

## BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Hasil Penelitian Terdahulu

Pada penelitian ini, terdapat beberapa penelitian terdahulu yang dapat dijadikan sebagai acuan. Beberapa penelitian tersebut tercantum dalam tabel 2.1 berikut ini :

**Tabel 1 Penelitian Terdahulu**

Nama Peneliti	Judul	Hasil
Muhammad Fathurrahman <i>et al</i> (2019)	Aktivitas Antibakteri Ekstrak Metanol Bunga Cengkeh ( <i>Syzygium aromaticum</i> ) Terhadap Bakteri <i>Streptococcus mutans</i>	Hasil uji konsentrasi hambat minimum (KHM) dengan metode difusi agar menunjukkan bahwa pada konsentrasi 25% mampu menghambat bakteri <i>S. mutans</i> dengan diameter zona hambat sebesar 37 mm.
R. Z. Safitri <i>et al</i> , (2019)	Uji Efektifitas Daya Hambat Ekstrak Daun Cengkeh ( <i>Syzygium aromaticum</i> ) dan Daun Ceremai ( <i>Phyllanthus acidus</i> ) dengan Variasi Konsentrasi terhadap Pertumbuhan Bakteri <i>Streptococcus mutans</i>	Ekstrak daun cengkeh yang telah di uji menggunakan metode difusi cakram kertas menunjukkan penghambatan terhadap bakteri <i>S. mutans</i> yang terbukti dengan adanya zona bening disekitar cakram ekstrak daun cengkeh dengan rata-rata daya hambat yang diperoleh sebesar 16 mm pada konsentrasi 30%.
Sogandi <i>et al</i> , (2019)	Identifikasi Senyawa Aktif Ekstrak Daun Cengkeh ( <i>Syzygium aromaticum</i> ) Sebagai Inhibitor <i>Streptococcus mutans</i> .	Ekstrak methanol daun cengkeh yang diuji menggunakan metode difusi agar menunjukkan aktivitas penghambatan dalam pertumbuhan <i>S. mutans</i> terbukti adanya zona bening berdiameter ±32 mm.
Subakir Salnus <i>et al</i> , (2020)	Uji Bioaktivitas Minyak Cengkeh ( <i>Syzygium aromaticum</i> ) Terhadap	Berdasarkan uji yang telah dilakukan menggunakan metode

	Pertumbuhan Bakteri <i>Streptococcus mutans</i> Penyebab Karies Gigi.	difusi, diperoleh respon yang kuat terdapat pada konsentrasi 100%, 80%, dan 60 % dalam menghambat pertumbuhan bakteri <i>S. mutans</i> , karena memiliki rerata diameter zona hambat lebih dari 20 mm.
W. Febrian Firdiana et al, (2020)	Uji Daya Hambat Larutan Cengkeh ( <i>Syzygium aromaticum</i> ) dengan Konsentrasi 5% terhadap Bakteri <i>Streptococcus mutans</i> .	Dari penelitian yang telah dilakukan menggunakan metode difusi agar pada larutan cengkeh dengan konsentrasi 5%, menunjukkan adanya daerah hambat terhadap bakteri <i>S. mutans</i> , dengan rata-rata zona hambat sebesar 12,93 mm.

Persamaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yang tercatat dalam tabel diatas terletak pada penggunaan ekstrak dari daun dan bunga cengkeh. Namun, perbedaan utama antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah dalam penelitian ini digunakan kombinasi ekstrak dari keduanya yaitu daun dan bunga dengan perbandingan yang berbeda dan dikukan uji biofilm, kemudian pengujian aktivitas antibakteri dan biofilm ekstrak terhadap bakteri *S. mutans* dilakukan menggunakan metode mikrodilusi serta dilakukan standarisasi ekstrak.

