bakteri termofil

yaitu bakteri yang dapat hidup pada temperatur minimal 45 °C, optimal 55-65 °C, maksimal 100 °C.

b. pH

pH optimum bagi kebanyakan bakteri terletak antara 6,5 dan 7,5. Namun ada beberapa mikroorganisme yang dapat tumbuh pada keadaan yang sangat asam atau alkali. Mikroorganisme asidofil tumbuh pada kisaran pH optimal 1,0–5,5; mikroorganisme neutrofil tumbuh pada kisaran pH optimal 5,5–8,0;

mikroorganisme alkalofil tumbuh pada pH optimal 8,5–11,5; sedangkan mikroorganisme alkalofil ekstrem tumbuh pada kisaran pH optimal ≥ 10 .

c. Tekanan osmosis

Osmosis merupakan perpindahan air melewati membran semipermeabel karena ketidakseimbangan material terlarut dalam media. Medium yang baik untuk pertumbuhan sel adalah medium isotonis terhadap sel tersebut. Dalam larutan hipotonik air akan masuk ke dalam sel sehingga menyebabkan sel membengkak, sedangkan dalam larutan hipertonik air akan keluar dari sel sehingga membran plasma mengerut dan lepas dari dinding sel (plasmolisis).

d. Oksigen

Berdasarkan kebutuhan oksigen di kenal mikroorganisme menjadi 5 golongan yaitu:

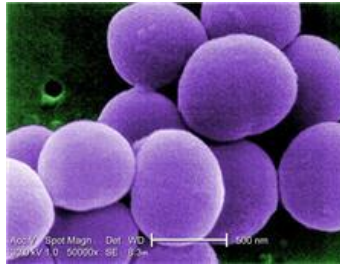
- 1) Bakteri aerobik yaitu bakteri yang membutuhkan oksigen untuk pertumbuhannya.
- 2) Bakteri anaerobik yaitu bakteri yang dapat tumbuh tanpa oksigen. Adanya oksigen pada bakteri ini akan menghambat pertumbuhannya. Energi pada bakteri anaerob dihasilkan dengan cara fermentasi.
- 3) Bakteri anaerobik fakultatif yaitu bakteri yang dapat tumbuh dengan oksigen ataupun tanpa oksigen.
- 4) Bakteri mikroaerob yaitu bakteri yang dapat tumbuh baik dengan adanya sedikit oksigen tetapi dalam konsentrasi yang rendah.

e. Nutrisi

Nutrisi merupakan substansi yang diperlukan untuk biosintesis dan pembentukan energi. Berdasarkan kebutuhannya, nutrisi dibedakan menjadi

dua yaitu makroelemen (elemen yang diperlukan dalam jumlah banyak) dan mikroelemen (elemen nutrisi yang diperlukan dalam jumlah sedikit). *Staphylococcus aureus* adalah bakteri Gram Positif, biasanya tersusun dalam kelompok ireguler seperti anggur. Organisme ini mudah tumbuh pada banyak jenis medium dan aktif secara metabolis, memfermentasi karbohidrat dan menghasilkan pigmen yang bervariasi dari putih sampai kuning tua. *Staphylococcus aureus* biasanya membentuk koloni berwarna abu-abu hingga kuning emas pekat. Bakteri ini terdapat pada kulit, selaput lender, bisul, dan luka, dapat menimbulkan penyakit melalui kemampuannya berkembang biak dan menyebar luar dalam jaringan. Infeksi yang disebabkan *Staphylococcus aureus* pada permukaan kulit tampak berupa impetigo, folikulitis, furunkel, erithrasma dan jerawat. Keracunan makanan yang paling umum disebabkan oleh enterotoksin stafilokok yang tahan panas. Bakteri *Staphylococcus aureus* dapat ditemukan pada permukaan kulit sebagai flora normal dan juga terdapat pada saluran napas serta saluran cerna manusia. Bakteri ini menyebabkan infeksi pada luka biasanya berupa abses yaitu kumpulan nanah atau cairan dalam jaringan. Jenis-jenis abses yang spesifik diantaranya bengkak (boil), radang akar rambut (folliculitis), dan juga dapat menyebabkan penyakit seperti jerawat dan bisul (Brooks *et al.*, 2010).

Staphylococcus aureus merupakan golongan bakteri gram positif bulat dengan diameter 0,7-1,2 μm . *S. aureus* tersusun berkelompok dan tidak beraturan seperti buah anggur, fakultatif anaerob, tidak membentuk spora dan tidak bergerak. Tampilan *S. aureus* dapat dilihat pada Gambar 2.5.

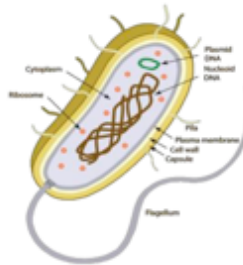


Gambar 2.5 Bakteri *Staphylococcus aureus* (Center for Disease Control and Prevention USA, 2020)

Suhu optimal untuk pertumbuhan *S. aureus* adalah 37 °C, tetapi membentuk pigmen pada suhu kamar (20-25 °C). Koloni pada perbenihan padat berwarna abu-abu sampai kuning keemasan, berbentuk bundar, halus, menonjol, dan berkilau. Lebih dari 90% isolat klinik menghasilkan *S. aureus* yang mempunyai kapsul polisakarida atau selaput tipis yang berperan dalam virulensi bakteri. Berbagai derajat hemolisis disebabkan oleh *S. aureus*. (Jawetz *et al.*, 2008).

Escherichia coli merupakan bakteri gram negatif enterik (*Enterobacteriaceae*) yaitu kuman flora normal yang ditemukan dalam usus besar manusia. Bakteri ini bersifat patogen apabila berada diluar usus, yaitu lokasi normal tempatnya berada dan tempat lain yang jarang ditinggali oleh bakteri ini. *Escherichia coli* sering menimbulkan infeksi pada saluran kemih, saluran empedu dan tempat-tempat lain di rongga perut. *Escherichia coli* juga merupakan penyebab diare dan infeksi saluran kemih (Jawet *et al.*, 2005). *E. coli* merupakan bakteri yang memiliki sifat patogen, serta berperan penting sebagai penyebab penyakit dan kematian di dunia (Tenailon *et al.*, 2010). *E. coli* termasuk golongan bakteri gram negatif batang dengan

ukuran diameter 0,7 μm dan lebar 0,4-0,7 μm . Bakteri ini bersifat anaerob fakultatif dan seringkali membentuk koloni bundar dan cembung (Jawetz *et al.*, 1996). Tampilan bakteri *E. coli* dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Bakteri *Escherichia coli* (Hussin, 2019)

Escherichia coli merupakan salah satu bakteri mesofilik. Bakteri mesofilik adalah bakteri dengan suhu tumbuh optimumnya berada antara rentang 15-45°C dan hidup pada kisaran pH 5,5-8. *E. coli* dapat tumbuh optimal dalam suhu normal tubuh manusia. Beberapa jam setelah masuk ke dalam tubuh manusia, ia akan membentuk koloni yang umumnya terdapat pada saluran pencernaan dan membentuk hubungan mutual, namun strain non patogen dari *E. coli* dapat berubah jika terjadi masalah pada saluran pencernaan lainnya (Janny *et al.*, 2012).

Bakteri *E. coli* umumnya hanya dapat berkembang biak dengan cara seksual atau vegetative. Jika terdapat faktor eksternal yang menguntungkan, proses ini akan berlangsung cepat. Setelah terjadi pembelahan, sel-sel baru yang dihasilkan akan

membesar hingga menyamai ukuran sel induknya (Melliawati, 2009).

Keberlangsungan hidup bakteri tak hanya dipengaruhi faktor eksternal atau lingkungannya saja, keberadaan bakteri juga mampu mempengaruhi lingkungan luarnya. Contohnya, bakteri *E. coli* dapat menyebabkan demam ketika menginfeksi manusia yang menyebabkan diare. Jika ia berada dalam perantara dengan sumber karbon seperti laktosa, glukosa dan lain sebagainya, maka pH di dalam perantara akan turun sehingga menghasilkan gas sebagai dari hasil peruraian glukosa (Melliawati, 2009).

6. Antibakteri

Antibakteri merupakan zat yang dapat mengganggu pertumbuhan atau bahkan mematikan bakteri dengan cara mengganggu metabolisme bakteri yang merugikan. Mekanisme kerja dari senyawa antibakteri diantaranya yaitu menghambat sintesis dinding sel, menghambat keutuhan permeabilitas dinding sel bakteri, menghambat kerja enzim, dan menghambat sintesis asam nukleat dan protein. Salah satu zat antibakteri yang banyak dipergunakan adalah antibiotik. Antibiotik adalah senyawa kimia khas yang dihasilkan atau diturunkan oleh organisme hidup termasuk struktur analognya yang dibuat secara sintetik, yang dalam konsentrasi rendah mampu menghambat proses penting dalam kehidupan satu spesies atau lebih mikroorganisme.

Senyawa antibakteri adalah senyawa yang digunakan untuk mengendalikan pertumbuhan bakteri. Pengendalian pertumbuhan mikroorganisme ini bertujuan

untuk mencegah penyebaran penyakit dan infeksi, membasmi mikroorganisme pada inang yang terinfeksi, dan mencegah pembusukan serta kerusakan bahan oleh mikroorganisme (Sulistyo, 1971).

Proses penghambatan pertumbuhan bakteri oleh zat antibakteri dapat terlaksana melalui perusakan dinding sel, perubahan permeabilitas membran sitoplasma hingga mengakibatkan keluarnya isi sel, perubahan asam nukleat dan molekul protein serta menghalangi kerja enzim, dan menghambat proses sintesis asam nukleat dan protein.

Pada bidang farmasi, zat antibakteri disebut sebagai antibiotik, yaitu substansi kimiawi yang dihasilkan oleh mikroorganisme dan memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan mikroorganisme lain. Senyawa antibakteri bekerja secara bakteristatik, bakteriolitik dan bakteriosidal (Pelczar dan Chan, 1988). Mekanisme kerja antibakteri yakni semua substansi yang diketahui memiliki kemampuan untuk menghalangi pertumbuhan organisme lain khususnya mikroorganisme disebut sebagai antibiotik. Antibiotik adalah bahan antibakteri yang dibentuk oleh atau diperoleh dari mikroorganisme lain. Antibiotik bisa bersifat spesifik terhadap bakteri tertentu atau mempunyai spektrum yang luas. Dasar pemikiran bagi diindikasinya terapi antibiotik sebagai penunjang perawatan periodontal adalah didasarkan pada kenyataan bahwa etiologi utama penyakit periodontal adalah bakteri yang dikenal sebagai plak dental atau plak bakteri. Beberapa spesies bakteri dapat mengadakan invasi ke jaringan ikat gingiva, akar gigi, bahkan sampai ke permukaan tulang alveolar. Bakteri invasif tersebut tidak dapat disingkirkan hanya dengan penskeleran dan penyerutan akar, sehingga perlu diberi terapi antibiotik sebagai perawatan penunjang. Antibiotik yang efektif

sebagai penunjang perawatan periodontal harus cukup tinggi konsentrasinya dalam cairan sulkus gingiva bukan pada dalam serum darah. Antibiotik berdasarkan spektrum atau kisaran kerja dapat diklasifikasikan menjadi antibiotik berspektum sempit (*narrow spectrum*) yang hanya menghambat atau membunuh segolongan jenis bakteri saja dan antibiotik berspektrum luas (*broad spectrum*) yang dapat menghambat atau membunuh bakteri dari golongan gram positif ataupun gram negatif. Berdasarkan mekanisme kerja, antibiotik dibedakan menjadi empat, yaitu antibiotik dengan mekanisme penghambatan sintesis dinding sel, penghambatan fungsi membran sel, penghambatan sintesis protein, dan penghambatan sintesis asam nukleat (Elliott dkk., 2013).

Uji aktivitas antibakteri dapat dilakukan dengan metode difusi dan metode pengenceran (dilusi). *Disc diffusion test* atau uji difusi cakram dilakukan dengan mengukur diameter zona bening (*clear zone*) yang merupakan petunjuk adanya respon penghambatan pertumbuhan bakteri oleh suatu senyawa antibakteri dalam ekstrak. Sedangkan metode dilusi atau pengenceran adalah senyawa antibakteri diencerkan hingga diperoleh beberapa macam konsentrasi, kemudian masing-masing konsentrasi ditambahkan suspensi bakteri uji dalam media cair (Hermawan *et al.*, 2007). Ada beberapa macam metode uji resistensi bakteri terhadap obat-obatan, antimikroba, dan lain sebagainya, antara lain:

a. Metode Dilusi

Metode dilusi, prinsipnya yaitu antibiotik diencerkan sehingga diperoleh beberapa konsentrasi.

b. Dilusi cair, masing-masing konsentrasi obat ditambahkan suspensi kuman atau bakteri dalam media.

- c. Dilusi padat, masing-masing konsentrasi obat ditambahkan media agar, lalu ditanamin bakteri (Hermawan *et al.*, 2007).

1) Metode Difusi Agar

Metode difusi agar diperkenalkan oleh William Kirby dan Alfred Bauer pada tahun 1966. Selanjutnya, metode Kirby-Bauer digunakan untuk menentukan kemampuan bahan antimikrobia. Pada uji ini, cakram kertas steril berukuran 6 mm ditetesi ekstrak tanaman dengan konsentrasi tertentu (Lay, 1994).

Metode difusi dilakukan dengan cara menginokulasi kuman ke dalam media pembenihan yang berupa agar dan antibakteri uji diberikan pada permukaan agar dalam tempat tertentu sehingga antibakteri uji akan berdifusi dalam permukaan agar yang telah diinokulasi dengan kuman. Apabila efektif, maka zona hambat akan terbentuk disekitar cakram setelah inkubasi (Tortora, 2001).

Pengujian aktivitas antibakteri akan diinkubasi pada suhu 37°C selama 18-24 jam dan diamati ada atau tidaknya pertumbuhan bakteri, yang ditandai dengan terjadinya kekeruhan. Larutan uji senyawa antibakteri pada kadar terkecil yang terlihat jernih tanpa adanya pertumbuhan bakteri uji, ditetapkan Kadar Hambat Tumbuh Minimum (KHTM) atau Minimal Inhibitory Concentration (MIC). Selanjutnya biakan dari semua tabung yang jernih diinokulasikan pada media agar padat, diinkubasikan pada suhu 37°C selama 18-24 jam, lalu diamati ada atau tidaknya koloni bakteri yang tumbuh. Media cair yang tetap terlihat jernih setelah diinkubasi ditetapkan sebagai Kadar Bunuh Minimal (KBM) atau Minimal *Bactericidal Concentration* (MBC) (Irianto, 2006).

7. Ekstraksi

Secara umum, ekstraksi dapat didefinisikan sebagai proses pemisahan suatu zat dari beberapa campuran dengan penambahan pelarut tertentu untuk mengisolasi komponen campuran dari zat padat atau zat cair. Dalam hal ini zat yang terperangkap dalam padatan diinginkan bersifat larut dalam pelarut, sedangkan zat padat lainnya tidak dapat larut. Proses ekstraksi bertujuan untuk mendapatkan senyawa-senyawa tertentu dari bahan yang mengandung komponen komponen aktif (Silvia, 2018)

Proses ekstraksi senyawa kimia yang terkandung dalam tanaman dapat dipengaruhi berbagai aspek, baik dari teknis penyarian maupun faktor tanaman itu sendiri. Sistem penyarian dan polaritas pelarut sangat menentukan perpindahan senyawa kimia tanaman dari dalam sel ke dalam cairan pelarut. Polaritas cairan pelarut yang digunakan bergantung dari sifat kimia senyawa aktif yang akan diekstraksi dan kemampuan menembus membran sel. Metode serta pelarut yang digunakan untuk memperoleh ekstrak menjadi faktor penting dalam optimasi proses ekstraksi komponen bioaktif dari alam (Febriyanto, 2017).

Pengambilan senyawa aktif dari kulit daun lidah buaya yaitu: ekstraksi berasal dari kata *Extractio* yang berasal dari *extrahere, to draw out* yaitu menarik inti atau suatu metode untuk menarik zat dari bahan asal. Proses penarikan zat inti tersebut dilakukan tanpa mengubah khasiat zat tersebut (Syamsuni, 2006) Tujuan dilakukannya ekstraksi pada bahan alam adalah untuk menarik komponen kimia yang terdapat di dalamnya.

Proses ekstraksi didasari oleh prinsip perpindahan massa komponen zat ke dalam pelarut, proses ini akan terjadi pada permukaan kemudian terdifusi ke dalam pelarut. Umumnya ekstraksi dilakukan terhadap simplisia

yang mengandung zat berkhasiat ataupun untuk tujuan khusus. Hal ini dikarenakan simplisia hewan maupun tumbuhan mengandung berbagai zat tunggal yang bermanfaat agar mudah digunakan. (Syamsuni 2016).

Terdapat beberapa metode ekstraksi yang dapat digunakan terhadap sampel yang berasal dari tumbuhan, salah satunya adalah maserasi. Maserasi merupakan metode ekstraksi yang dilakukan dengan cara merendam simplisia di dalam pelarut tertentu. Penggunaan pelarut etanol akan menarik komponen-komponen kimia pada sampel. Etanol merupakan pelarut yang mampu menarik berbagai senyawa yang larut dalam pelarut polar hingga nonpolar. Pada proses ini, etanol akan menembus dinding sel dan masuk ke bagian dalam sel yang mengandung zat aktif sehingga zat aktif akan ikut larut. (Manoppo, 2019). Adapun faktor-faktor yang berpengaruh dalam proses ekstraksi yaitu:

- a. Jenis pelarut
Jenis pelarut mempengaruhi senyawa yang diekstrak, jumlah solut yang terekstrak dan kecepatan ekstraksi. Pelarut yang ideal adalah pelarut yang memiliki sifat tidak korosif dan daya larut yang tinggi.
- b. Perbandingan bahan dan volume pelarut
Jika perbandingan pelarut dengan bahan baku besar maka akan memperbesar pula jumlah senyawa yang terlarut, akibatnya laju ekstraksi akan semakin meningkat.
- c. Temperatur
Secara umum, kenaikan temperatur akan meningkatkan jumlah zat terlarut ke dalam pelarut dan temperatur

ekstraksi ini sesuai dengan titik didih pelarut yang digunakan.

d. Waktu ekstraksi

Waktu ekstraksi yang semakin lama dapat menyebabkan semakin lama waktu kontak antara bahan dengan pelarut, sehingga semakin banyak ekstrak yang didapatkan.

e. Kecepatan pengadukan

Pengadukan akan memperbesar frekuensi tumbukan antara bahan dengan pelarutnya.

f. Ukuran partikel

Ukuran partikel bahan baku yang semakin kecil akan meningkatkan laju reaksi. Sehingga rendemen ekstrak akan semakin besar bila ukuran partikel semakin kecil (Melwita *et al.*, 2014).

Maserasi adalah proses penarikan zat yang terkandung dalam sampel menggunakan pelarut dengan beberapa kali pengocokan atau pengadukan pada temperatur kamar. Keuntungan ekstraksi dengan cara maserasi pengerjaan dan peralatan yang digunakan sederhana, cukup murah (Silvia, 2018)

Maserasi merupakan metode sederhana yang paling banyak digunakan. Cara ini sesuai, baik untuk skala kecil maupun skala industri. Metode ini dilakukan dengan memasukkan serbuk tanaman dan pelarut yang sesuai ke dalam wadah yang tertutup rapat pada suhu kamar. Proses ekstraksi dihentikan ketika tercapai kesetimbangan antara konsentrasi senyawa dalam pelarut dengan konsentrasi dalam sel tanaman. Setelah proses ekstraksi, pelarut dipisahkan dari sampel dengan penyaringan. Kerugian utama dari metode maserasi ini adalah memakan banyak waktu, pelarut yang digunakan cukup banyak, dan besar

kemungkinan beberapa senyawa hilang. Selain itu, beberapa senyawa mungkin saja sulit diekstraksi pada suhu kamar. Namun di sisi lain, metode maserasi dapat menghindari rusaknya senyawa-senyawa yang bersifat termolabil (Mukhriani, 2014).

8. Kromatografi Kolom

Kromatografi kolom bertujuan untuk memisahkan campuran beberapa senyawa yang dihasilkan dari isolasi tumbuhan. Dengan menggunakan fase padat dan fasa cair maka akan diperoleh beberapa fraksi dengan kemurnian yang relatif tinggi. Proses pemisahan dengan kromatografi kolom terjadi ketika analit didalam sampel terdistribusi diantara fase diam dan fase gerak. Alat yang digunakan merupakan sebuah pipa gelas yang dilengkapi dengan suatu kran di bagian bawah kolom untuk mengendalikan aliran zat cair. Ukuran pada kolom tergantung pada banyaknya zat yang akan dipisahkan. (Yazid, 2005) Pelarut (fasa gerak) dibiarkan mengalir melalui kolom.