## B. Landasan Teori

### 1. Cengkeh

#### a. Morfologi Tanaman Cengkeh

Cengkeh adalah salah satu jenis dari tanaman perdu yang mempunyai batang besar serta kayu yang cukup keras. Tanaman berikut bisa hidup sangat lama, bahkan bisa mencapai ratusan tahun. Tinggi pohon cengkeh dapat mencapai antara 20 - 30 meter. Cabang-cabang kecil yang mudah patah tersebar di sepanjang ranting-rantingnya yang panjang. Tangkai buahnya awalnya berwarna hijau, kemudian

berubah menjadi merah saat bunga mekar, dengan panjang daun berkisar 7,5 hingga 12,5 cm (Hasanah, 2011).



**Gambar 1 Tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum*) (Suharman, 2020)**

**b. Klasifikasi Cengkeh**

Klasifikasi tanaman cengkeh yakni (WFO, 2024):

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Tracheophyta
Class	: Magnoliopsida
Ordo	: Myrtales
Family	: Myrtaceae
Genus	: <i>Syzygium</i>
Spesies	: <i>Syzygium aromaticum</i>

**c. Manfaat Cengkeh**

Suatu jenis tanaman yang mempunyai banyak kegunaan, terutama pada bidang pengobatan adalah cengkeh. Tanaman rempah-rempah ini sudah lama digunakan dalam industri makanan, minuman, rokok, serta farmasi. Daun, tangkai bunga, serta bunga cengkeh merupakan bagian yang paling sering digunakan. Dalam dunia pengobatan daun cengkeh sering dimanfaatkan untuk meredakan batuk, nyeri perut, serta nyeri gigi (Kumala, 2008).

**d. Kandungan Cengkeh dan Aktivitasnya**

Daun cengkeh (*Syzygium aromaticum*) mengandung minyak atsiri yang memiliki aroma yang khas. Minyak atsiri ini memiliki berbagai sifat, seperti stimulant, anestetik, antiseptik, dan antispasmodik. Analisis terhadap komponen kimia dalam daun cengkeh membuktikan bahwa daun cengkeh mempunyai kandungan eugenol, saponin, tannin, alkaloid, serta flavonoid (Nurdjannah, 2016). Senyawa aktif yang terkandung dalam daun cengkeh mempunyai khasiat antibakteri antara lain :

1) Eugenol

Eugenol adalah senyawa yang termasuk dalam golongan fenol dan dikenal memiliki aktivitas sebagai antibakteri. Senyawa ini mampu dengan mudah masuk ke dalam sel bakteri dan bereaksi dengan protein serta enzim membran sehingga menyebabkan kerusakan pada sel bakteri (Xing *et al*, 2012). Eugenol berfungsi untuk antibakteri melalui tahapan yang efektif. Senyawa ini dapat menembus membran sitoplasma, yang selanjutnya mengganggu atau merusak permeabilitas dinding sel bakteri. Disisi lain, eugenol memiliki sifat *hydrophobic* (tidak larut pada air) sehingga akan memudahkan senyawa ini untuk menembus membrane sel serta mengubah struktur dinding sel. Perubahan ini akan mengakibatkan terjadinya kebocoran pada bagian intra sel, sehingga akan menghambat pertumbuhan bakteri (Posangi, 2016).

2) Saponin

Saponin yang terdapat pada tanaman cengkeh akan berinteraksi dengan porin, yaitu protein transmembrane yang berada di membrane luar dinding sel bakteri. Porin ini berfungsi sebagai pintu masuk dan keluar untuk berbagai senyawa di dalam sel bakteri. Ketika saponin berikatan, maka akan membentuk polimer yang kuat dan pada akhirnya akan menyebabkan kerusakan pada porin. Kerusakan ini akan mengurangi permeabilitas membrane sel bakteri, sehingga sel bakteri mengalami kekurangan nutrisi. Akibatnya, pertumbuhan bakteri terhambat bahkan dapat menyebabkan kematian sel tersebut.