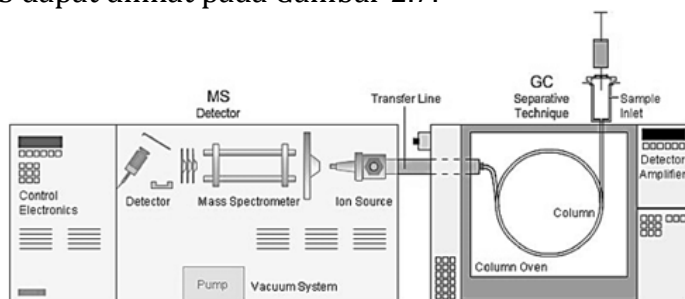
9. Kromatografi Gas Spektrometri Massa (GC-MS)

Selanjutnya sesudah proses kromatografi kolom dilanjutkan ke kromatografi Gas Spektrometri Massa (GC-MS). Pada umumnya alat kromatografi gas digunakan untuk pemisahan dan deteksi berbagai jenis senyawa yang volatil dan untuk analisis kualitatif dan kuantitatif senyawa-senyawa di dalam suatu campuran. (Gandjar dan Rohman, 2009). Proses analisis dengan instrumen ini dilakukan terhadap sampel berwujud campuran yang diinjeksikan kedalam injektor. Sampel kemudian akan dibawa oleh gas pembawa ke dalam kolom. Di dalam kolom terjadi pemisahan komponen-komponen sampel. Komponen-

komponen yang telah terpisah kemudian melewati kolom dan akan dideteksi oleh detektor kemudian direkam oleh rekorder dan menghasilkan suatu kromatogram (Hendayana, 2006)

Struktur komponen sampel yang tidak diketahui dapat dianalisis dengan menggunakan Mass spectroscopy. Dalam mengidentifikasi komponen sampel, metode ini akan bekerja dengan cara menampilkan masa relatif molekul kompoenen serta hasil fraksionalnya. Analisis dengan instrumen spektrometri massa dilakukan guna mengonfirmasi isotop stabil, menentukan struktur molekul, analisis kuantitatif dan kualitatif bagian sampel yang telah di isolasi. (Mulja dan Suharman, 1995).

Gas Chromatography- Mass Spectrometry merupakan penggabungan teknik kromatografi gas dan spektrometri massa. Sampel yang di anilisis dengan kromatografi gas merupakan senyawa yang bersifat volatil pada kondisi vakum tinggi serta tekanan rendah ketika dipanaskan. Analisis dengan spektrometri massa dilakukan guna menentukan besarnya rumus molekul dan bobot molekul suatu senyawa (Darmapatni, 2016). Penggambaran alat GC-MS dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Alat GC-MS (Husein,2014)

Pada Gambar 2.7 dapat dilihat beberapa komponen kromatografi gas seperti, injektor, detektor, kolom, dan pencatat. Gas pembawa yang digunakan pada metode ini merupakan gas yang bersifat inert, seperti gas helium, nitrogen, karbon dioksida dan hydrogen (Ratnaningsih, 2000).

Mekanisme kerja GC-MS adalah penguapan sampel berwujud cairan yang diinjeksikan kedalam *injector*. Sampel yang telah diuapkan dibawa oleh gas pembawa menuju kolom untuk proses pemisahan. Komponen-komponen dari sampel yang dianalisis akan dibawa oleh gas pembawa melewati kolom yang mengandung fasa diam yang berperan dalam proses pemisahan, lalu jumlah komponen dari sampel yang telah terpisah pada kolom kromatografi gas akan dideteksi oleh detector, hasilnya kemudian akan dibaca oleh perekam dalam bentuk kromatogram yang akan digunakan secara kualitatif dan kuantitatif berdasarkan luas puncak kromatogram dan waktu retensi (Sanchez, 2003).

BAB 3

PERAN KULIT DAUN LIDAH BUAYA SEBAGAI ANTIBAKTERI

3.1 Materi

Sebelum melakukan pengujian anti bakteri terlebih dahulu disiapkan kultur bakteri uji. Pembuatan kultur bakteri uji dilakukan dengan mengambil satu ose bakteri dari agar miring nutrient agar yang setelah itu diinokulasikan kedalam 10 ml media *Nutrient Broth* steril yang telah di siapkan sebelumnya. Dalam penelitian ini bakteri yang digunakan adalah *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Tabung yang berisi media *Nutrient Broth* dan inokulat bakteri dihomogenkan dengan cara divortex dan diinkubasi selama 24 jam dengan suhu 37°C. Inokulum yang diperoleh kemudian digunakan untuk uji aktivitas antibakteri. (Nurainy, 2008)

Sejumlah 2,3 gram serbuk media *Nutrient Agar* dicampurkan kedalam Erlenmeyer berisi 100 mL aquades, kemudian dipanaskan dan diaduk dengan Stirrer hingga *Nutrient Agar* larut dan homogen. Setelah itu Erlenmeyer yang berisi media yang telah dipanaskan ditutup dan disterilisasi di dalam *autoclave* selama 15 menit dengan suhu 121°C (Pelczar, 2005). Lalu media didinginkan di suhu ruang hingga mencapai suhu sekitar 40°C. selanjutnya media dituang kedalam cawan petri dan dibiarkan memadat. Bakteri uji yang telah disiapkan kemudian diinokulasikan ke atas media secara merata.

Sejumlah *paper disc* yang akan digunakan dalam uji lebih dulu direndam selama 15 menit pada ketiga fraksi yaitu fraksi n heksan, fraksi etil asetat dan fraksi etanol. Serta dengan

menambahkan kontrol positif berupa tetrasiklin dan kontrol negatif pelarut. Kemudian diletakan di permukaan inokulum secara aseptis. Cawan yang telah berisi paper disc kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam, kemudian diamati dan diukur diameter zona hambatan yang terbentuk (Octaviani, 2019).

Ekstraksi kulit daun lidah buaya dilakukan dengan cara maserasi, yaitu perendaman sampel bahan alam dengan senyawa organik. Maserasi merupakan metode ekstraksi sederhana yang cocok digunakan terhadap sampel bahan alam yang dikhawatirkan memiliki senyawa aktif yang tidak tahan paparan suhu tinggi.

Dalam metode ini, sampel yang akan digunakan, yaitu kulit daun lidah buaya, terlebih dahulu dikering anginkan pada suhu ruang. Proses ini bertujuan untuk mengurangi kadar air guna mencegah terjadinya degradasi enzimatis dan juga memperbesar efektivitas ekstraksi, sebab proses pengeringan diketahui dapat merusak dinding sel sehingga senyawa aktif yang terkandung di dalamnya akan lebih mudah terikat dengan pelarut (Hazmi, 2019). Sampel kering yang diperoleh terlebih dahulu dihaluskan sebelum direndam dalam pelarut organik untuk memperkecil ukuran partikel sampel yang akan kontak dengan pelarut sehingga senyawa aktif yang terikat dengan pelarut semakin besar.

Perendaman dilakukan terhadap 200 gram simplisia dalam pelarut etanol 96%, proses ini dilakukan selama 24 jam. Pemilihan etanol sebagai pelarut didasarkan pada sifat etanol yang mampu mengikat berbagai senyawa yang larut dalam pelarut nonpolar hingga polar. Pada proses perendaman sampel, akan terjadi pemecahan dinding dan membran sel karena adanya perbedaan tekanan antara bagian luar dan bagian dalam sel, sehingga metabolit sekunder didalam sitoplasma akan terlarut dalam pelarut organik yang digunakan

(chairunisa, 2019). Setelah proses perendaman selesai, sampel kemudian disaring dan dipekatkan dengan alat *rotary vacuum evaporator* hingga diperoleh 22,08 gram ekstrak kental berwarna hijau, dengan rendemen sebesar 11,04. Ekstrak ini kemudian diuji kandungan fitokimianya, dan dipisahkan dengan menggunakan kromatografi kolom.

Terdapat lebih dari 350 jenis lidah buaya yang termasuk ke dalam suku Liliaceae. Disamping itu tidak sedikit juga didapati jenis lidah buaya yang merupakan hasil persilangan. Dari semua jenis lidah buaya yang ada, spesies lidah buaya yang paling banyak dimanfaatkan adalah spesies *Aloe vera* yang memiliki nama lain *Aloe barbandensis* Miller. Diketahui bahwa tanaman lidah buaya dapat berfungsi dalam aktivitas anti-inflmasi, anti jamur, antibakteri, dan regenerasi sel (Furnawanthi, 2014). Lidah buaya diketahui mengandung antrakuinon yang sebelumnya telah terbukti memiliki aktivitas antimikroba. Antrakuinon bekerja dengan cara menghambat sintesis protein sehingga bakteri tersebut tidak dapat tumbuh dalam media yang terdapat ekstrak lidah buaya (Kibret *et al.*, 2018) Selain itu. lidah buaya juga mengandung saponin. Menurut Cowan (2009), saponin memiliki kemampuan sebagai antiseptic yang berfungsi membunuh atau mencegah pertumbuhan mikroba. Saponin bekerja sebagai antibakteri dengan mengganggu stabilitas membran sel bakteri sehingga menyebabkan sel bakteri lisis, jadi mekanisme kerja saponin termasuk dalam kelompok antibakteri yang mengganggu permeabilitas membran sel bakteri, yang mengakibatkan kerusakan membran sel dan menyebabkan keluarnya berbagai komponen penting dari dalam sel bakteri yaitu protein, asam nukleat dan nukleotida (Darsana, *et al.*, 2012).

Antrakuinon merupakan suatu antimikroba yang berspektru luas. Lidah buaya mengandung beberapa glikosida antrakuinon (aloin, aloe-emodin dan barbaloin) Aloe-emodin

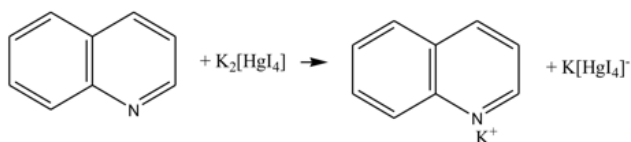
bersifat bakterisidal terhadap *Streptococcus mutans*. Salah satu mekanismenya adalah dengan menghambat transfer electron pada rantai pernapasan mitokondria (Rahardja *et al.*, 2010). Diameter zona hambat pada kontrol tidak terbentuk. Hal ini karena aquadest merupakan air hasil destilasi/penyulingan yang sama dengan air murni yang tidak mengandung senyawa antimikroba.

Uji atau skrining fitokimia merupakan metode yang dilakukan untuk mengidentifikasi senyawa bioaktif pada tumbuhan. Pengujian ini dilakukan sebagai uji pendahuluan guna memberikan gambaran terkait senyawa yang terkandung di dalam sampel (Manongko, 2020). Hasil pengujian yang dilakukan terhadap ekstrak etanol- kulit daun lidah buaya dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Skrining fitokimia ekstrak etanol daun lidah buaya

No.	Jenis uji	Reagen	Perubahan	Hasil
1	Alkaloid	Meyer	Berwarna putih	positif
2	Terpenoid dan steroid	Lieberman Burchard	Tidak terjadi perubahan	negatif
3	Flavonoid	Mg- HCl	Tidak terjadi perubahan	Negatif
4	Fenolik	FeCl ₃ 5%	Hijau kehitaman	Positif
5	Tanin	FeCl ₃ 1%	Hijau kehitaman	Positif
6	Saponin	Aquadest	Tidak berbusa	negatif

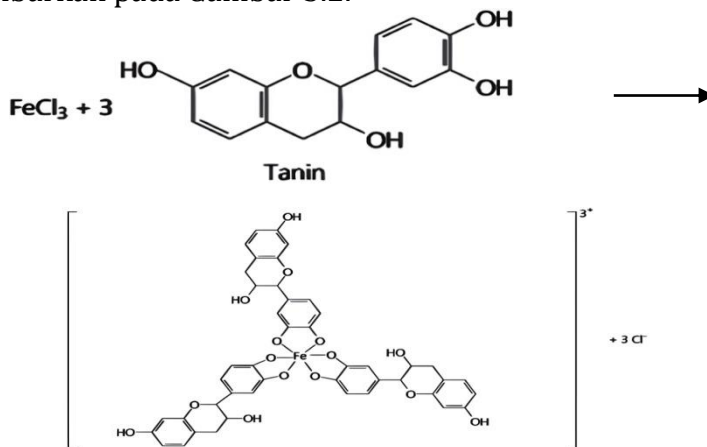
Dari Tabel 3.1 dapat dilihat, bahwa sampel ekstrak etanol kulit daun lidah buaya memiliki kandungan alkaloid, tanin, dan fenolik. Pada pengujian alkaloid terjadi reaksi pembentukan endapan berwarna putih, yang diperkirakan merupakan kompleks kalium- alkaloid. Alkaloid memiliki atom nitrogen yang mempunyai pasangan elektron bebas sehingga dapat digunakan untuk membentuk ikatan kovalen koordinat dengan ion logam (Sangi, 2008). Pada pengujian menggunakan pereaksi Mayer, diperkirakan, nitrogen pada alkaloid akan bereaksi dengan ion logam K^+ dari kalium tetraiodomerkurat(II) membentuk kompleks kalium-alkaloid berupa endapan. Adapun reaksi yang terjadi diperkirakan seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Perkiraan reaksi yang terjadi pada uji alkaloid dengan pereaksi Mayer (Simaremare, 2014)

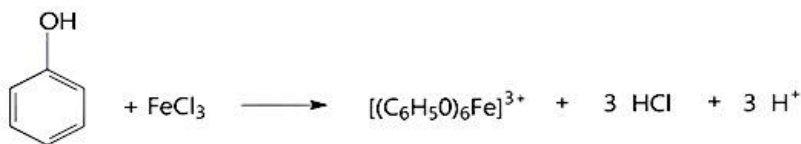
Tanin merupakan senyawa yang mengandung gugus hidroksi yang larut dalam air, kelarutan tanin terjadi pada suhu tinggi sehingga lebih dulu dilakukan pemanasan. Penambahan $FeCl_3$ menyebabkan terjadinya perubahan warna menjadi hijau kehitaman, karena pembentukan senyawa kompleks antara logam Fe dan tanin. Penambahan $FeCl_3$ 1% pada uji tanin menunjukkan hasil positif, hal ini mungkin terjadi karena tanin merupakan salah satu senyawa polifenol. Reaksi ini diperkirakan terjadi karena $FeCl_3$ bereaksi dengan salah satu gugus hidroksil pada senyawa tanin. Adanya senyawa tanin akan menyebabkan perubahan warna menjadi hijau kehitaman,

hijau coklat, atau biru tua setelah penambahan FeCl_3 1%.. Pada reaksi dibawah, dapat dilihat ion Fe^{3+} mampu mengikat tiga tanin yang memiliki 2 atom donor, sehingga ada enam pasangan eletron bebas yang bisa dikoordinasikan ke atom pusat. (Asrilya, 2014). Perkiraan reaksi yang terjadi digambarkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Perkiraan reaksi yang terjadi pada uji fitokimia tanin (Ergina, 2014)

Pada pengujian fitokimia, diketahui sampel ekstrak kulit daun lidah buaya terindikasi mengandung senyawa fenolik. Pada prinsipnya senyawa fenol lebih mudah larut didalam pelarut yang bersifat polar seperti etanol dan air karena berikatan dengan gula sebagai glikosida yang umumnya terdapat dalam vakuola sel (Harborne, 1987). Reaksi FeCl_3 dengan sampel menyebabkan terbentuknya warna pada pengujian ini, yang berperan adalah ion Fe^{3+} yang mengalami reaksi seperti pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Perkiraan Reaksi yang terjadi pada uji fenolik (Manongko, 2020)

Pemisahan ekstrak dengan menggunakan kromatografi kolom diawali dengan *packing* kolom menggunakan fasa gerak pertama yang bersifat paling non polar, yaitu n-heksana, pada elusi dengan n-heksana, tampak muncul pita hijau kecoklatan pada kolom yang menandakan sampel terelusi. Kemudian, hasil elusi ditampung ke dalam vial setiap 10 mL hingga diperoleh, eluat yang bersih tak berwarna.

Pemisahan dilanjutkan dengan mengelusi sampel dengan etil asetat hingga muncul pita berwarna hijau gelap dan eluat ditampung kedalam botol vial setiap 10 mL. Proses ini dilanjutkan hingga diperoleh eluat yang bersih tak berwarna. Selanjutnya, sampel dielusi dengan menggunakan etanol. Pada proses elusi dengan etanol muncul pita berwarna kuning kecoklatan yang menandakan sampel yang terbawa oleh etanol. Eluat yang diperoleh ditampung ke dalam vial setiap 10 ml, hingga diperoleh eluat yang bersih tak berwarna.

Dari keseluruhan proses pemisahan ini, diperoleh 19 vial fraksi n-heksana, 23 vial fraksi etil asetat dan 18 vial fraksi etanol, dengan rincian seperti yang tertera pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Hasil pemisahan dengan kromatografi kolom

No.	Fraksi	Vial	Warna	Bobot (gram)
1	N-heksana	1-3	Hijau kehitaman	33,1
		4-16	Hijau bening	160
		17-19	bening	37
2	Etil asetat	1-4	Hijau	49,2
		5-18	Hijau bening	172
		19-23	Bening	60
3	Etanol	1-4	Hijau	43
		5-16	Kuning kehijauan	130,7
		17-18	Bening	20

Dari pemisahan dengan menggunakan kromatografi kolom, yang dilanjutkan untuk diuji aktivitas antibakterinya adalah fraksi n heksana, dane til asetat yang berwarna hijau bening dan fraksi etanol yang berwarna kuning kehijauan, Pemilihan kelompok fraksi ini, dilakukan berdasarkan pertimbangan bahwa fraksi tersebut memiliki kemurnian yang paling tinggi, serta kualitas yang paling baik, diantara kelompok fraksi yang lain. Kemudian diUji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kulit Daun Lidah Buaya dengan Fraksi n-heksana dan etil asetat dengan warna hijau bening dan fraksi etanol dengan warna kuning kehijauan akan diuji aktivitas antibakterinya terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

Apabila sampel yang diuji memiliki sifat antibakteri, maka akan muncul zona inhibisi di sekitarnya. Diameter zona hambatan tersebut kemudan diukur dan dicatat sebagai besarnya potensi antibakteri pada sampel. Hasil uji antibakteri yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Hasil uji antibakteri

No.	Nama	Diameter Daya hambat (mm)	
		<i>Escherichia coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
1	Fraksi n-heksana	12	5
2	Fraksi etil asetat	8	6
3	Fraksi etanol	0	0
4	Kontrol positif	21	22
5	Kontrol negatif	0	0

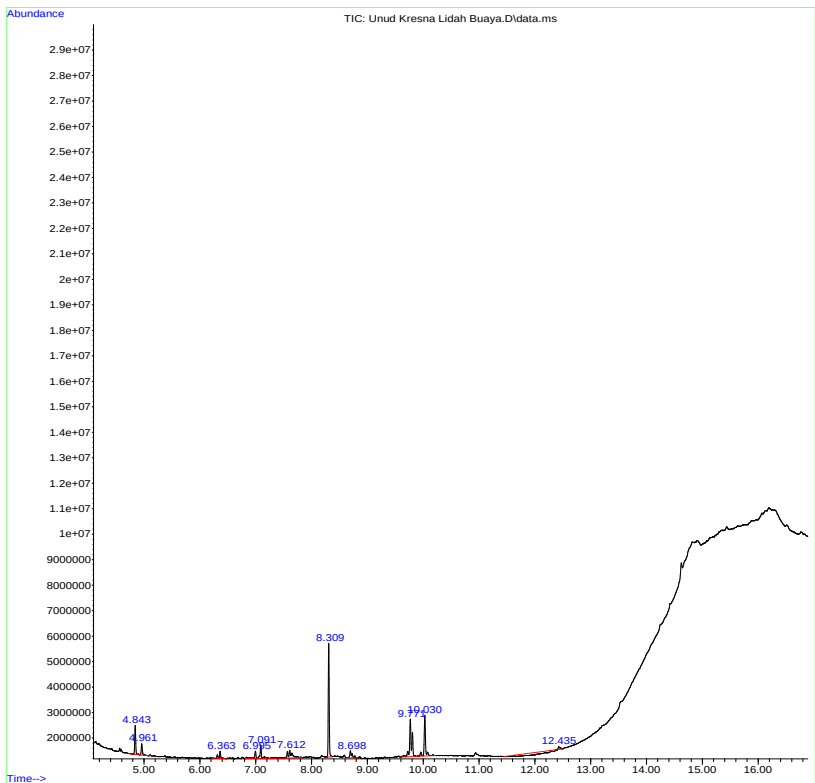
Kriteria aktivitas daya hambat yang dikemukakan oleh Lingga (2015) yaitu, jika diameter zona hambat yang terbentuk bernilai ≥ 20 mm akan dianggap memiliki daya hambat sangat kuat, untuk diameter zona hambat dengan besaran antara 10-20 mm dinyatakan memiliki aktivitas daya hambat kuat, diameter 5-10 mm dinyatakan memiliki aktivitas daya hambat sedang dan diameter ≤ 5 mm dianggap memiliki aktivitas daya hambat lemah.

Berdasarkan kriteria tersebut, dapat disimpulkan bahwa fraksi n-heksana memiliki daya hambat kuat terhadap *E.coli* dengan nilai diameter daya hambat yang terbentuk sebesar 12 mm, dan memiliki daya hambat sedang terhadap *S.aureus* dengan nilai daya hambat sebesar 5 mm. Fraksi etil asetat memiliki daya hambat dengan kategori sedang terhadap kedua bakteri, dengan nilai diameter daya hambat bakteri *E.coli* sebesar 8 mm dan nilai diameter daya hambat bakteri *S.aureus* sebesar 6mm. Fraksi etanol tidak menunjukkan aktivitas daya hambat terhadap kedua bakteri.

Proses penghambatan pertumbuhan terhadap bakteri yang terjadi mengindikasikan adanya zat aktif yang kemungkinan merupakan golongan senyawa alkaloid, fenol dan

tanin. Senyawa ini dapat berikatan dengan protein yang terdapat pada bakteri sehingga dapat menyebabkan kerusakan membran yang dapat menyebabkan lisis pada bakteri. Senyawa fenol dapat menyebabkan denaturasi protein sehingga pertumbuhan bakteri terhambat (Kambey, 2019).

Pada uji aktivitas antibakteri yang telah dilakukan, diketahui bahwa fraksi n-heksana, memiliki potensi antibakteri terbaik, sehingga fraksi n-heksana akan dianalisis lebih lanjut dengan alat GC-MS adalah analisis Gas Kromatografi-Spektrometer Massa (GC-MS) untuk mengetahui zat aktif yang berperan dalam menghambat pertumbuhan bakteri di dalamnya. Analisis Senyawa Aktif Lidah Buaya Dengan GC-MS, mula-mula menggunakan Fraksi n-heksana diketahui memiliki aktivitas antibakteri terhadap *E.coli* dan *S.aureus*, sehingga dilakukan pengujian lebih lanjut menggunakan GC-MS. Pengujian ini bertujuan untuk memperoleh hasil yang spesifik mengenai senyawa aktif yang memiliki potensi sebagai antibakteri yang terkandung di dalamnya. Sampel yang diuji dengan GC-MS akan diuapkan dan dibawa oleh gas pembawa ke dalam kolom. Kolom akan memisahkan komponen yang terdapat di dalam sampel dan dibaca oleh detektor sehingga dihasilkan suatu kromatogram Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Kromatogram GC dari larutan fraksi n-heksana

Gambar 3.4 di atas menunjukkan kromatogram yang dihasilkan pada pengujian terhadap fraksi n-heksana. Berdasarkan kromatogram tersebut, diketahui bahwa terdapat enam senyawa yang terkandung dalam sampel. Tinggi rendahnya puncak menunjukkan besarnya konsentrasi sampel. Semakin tinggi puncak, maka semakin tinggi konsentrasi senyawa yang terkandung di dalamnya, begitupun sebaliknya.

Adapun senyawa yang tercatat dalam kromatogram pada Gambar 3.4 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3.4 Komposisi senyawa dalam sampel

No.	Area (%)	similarity(%)	Waktu retensi	Nama senyawa
1	4,32	50	4,961	1-metildodesilamin
2	6,39	53	7,091	4-[2-(fenilsulfanil)etil] piridin
3	11,37	59	7,612	Pentanal
4	4,75	64	8,698	difenilephrin
5	24,04	43	9,771	p-hidroksinorefedrin
6	16,10	47	10,030	5-(2-aminopropil)-2-metilfenol

Senyawa yang pertama teridentifikasi adalah 1-metildodesilamin dimana senyawa ini memiliki waktu retensi sebesar 4,961 menit dengan kemiripan 50%. Senyawa ini memiliki rumus molekul $C_{14}H_{31}N$. Senyawa 4-[2-(fenilsulfanil)etil] piridin memiliki rumus molekul $C_{13}H_{13}NS$ dengan waktu retensi sebesar 7,091 dan kemiripan 53 %. Senyawa ini diduga memiliki potensi sebagai antibakteri, karena mengandung gugus alkaloid piridin yang memiliki kemampuan sebagai antibakteri dengan merusak penyusun peptidoglikan pada sel bakteri yang menyebabkan kematian sel tersebut. (Safitri, 2017).

Senyawa berikutnya teridentifikasi dengan waktu retensi sebesar 7,612 dan kemiripan sebesar 59% adalah pentanal. Senyawa ini juga dikenal sebagai valeraldehida dengan rumus molekul $C_5H_{10}O$. Senyawa pentanal yang terdapat dalam bahan alam diketahui menjadi salah satu senyawa yang bekerja sebagai antiseptik. (Krisnaningrum, 2011)

Senyawa difenilephrin, diketahui memiliki kemiripan paling tinggi yaitu sebesar 64% dengan waktu retensi sebesar 8,698 menit. Senyawa ini umumnya ditemukan di dalam dekongestan. Senyawa berikutnya yaitu p-hidroksinorefedrin, senyawa ini memiliki waktu retensi sebesar 9,771 menit dengan kemiripan 43%, senyawa ini diketahui memiliki gugus fenol yang memiliki sifat antibakteri, dengan nilai m/z 165,1. pada senyawa 5-(2-aminopropil)-2-metilfenol diketahui bahwa waktu retensi 10.030 memiliki kemiripan sebesar 47 % dan memiliki berat molekul 97,1. Aktivitas antibakteri ekstrak lidah buaya (*Aloe vera*) berhubungan dengan senyawa aktif yang terkandung didalamnya antara lain anthraquinone, saponin, tannin dan flavonoid (Sugiman, 2011). Mekanisme kerja dari anthraquinone adalah melemahkan factor virulensi dari bakteri *Escherichia coli* dengan mengurangi secara signifikan gen yang mengkode faktor-faktor virulen penting yang terlibat dalam adhesi, mekanisme pertahanan, penghancuran jaringan, dan perolehan nutrisi dari bakteri *Escherichia coli* (Méndez, 2017).

Saponin bekerja sebagai antibakteri dengan mengganggu stabilitas membran sel bakteri sehingga menyebabkan sel bakteri lisis. Mekanisme kerja saponin termasuk dalam kelompok antibakteri yang mengganggu permeabilitas membran sel bakteri yang mengakibatkan kerusakan membran sel dan menyebabkan keluarnya berbagai komponen penting dari dalam sel bakteri yaitu protein, asam nukleat dan nukleotida. Hal ini akhirnya mengakibatkan sel bakteri mengalami lisis. Kandungan senyawa tanin pada ekstrak lidah buaya mempunyai aksi antibakteri yang berhubungan dengan kemampuannya untuk menonaktifkan adhesin bakteri, menghambat kerja enzim serta menghambat transport protein pada selubung sel. Mekanisme kerja flavonoid sebagai antibakteri yaitu dengan menghambat fungsi membran sel dan metabolisme energi bakteri. Senyawa ini

memiliki gugus fenol yang memiliki sifat antibakteri. Keberadaan senyawa tersebut mengindikasikan bahwa terdapat zat aktif antibakteri di dalam kulit daun lidah buaya, yang telah teruji mampu menghambat pertumbuhan bakteri *S.aureus* dan *E.coli* dengan baik. Infeksi bakteri *Escherichia coli* sangat umum ditemui dan biasanya lebih banyak terjadi pada wanita dibanding dengan pria. Kondisi ini dapat terjadi pada pasien dengan usia berapapun.

Infeksi bakteri *E. coli* dapat ditangani dengan mengurangi faktor-faktor risiko. Diskusikan dengan dokter untuk informasi lebih lanjut. Penyakit yang disebabkan oleh bakteri *E. coli* yaitu jenis-jenis penyakit yang paling umum adalah: infeksi saluran kemih, infeksi enterik, dan infeksi invasif.

Penyakit paling umum yang disebabkan oleh bakteri *Escherichia coli* adalah infeksi saluran kemih. *Escherichia coli* juga dapat menyebabkan prostatitis dan penyakit radang panggul (PID). Bakteri *Escherichia coli* biasanya menghuni saluran pencernaan. Namun, beberapa strain *E. coli* juga menjadi salah satu penyebab diare. Pada bayi, terutama yang lahir prematur, bakteri *E. coli* dapat menyebabkan meningitis. Tanda-tanda dan gejala penyakit infeksi biasanya akan muncul tiga atau empat hari setelah terpapar dengan bakteri. Gejala umum dari infeksi bakteri *E. coli* adalah: diare yang mendadak, parah, dan berair atau berdarah, kram, nyeri pada perut, mual dan muntah, kehilangan nafsu makan, kelelahan, dan demam.

Pada kasus yang lebih serius, infeksi juga bisa menimbulkan gejala seperti: urine berdarah, berkurangnya jumlah urine, kulit pucat, memar, dan dehidrasi. Kemungkinan ada tanda dan gejala yang tidak disebutkan di atas. Bila Anda memiliki kekhawatiran akan sebuah gejala tertentu, konsultasikanlah dengan dokter Anda. Diare tidak membaik setelah 4 hari, atau 2 hari pada bayi atau anak-anak. Demam

yang terkait dengan diare, sakit perut tidak berkurang setelah buang air besar. Adanya nanah atau darah pada tinja. Muntah selama lebih dari 12 jam. Gejala infeksi usus dan baru saja makan makanan yang tidak higienis. Gejala dehidrasi, seperti sedikitnya urin, rasa haus berlebih, atau pusing. Apa penyebab infeksi bakteri *E. coli*?

Hanya beberapa bakteri *Escherichia coli* yang memicu gejala infeksi. Bakteri tersebut termasuk dalam satu kelompok yang disebut *shiga-toxin-producing E. coli* (STEC). Artinya, bakteri STEC dapat mengeluarkan racun bernama Shiga yang dapat merusak lapisan usus halus dan menyebabkan diare. Mengonsumsi makanan yang terkontaminasi adalah penyebab paling umum. Makanan dapat terkontaminasi akibat persiapan yang tidak tepat, berikut contohnya: Tidak mencuci tangan dengan bersih sebelum mempersiapkan atau mengonsumsi makanan. Menggunakan peralatan, talenan, atau piring yang tidak bersih. Mengonsumsi makanan yang terkontaminasi akibat kondisi yang tidak memadai (suhu dan kelembapan). Mengonsumsi makanan yang belum matang. Mengonsumsi produk makanan laut mentah atau produk lainnya yang belum dicuci dengan bersih. Mengonsumsi susu yang tidak dipasteurisasi.

Proses pemotongan: produk unggas dan daging terkontaminasi bakteri dari usus hewan. Air yang terkontaminasi kotoran manusia dan hewan dapat mencemari air tanah dan permukaan, termasuk sungai dan danau yang digunakan untuk mengairi tanaman. Keberadaan bakteri *E. coli* tetap ditemukan di perkotaan, meskipun sinar ultraviolet atau ozon disebut mampu membunuh bakteri tersebut.

Sumur pribadi menjadi penyebab utama infeksi *E. coli* karena pasokan air tidak memiliki sistem desinfektan. Beberapa orang juga dapat terinfeksi karena berenang di kolam atau danau yang terkontaminasi tinja. Penyebaran dari

manusia ke manusia memang infeksi *Escherichia coli* bukanlah penyakit air-borne yang bisa menyebar lewat udara. Namun, Anda tetap bisa menyebarkan bakteri ini ke orang lain. Bakteri mudah tersebar apabila Anda tidak mencuci tangan dengan bersih setelah mengganti popok bayi atau membersihkan kotoran hewan. Kemudian, Anda menyentuh tangan orang lain. Bila orang yang disentuh makan dengan tangan yang telah kotor, maka bakteri ini bisa masuk ke dalam tubuh. Penyebaran dari hewan, Orang yang bekerja dengan hewan, seperti sapi, kambing, dan domba dapat terinfeksi bakteri yang hidup di dalam tubuh hewan. Faktor-faktor risiko Apa yang meningkatkan risiko saya terkena infeksi bakteri *E. coli*? Ada banyak faktor risiko untuk infeksi bakteri *E. coli*, berikut ini di antaranya.Usia. Anak-anak kecil serta lansia memiliki risiko yang lebih tinggi terkena bakteri *E. coli*.

Sistem imun yang melemah, seperti penderita AIDS atau orang yang menggunakan pengobatan kanker, atau obat untuk mencegah penolakan transplantasi organ. Mengkonsumsi jenis makanan tertentu, sebagai contoh: daging yang tidak matang, susu yang tidak terpasteurisasi, jus atau cuka apel, keju lembut yang terbuat dari susu mentah. Bulan Juni hingga September adalah waktu di mana kasus infeksi *E. coli* paling banyak terjadi. Menurunnya kadar asam lambung saat menggunakan obat-obatan untuk mengurangi kadar asam lambung, seperti esomeprazole, pantoprazole, lansoprazole, dan omeprazole. Diagnosis dan pengobatan Bagaimana mendiagnosis kondisi ini?

Infeksi bakteri *E. coli* dapat didiagnosis dengan memeriksa ada atau tidaknya bakteri pada sampel feses di laboratorium. Bagaimana cara menangani infeksi bakteri *E. coli*?. Belum ada obat khusus untuk menangani infeksi *Escherichia coli*. Kebanyakan infeksi yang ringan bisa sembuh dengan sendirinya. Anda cukup melakukan pemulihan dengan

banyak istirahat dan minum air putih untuk menggantikan cairan yang hilang. Bergantung dengan kondisinya, ada beberapa pasien yang membutuhkan rawat inap agar bisa mendapatkan infus.

Obat-obatan anti-diare atau antibiotik biasanya tidak diberikan untuk pasien infeksi. Sebab, obat anti-diare bisa memperlambat sistem pencernaan Anda, sehingga akan mempersulit pembuangan racun. Sedangkan antibiotik tidak disarankan karena dikhawatirkan dapat memperburuk kondisi Anda dan malah menimbulkan komplikasi serius. Pengobatan di rumah apa saja pengobatan rumahan yang dapat dilakukan untuk mengatasi infeksi bakteri *E. coli*? Berikut adalah beberapa langkah yang dapat membantu Anda pulih sekaligus mencegah infeksi bakteri *E. coli*. Mencuci buah dan sayuran serta makanan lain dengan bersih.

Mencuci tangan dengan bersih sebelum makan, setelah ke toilet, setelah kontak dengan hewan. Menggunakan peralatan, panci, dan piring yang bersih. Menjauhkan daging mentah dari benda atau makanan yang bersih. Menurunkan suhu daging beku di kulkas atau microwave dan tidak pada meja. Segera memasukkan makanan sisa ke kulkas. Hanya mengonsumsi susu yang terpasteurisasi.

Minum air matang. Jangan memasak dan menyiapkan makanan jika Anda sedang diare. Bila ada pertanyaan, konsultasikan dengan dokter untuk solusi terbaik masalah Anda. Mari mengetahui lebih lanjut beberapa manfaat kesehatan lain tanaman lidah buaya:

- 1) Membantu tetap terhidrasi Lidah buaya dapat membantu menjaga kulit dan tubuh tetap terhidrasi. Sebab, tanaman itu sangat padat air dan menahan banyak air, yang membentuk kelembapan pada daun dan ekstraknya seperti gel. Kandungan nutrisi dalam gel tersebut meningkatkan

- kesehatan fungsi organ, sehingga proses yang melembapkan tubuh dapat dioptimalkan.
- 2) Mengandung antioksidan Lidah buaya kaya akan berbagai jenis antioksidan, termasuk polifenol. Antioksidan jenis ini menetralkan radikal bebas dalam tubuh yang dapat menyebabkan kerusakan sel pada kulit, organ, dan jaringan lain. Polifenol juga dapat mengurangi peradangan dalam tubuh yang dapat menyebabkan banyak kondisi dan penyakit kronis. Baca juga: Kaya Nutrisi, Inilah Manfaat Tanaman Lidah Buaya bagi Tubuh Banyak dari antioksidan ini yang ditemukan di dalam suplemen dan jus lidah buaya.
 - 3) Sebagai "obat" anti penuaan Banyak krim dan pelembap yang mengandung lidah buaya dipromosikan sebagai produk anti penuaan, dan ada beberapa kebenaran ilmiah yang mendukung pernyataan ini. Dalam ulasan yang diterbitkan *National Institutes of Health*, sifat pelembap dan anti penuaan lidah buaya dikaitkan dengan beberapa senyawa dan proses yang berbeda. Mucopolysaccharides adalah molekul gula dalam lidah buaya yang bila dioleskan ke wajah atau tubuh dapat bekerja mengikat kelembapan ke dalam kulit. Lidah buaya juga bisa merangsang sel fibroblast di kulit, yang mana sel-sel ini bertanggung jawab untuk memproduksi kolagen dan elastin. Kandungan ini amat membantu mengurangi garis-garis halus dan kerutan. Asam amino dan zinc dalam lidah buaya juga membantu melembutkan sel-sel kulit, mengencangkan pori-pori, serta menghasilkan tekstur kulit yang lebih muda.
 - 4) Memiliki sifat penyembuhan Selama ribuan tahun, lidah buaya telah digunakan untuk khasiat penyembuhannya. Tanaman ini dikenal sangat berguna dalam pengobatan luka bakar. Dalam satu studi yang dilakukan oleh National Library of Medicine, para peneliti menemukan bahwa lidah buaya mempercepat penyembuhan luka dengan

- merangsang perbaikan sel dan fibroblas. Untuk alasan ini, kita bisa menemukan semprotan lidah buaya yang dirancang khusus untuk mengatasi luka bakar ringan dan iritasi pada kulit.
- 5) Kebersihan mulut yang lebih baik Antioksidan dalam lidah buaya juga berfungsi sebagai agen anti bakteri karena lapisan lidah buaya sering digunakan untuk menjaga agar produk makanan tetap segar lebih lama. Demikian pula, efek antibakteri ini dapat meningkatkan kebersihan mulut dan mengurangi bakteri di mulut yang dapat menyebabkan penyakit gusi. Oleh karena itu, gel lidah buaya sering ditemukan pada pasta gigi atau obat kumur.
 - 6) Mengurangi kadar gula darah Meskipun penelitian masih terbatas, mengonsumsi lidah buaya sangat disarankan untuk dapat membantu memerangi lemak dalam tubuh dan menurunkan kadar gula darah. Baca juga: Cara Menurunkan Kadar Gula Darah di Kondisi Darurat Hal tersebut tentu saja bisa menurunkan risiko diabetes tipe 2 dan penyakit kronis lainnya yang berbahaya.
 - 7) Meningkatkan kualitas udara dalam ruangan Dari bahan yang digunakan untuk membangun rumah hingga produk pembersih yang kita gunakan setiap hari, bahan kimia terus dilepaskan ke udara di dalam rumah. Bahan kimia ini bisa berbahaya dan memengaruhi kemurnian udara yang kita hirup di dalam. Untuk itu, kita bisa mengandalkan lidah buaya sebagai salah satu tanaman yang berpotensi menghilangkan beberapa bahan kimia dari udara, dan memurnikannya selama proses fotosintesis rutinnya.

3.2 Evaluasi

1. Kegunaan kulit lidah buaya (*Aloe vera*) langkah-langkah apa dapat sebagai antibakteri?
2. Mekanisme dari lidah buaya (*Aloe vera*) untuk menjadi alternatif obat herbal ?.
3. Pada infeksi merupakan sesuatu peristiwa yang ditimbulkan oleh mikroorganisme pathogen, jelaskan kulit lidah buaya (*Aloe vera*) yang dapat sebagai antibakteri?
4. *Escherichia coli* merupakan bakteri gram negatif yang ditemukan hidup dalam usus manusia. Infeksi *E. Coli* dapat memicu penyakit jelaskan?
5. Semakin tinggi puncak, maka semakin tinggi konsentrasi senyawa yang terkandung di dalamnya, begitupun sebaliknya ini prinsip dari alat?
6. Sebutkan senyawa aktif yang ada kulit pada lidah buaya (*Aloe vera*) yang diuji dengan GC-MS?
7. Jelaskan keunggulan pengobatan tradisional oleh lidah buaya(*Aloe vera*)?
8. Proses penghambatan pertumbuhan terhadap bakteri yang terjadi mengindikasikan adanya zat aktif yang kemungkinan merupakan golongan senyawa apa?
9. Bagian kulit daun lidah buaya memiliki kandungan antrakuinon yang berfungsi sebagai antibakteri dan antivirus, sedangkan bagian gel lidah buaya terbukti mampu menghambat pertumbuhan bakteri gram positif sebesar?
10. Pada proses elusi dengan etanol muncul pita berwarna kuning kecoklatan yang menandakan sampel yang terbawa oleh etanol. Eluat yang diperoleh ditampung ke dalam vial setiap 10 ml, hingga diperoleh eluat yang bersih tak berwarna?

3.3 Simpulan dan Saran

1. Simpulan

Berdasarkan penguraian kulit daun lidah buaya seperti di atas dapat disimpulkan:

1. Fraksi n-heksana dari ekstrak etanol kulit daun lidah buaya diketahui memiliki daya hambat kuat terhadap bakteri *Eschericia coli* dengan nilai diameter daya hambat sebesar 12 mm dan memiliki daya hambat sedang terhadap *Staphylococcus aureus* dengan nilai diameter daya hambat sebesar 5 mm
2. Senyawa aktif yang bersifat sebagai antibakteri di dalam sampel ekstrak etanol kulit daun lidah buaya adalah 1-metildodesilamin; 4-[2-(fenilsulfanil)etil] piridin; Pentanal ; Difenilefrin ; p-hidroksinorefedrin dan 5-(2-aminopropil)-2-metilfenol.

2. Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan penguraian khasit kulit daun lidah buaya adalah:

1. Perlunya optimasi kondisi baik pada proses ekstraksi maupun waktu yang digunakan pada proses pemisahan dengan kromatografi kolom untuk memperoleh kadar pengukuran yang lebih tinggi.
2. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai potensi antibakteri kulit daun lidah buaya dengan menggunakan instrumen yang memiliki sensitivitas dan spesifitas yang lebih tinggi seperti LC- MS/MS.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, J. 2014. *Intensif Budidaya Lidah Buaya, Usaha dengan Prospek yang Kian Berjaya*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press
- Ariyani, N., dan Sari, R. A. 2018. Doxycycline and Ciprofloxacin Resistance in *Escherichia coli* Isolated from Layer Feces. *Doctoral dissertation*. Universitas Airlangga
- Ariyanti, N. K., Darmayasa, I. B. G, & Sudirga, S. K. 2012. Daya Hambat Ekstrak Kulit Daun Lidah Buaya (*Aloe Barbadensis Miller*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 dan *Escherichia coli* ATCC 25922. *Jurnal Biologi*. 16(1): 1-4.
- Bashir, A., Saeed, B., Mujahid, T, Y., Jehan, N. 2011. Comparative Study of Antimicrobial Activities of *Aloe vera* Extracts and Antibiotics Against Isolates From Skin Infections. *African Journal of Biotechnology*, 10 (19): 3835-3840
- Benzie, I.F.F., dan Galor, S.W., 2011, *Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects*, Second Edition, CRC Press, USA.
- Brooks, G. F., Carroll, K. C., Butel, J. S., Morse, S. A., Mietzner, T. A. 2010. *Medical Microbiology diterjemahkan oleh Nugroho*. Jakarta: EGC. Halaman 64, 151-154, 196-198, 223-229.
- Borong, MF. 2012. Kerasionalan Penggunaan Antibiotik Pada Pasien Rawat Inap Anak Rumah Sakit M.M Dunda Limboto Tahun 2011. *Skripsi*. Gorontalo: Program Studi D-III Farmasi Fakultas Ilmu-ilmu Kesehatan dan Keolahragaan Universitas Negeri Gorontalo

- cdc.gov. 2020. *Staphylococcus aureus* in healthcare setting. Diakses pada 20 oktober 2020 dari <https://www.cdc.gov/hai/organisms/staph.html>
- Christian, Gary D. 1994. *Analytical Chemistry*. Fifth Edition. University of Washington. John Wiley & Sons, USA.
- Depkes RI. 1995. *Farmakope Indonesia Edisi IV*. Jakarta : Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- _____. 2000. Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat. Jakarta : Departemen Kesehatan Republik Indonesia
- Ergina, S. Nuryanti, dan I. D. Pursitasari. 2014. Uji Kualitatif Senyawa Metabolit Sekunder Pada Daun Palado (*Ageve agustifolia*) yang diekstraksi dengan pelarut air dan etanol. *Jurnal Akademika Kimia*.3(3):165-172
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan I*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama dan PAU Pangan dan Gizi
- Febryanto, M. A. 2017. Studi Ekstraksi dengan Metode Soxhletasi Pada Bahan Organik Umbi Sarang Semut (*Myrmecodia pendans*) Sebagai Inhibitor Organik. *Skripsi*. Jurusan Teknik Material dan Metalurgi. Fakultas Teknologi Industri. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Fessenden, R. J., dan Fessenden, J. 1989. *Kimia Organik* Edisi Ketiga. Jilid 2, Jakarta: Erlangga.
- Furnawanthi I. 2014. *Khasiat dan Manfaat Lidah buaya Si Tanaman Ajaib*. Depok: AgroMedia Pustaka.
- Ganiswara, T.G.1995. *Farmakologi dan Terapi*. Jakarta: Farmakologi FK UI.
- Ghosh, D. 2015. Tannins from foods to combat diseases. *International Journal of Pharma Research & Review*. 4(5):40-44
- Gustawan I.W., Satari H.I., Amir I., dan Astrawinata D.AW., 2014, Gambaran Infeksi *Acinetobacter baumannii* dan

- pola sensitifitasnya terhadap Antibiotik. *Sari Pediatri*, 16 (1): 38-39
- Handayani, N G. 2019. Uji aktivitas ekstrak etanol daun lidah buaya (*aloe vera*) terhadap penghambatan pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Candida albican*. *Journal of Biology science & education* vol. 8 No.1.
- Hanif, Mulyan N, Kusचितawati S. 2011. Faktor Risiko Diare Akut Pada Balita. *Berita Kedokteran Masyarakat* Vol. 27 No.1
- Harmita, dan Radji, M., 2008, *Buku Ajar Analisis Hayati*, Edisi 3 : 125-9, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta
- Hayat, KM, Tanweer K, Nazir A, Sohail AJ, Wasim S, Shah F, Bo XG, Khakemin K, Zia UR, Bilal HA. 2016. In Vitro Antimicrobial Activity of *Aloe Vera* L. Extracts Against Pathogenic Bacteria and Fungi. *Mycopath* (2016) 14(1): 21-27
- Hazmi, G. and Harijono, H. 2019. Pengaruh Pengeringan Dan Lama Maserasi Dengan Pelarut Ganda Etanol Dan Heksana Terhadap Senyawa Bioaktif Daging Biji Palem Putri (*Veitchia Merillii*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 7(2): 13-23.
- Henry, R. 1979. An Updated Review of Aloe vera. *Cosmetics and toiletries*, 94:42-50
- Hermawan, dan A., Hana. 2007. Pengaruh Ekstrak Daun Sirih (*Piper Betle* 1) Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Eschericia coli* dengan Metode Difusi Disk. *Skripsi*. Fakultas MIPA. Universitas Airlangga Surabaya.
- Harborne, J.B. 1987. *Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*, Edisi Kedua. Bandung : Penerbit ITB. Hal. 239.

- Hartanto, E.S. dan E.H. Lubis, 2002. Pengolahan Minuman Sari Lidah Buaya (*Aloevera linn.*). *Warta IHP/J. Agro-Based Industry*.
- Hussin, S.F.B, Saari B.Z. 2019. Detection Escherichia Coli Bacteria: A Review Of Image Processing Methods. *IJSECS*. 5(2): 26-36
- Ikalinus, Robertino, widiastuti, Setiasih. 2015. Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Kulit Batang Kelor (*Moringa oleifera*) . *Indonesia Medicus Veterinus* 2015 4(1) : 71-79
- Ilmiati Illing, Wulan S, Erfiana. 2017. Uji Fitokimia Ekstrak Buah Dengan. *Jurnal Dinamika*, 08(1): 2087–889.
- Irianto, K. 2006. *Mikrobiologi Menguak Dunia Mikoorganisme Jilid I*. Bandung: Yrama Widya
- Jawetz, E, J. Melnick, et al., 2005. *Mikrobiologi Kedokteran*. Jakarta: EGC
- _____. 1987. *Review of Medical Microbiology*. Edisi ke-17. Appleton & Lange: Norwalk, Connecticut/Los Altos, California.
- Johnson M, Joy Renishyeya J.M, Beaulah N. 2012. Antibacterial and antifungal activity of Aloe vera gel extract. *International Journal of Biomedical and Advance Research*.
- Kambey, Bella JM, Sudewi S, Jayanto I. 2019. Analisis Korelasi Antara Kandungan Fenol Total dengan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Dan Fraksi *Abelmoschus manihot* L. Terhadap *Escherichia coli*. *Pharmacon-Program Studi Farmasi, Fmipa, Universitas Sam Ratulangi*, Vol.8 No.2.
- Kolapkar, Shreyas. 2018. Pyrolysis of Fiber-Plastic Waste Blends. *Open Access Master's Thesis*, Michigan Technological University

- Krisnaningrum W. 2011. Pengambilan Miyak Atsiri Daun Kayu Putih (*Melaleuca Leucadendron* L.) Dengan Metode Destilasi Air di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Tanaman Obat dan Obat Tradisional Tawangmangu, *Skripsi*. UNS, Surakarta, Indonesia.
- Kumar, Mukesh, Gupta Divya. 2017. Evaluation of In Vitro Antimicrobial Potential And GC MS Analyst Of *Camellia sinesis* And *Terminalia arjuna*. *Biotechnol Rep* 2017, Mar, 13: 19-25.
- Lay, B. W. 1994. *Analisis Mikroba di Laboratorium*. Terjemahan Sugyo Hatowo. Edisi I. cetakan I. Jakarta: PT Raja Grafindo Swadaya.
- Liem F, Alowisya, Elizabeth Holle,Ivone YG,Sarah Wakum. 2013. Isolasi Senyawa Saponin dari Mangrove Tanjung (*Bruguiera gymnorrhiza*) dan Pemanfaatannya sebagai Pestisida Nabati pada Larva Nyamuk. *Jurnal Biologi Papua*.5(1): 27–34
- Lingga. A.R., Usman. P., & Evy. R. (2015). Uji Antibakteri Ekstrak Batang Kecombrang (*Nicolaia speciosa* Horan) Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Unri : JOM Faperta* Vol. 2 No. 2
- Luliana, S., Purwanti, N. and Manihuruk, K., 2016. Pengaruh Cara Pengeringan Simplisia Daun Senggani (*Melastoma malabathricum* L.) Terhadap Aktivitas Antioksidan Menggunakan Metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil). *Pharmaceutical Sciences and Research*, 3(3): 120-129.
- Madigan M.T. dan Martinko J.M., 2006. *Brock Biology of Microorganisms* 11th ed., Prentice Hall, New Jersey
- Manongko, P., Sangi, M., Momuat, L. 2020. Uji Senyawa Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Tanaman Patah Tulang (*Euphorbia tirucalli* L.). *Jurnal MIPA*, 9(2) : 64-69.

- Markham, K. R. 1988. *Cara Mengidentifikasi Flavonoid*. Bandung: Penerbit ITB. Hal. 21, 27, 39, 41-45.
- Maryani dan Muliani. 2010. *Epidemiologi Kesehatan*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Mazni, Roby. 2008. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Umbi Bidara Upas (*Merremia mammosa* Chois) Terhadap *Staphylococcus aureus* Dan *Escherichia coli* Serta Brine Shrimp Lethality Test. *Skripsi*. Fakultas Farmasi, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Melliawati, R. 2009. *Escherichia coli* Dalam Kehidupan Manusia. Biotrends
- Melwita, E., Fatmawati, dan S. Oktaviani. 2014. Ekstraksi Minyak Biji Kapuk dengan Metode Ekstraksi Soxhlet. *Teknik Kimia* 1(20): 20-27.
- Merchant, I.A. dan Parker, R.A. 1961. *Veterinary Bacteriology and Virology*. The Iowa State University Press : Ames, Iowa.
- Méndez-Vilas A. 2017. *Antimicrobial research: Novel bioknowledge and educational programs 1st ed*. Formatex Research Center: 59
- Mukhriani, 2014. Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, dan Identifikasi Senyawa Aktif. *Jurnal Kesehatan* VII(2): 361-367.
- Natsir, nur alim. 2013. Pengaruh Ekstrak Daun Lidah Buaya Sebagai Penghambat Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Prosiding FMIPA Universitas Pattimura*
- Nurainy, F., Rizal, S., dan Yudiantoro. 2008. Pengaruh Konsentrasi Kitosan Terhadap Aktivitas Antibakteri Dengan Metode Difusi Agar (Sumur). *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*, 13(2): 117-125

- Nursidika, P., Saptarini, O., dan Rafiqua, N. 2014. Aktivitas antimikrob fraksi ekstrak etanol buah pinang (*Areca catechu* L) pada bakteri *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus*. *MKB* 46(2): 94-99.
- Noorhamdani AS, Hidayati S, Rahmawati V. 2010 Uji efektivitas ekstrak gel lidah buaya terhadap *methicillin resistant Staphylococcus aureus* secara *in vitro*. *Skripsi*. Malang: Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya.
- Oktaviani, melzi, Haiyul F, Erenda Y. 2019. Uji Aktivitas Antimikroba Ekstrak Ethanol Dari Kulit Bawang Merah (*Allium Cepa*) Dengan Metode Difusi Cakram. *Pharmateuical Sciences and Research* 6(1):62-68.
- Pelczar, M. 1986. *Dasar-Dasar Mikrobiologi* Jilid 1. Jakarta: UI Press.
- Pelczar, M. 2005. *Dasar-Dasar Mikrobiologi* Jilid 2. Jakarta: UI Press.
- Prabasari, Indah Pramesti, Sumarya IM, Juliasih NKA. 2019. Daya Hambat Ekstrak Lidah Buaya (*Aloe Barbadensis Miller*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus Aureus* Secara *In Vitro*. *Widya biologi*. 10 (01):23-32.
- Pratiwi, S. T. 2008. *Mikrobiologi Farmasi*. Jakarta: Erlangga. Halaman 17–18, 27–28, 106–108, 111–114, 136–137.
- Pratiwi, Tias Eka, Warta D, Eddy P. 2015. Antibacterial Activity testing of Ethanollic Extract of *Aloe vera* Leaf Gel Against *methicillin-resistant staphylococcus aureus*. *Padjadjaran journal of dentistry*.
- Prayoga E.G.D, Nocianitri, Puspawati. 2019. Identifikasi Senyawa Fitokimia Dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kasar Daun Pepe (*Gymnema Reticulatum Br.*) Pada Berbagai Jenis Pelarut. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan* Vol. 8, No. 2: 111-121.

- Purbaya, J.R. 2003. Mengenal dan Memanfaatkan Khasiat *Aloe vera*. cv Pionerjaya. Bandung. Hal. 21-165.
- Puteri T, Milanda T. Uji daya hambat ekstrak daun lidah buaya (*aloe vera* l.) terhadap bakteri *escherichia coli* dan *staphylococcus aureus*: review. *Farmaka* 2017; 14(2): 9-17.
- Rahayu, I. D. 2006. *Aloe barbadensis* Miller dan *Aloe chinensis* Baker sebagai Antibiotik dalam Pengobatan Etnoveteriner Unggas secara *In Vitro*. *Jurnal Protein*. Vol.13 no. 1.
- _____. 2007. Sensitifitas *Staphylococcus aureus* sebagai Bakteri Patogen Penyebab Mastitis terhadap Antiseptik Pencelup Puting Sapi Perah. *Jurnal Ilmiah Ilmu Peternakan dan Perikanan. PROTEIN*. Vol. 14. N0.1. Hal : 31- 36. Pusat Publikasi dan Penelitian Fakultas Peternakan-Perikanan. Universitas Muhammadiyah Malang.
- _____. 2008. Produksi Antibiotik Alami Hasil Isolasi *Aloe Barbadensis* Miller : Penanggulangan Mastitis pada Sapi Perah. *Laporan Penelitian Hibah Bersaing*. Universitas Muhammadiyah Malang
- Rahardjo, Mia, Koendhori E B, Setiawati Yuani. 2017. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Lidah Buaya (*Aloe Vera*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus Aureus*. *Jurnal kedokteran Syiah Kuala*.17(2): 65-70
- Rajeswari R, Umadevi M, Sharmila RC, Pushpa R, Selvavenkhades S, Sampath Kumar KP, Debjid B. 2012. *Aloe vera* The Miracle Plant Its Medicinal and Traditional Uses in India. *Journal of pharmacognosy and phytochemistry*. 1(4):118-120
- Ratnaningsih, D. 2000. Pengetahuan Umum Tentang Kromatografi Gas Spektrometri Massa (GCMS). Pusr Pedal-Bapedal. Jakarta

- Razak, Abdul., Aziz Djamal., Gusti Revilla. 2013. Uji Daya Hambat Air Perasan Buah Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* Secara In Vitro. *Jurnal Kesehatan Andalas*. 2 (1). 05-08
- Robinson, T. 1991. *The Organic Consituents of High Plant. Edisi Keempat*. New York: *University of Massachusentts*. Terjemahan: Kosasih Padmawinata (1995) *Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi*. Bandung: ITB
- Safitri L, Susilorini T, Surjowardojo P. Evaluasi Aktivitas Antimikroba (*Streptococcus Agalactiae*) Menggunakan Ekstrak Buah Mahkota Buah (*Phaleria Macrocarpa* L.) Dengan Pelarut Yang Berbeda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*. 2017;12(1):8–15.
- Sanchez, C. 2003. Development Of Methods For Solventless or Low Volume Solvent Extraction. Departement Of Analytical Chemistry: Stockholm University. Pp 12 – 20
- Sanjaya, T. A dan E. Apriliana. 2012. Deteksi *Escherichia coli* Pada Jajanan Cendol Yang Dijual Di Pasar Tradisional Kota Bandar Lampung. *Majority (Medical Journal Of Lampung University*. 2 (5): 10-17.
- Sari, Rafika, Ferdinan A. 2017. Pengujian Aktivitas Antibakteri Sabun Cair dari Ekstrak Kulit Daun Lidah Buaya. *Pharmaceutical sciences and research*. 4(3): 111-120
- Sengupta, S., Chattopadhyay, M.K. 2012. Antibiotic Resistance of Bacteria: A Global Challenge, 17(2): 177-191.
- Setyawaty, Rety, Ismunandar, Ngaeni. 2014. Identifikasi Senyawa Antrakuinon Pada Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia* L) Menggunakan Kromatografi Lapis Tipis. *Proceeding Seminar Nasional LPPM 2014*

- Sastrohamidjoyo, H. 1982. Spektrometri Massa. Gajah Mada. University Press.
- Silvia, Devi. 2018. Uji Aktivitas Antifungi Ekstrak Kulit Buah Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Terhadap Jamu Candida albicans. *Skripsi*. Program Studi Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Negeri Sunan Ampel. Surabaya.
- Simaremare, E. S. 2014. Skrining fitokimia ekstrak etanol daun gatal (*Laportea decumana* (Roxb.) Wedd). *Pharmacy* 11(1): 98-107.
- Sudarto, yudo. 1997. *Lidah Buaya*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Sugiaman VK. 2011. Peningkatan penyembuhan luka di mukosa oral melalui pemberian Aloe vera (Linn.) Secara topikal. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*; 11 (1):70-9
- Sukadana, I.M. 2009. Senyawa Antibakteri Golongan Flavonoid dari Buah Belimbing Manis (*Averrhoa carambola* Linn. L). *Jurnal Kimia*. 3 (2): 109-116
- Sukadana, I.M., Rahayu S, dan Juliarti, N.K. 2008. Aktivitas Antibakteri Senyawa Golongan Triterpenoid dari Biji Pepaya (*Carica papaya* L.). *Jurnal Kimia*. 2(1): 15-18
- Sulistyo. 1971. *Farmakologi dan Terapi*. Liberty. Yogyakarta.
- Surjushe A, Vasani R, Saple GD. 2018. Aloe vera short review. *Indian Journal Dermatology*. 53(4):163-6.
- Syafitri, Novilia E, Bintang M, Falah S. Kandungan Fitokimia, Total Fenol, dan Total Flavonoid Ekstrak Buah Harendong (*Melastoma affine* D. Don). *Curr Biochem*. 2014;1(3):105-15.
- Syamsuni. 2006. *Farmasetika Dasar dan Hitungan Farmasi*, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta. 29 – 31
- Torres, S.N.C. 2005. Improved Detection of TNT using SPME-TEEM-GC/MD Mode Immersion in water and soil.

- Thesis Master of Science*. University of Puerto Rico. Mayaguez Campus. p 1-107.
- Tortora, G.J. 2001. *Microbiology and Introduction Seventh Edition*. New York: Addison Wesley Longman, Inc.
- Uivarosi, V, Munteanu, A.C. 2017. Flavonoid Complexes As Promising Anticancer Metallodrugs. *Flavonoids - From Biosynthesis to Human Health*. 305-333
- Wattimena, JR., dkk. 1981. Farmakodinami dan Terapi Antibiotik. UGM, Yogyakarta. Hal : 1-2, 19-30, 60-62, 308-313
- Wardani, A.K. 2008. Uji Aktivitas Antibakteri Fraksi Residu Ekstrak Etanolik Daun Arbenan (*Duchesnea indica* (Andr. Facke.) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Pseudomonas aeruginosa* Multiresisten Antibiotik Beserta Profil Kromato- grafi Lapis Tipis. *Skripsi*. Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah. Surakarta.
- Welsh, K.J., Abbott A.N., Lewis E.M., Gardiner J.M., Kruzel M.C., and Lewis C.T. 2010. Clinical Characteristics, Outcomes, and Microbiologic Features Associated With Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* Bacteremia In Pediatric Patients Treated With Vancomycin. *Journal Of Clinical Microbiology*. 48(3) : 894 – 899.
- Widia, Windy. 2012. Formulasi Sediaan Gel Ekstrak Etanol Daun Lidah Buaya (*Aloe vera*(L.) Webb) Sebagai Anti Jerawat Dengan Basis Sodium Alginate Dan Aktivitas Antibakterinya Terhadap *Staphylococcus epidermidis*. *Naskah Publikasi*. Surakarta. Fakultas Farmasi. Universitas Muhammadiyah Surakarta.

- Wijaya, Rizky aris. 2013. formulasi krim ekstrak lidah buaya *aloe vera* sebagai alternatif penyembuh luka bakar. *Skripsi*. Universitas negeri semarang.
- Yazid, Estien. 2005. Kimia Fisika untuk Paramedis. Yogyakarta. Penerbit: Andi.
- Yuwono.2010. Pandemi Resistensi Antimikroba: Belajar dari MRSA, *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*, 1 (42), 2837-2850.

BIODATA PENULIS



Prof. Dr. Ir. Sri Wahjuni, M.Kes.

Dosen Jurusan kimia FMIPA Universitas Udayana

Penulis dilahirkan di Surabaya pada Juni 1959, Menempuh Pendidikan sejak Sekolah dasar sampai Pasca Sarjana di Surabaya. Sejak tahun 1986 menjadi dosen pada Jurusan kimia F.MIPA Universitas dan pada Tahun 2019 menjadi guru besar pada Jurusan kimia FMIPA Universitas Udayana. Sampai saat ini memiliki Publikasi 50 journal Nasional terakreditasi dan Internasional berindeks Scopus. Juga menyajikan makalah di berbagai pertemuan Nasional dan Internasional. Pertemuan 7th *International Conference on Sustainable Agriculture Food and Energy* tgl 18 – 21 Oktober 2019 di Phuket di Thailand memaparkan *Green Mustard Ethanol Extract (Brassica rapa L) Leaf can Cell Damage (8- Hydroxy 2-dioxiguanosine) in The Wistar Rat Hyperglycemic*. Pertemuan The 4th *International Conference on Biosciences & Medical Engineering* Malaysia secara OL menyajikan makalah *Nano Extract Of Coriandrum Sativum L (Ketumbar) Decrease Malondialdehyde (MDA)*,

*Superoxide Dismutase (SOD) Blood Glucose In Wistar Rats
Hyperglycemic tanggal 21–22 Juni 2022.*