3) Tanin

Senyawa tannin yang terdapat pada tanaman cengkeh memiliki aktivitas antibakteri yang signifikan. Hal ini terkait dengan kemampuannya dalam

menginaktifkan adhesi sel bakteri, menghentikan fungsi enzim, serta mengganggu proses transport protein di lapisan dalam sel. Selain itu, tannin juga mempengaruhi peptidoglikan pada bakteri, yang menyebabkan terbentuknya lisis dan mati karena tekanan osmotik (Smullen J, 2007).

#### 4) Flavonoid

Senyawa flavonoid memiliki potensi sebagai agen antibakteri dan antikanker. Flavonoid bekerja dengan membentuk kompleks dengan protein sel bakteri, yang menyebabkan denaturasi protein dan kerusakan permanen pada membrane sel bakteri. Gugus alkohol yang terkandung dalam senyawa flavonoid berperan dalam mengikat peptidoglikan di dinding sel bakteri. Selain itu, flavonoid juga mampu merusak membrane sel dengan cara mengikat lipopolisakarida, yang mengakibatkan kerusakan pada gugus fosfat. Proses ini menyebabkan penguraian molekul fosfolipid, sehingga terjadi kebocoran pada membrane, yang akhirnya akan menyebabkan kematian bakteri (Jawets *et al*, 2013)

## 2. Ekstraksi Menggunakan Metode Maserasi

Maserasi merupakan salah satu metode pemisahan senyawa melalui perendaman dengan menggunakan pelarut organik pada suhu tertentu (Karina *et al*, 2016). Metode ini sangat menguntungkan untuk mengisolasi senyawa dari bahan alam, karena selain biaya yang rendah, proses yang dilakukan juga cukup mudah, dengan perendaman sampel dinding dan membrane sel dapat dipecah akibat perbedaan tekanan antara bagian dalam dan luar sel, sehingga metabolit sekunder yang terdapat dalam sitoplasma dapat larut dalam pelarut.

Keberhasilan proses maserasi dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain seperti suhu, durasi, dan jenis pelarut yang digunakan. Pemilihan suhu yang tepat dapat meningkatkan rendemen tannin, sedangkan suhu yang terlalu tinggi dan waktu perendaman yang terlalu lama justru akan menurunkan rendemen yang diperoleh (Mihra *et al*, 2018). Demikian pula pemilihan pelarut yang sesuai akan berkontribusi pada peningkatan kadar tannin (Markom *et al*, 2007).

## 3. Standarisasi Ekstrak (Depkes RI, 2008)

### a. Definisi

Standarisasi adalah salah satu prosedur yang melibatkan serangkaian parameter dan metode pengukuran untuk memastikan bahwa hasil yang diperoleh memenuhi standar yang ditetapkan di bidang kimia, biologi, serta farmasi, mencakup jaminan stabilitas sebagai produk obat. Kualitas ekstrak ditentukan oleh berbagai parameter, baik yang bersifat umum maupun standar spesifik. Tujuan standarisasi ialah guna menjamin bahwasannya produk obat akhir, baik dalam bentuk obat, ekstrak, maupun produk dari ekstrak, memenuhi nilai parameter tertentu yang sudah ditetapkan (Depkes, 2008).

b. Parameter

1) Susut Pengerinan

Susut pengerinan dihitung sebagai persentase jumlah bahan yang tersisa sesudah dikeringkan di suhu 105°C hingga 30 menit ataupun sampai mencapai kondisi stabil. Tujuan dari pengukuran ini ialah untuk menetapkan batas maksimum atau bervariasi tergantung pada berapa banyak bahan kimia yang hilang sepanjang proses pengerinan.

2) Kadar Air

Pengukuran kandungan air dalam ekstrak dilakukan menggunakan metode yang sesuai, seperti titrasi, distilasi, atau gravimetri. Tujuannya adalah untuk menentukan rentang kadar air yang ada dalam ekstrak.

3) Kadar Abu Total dan Kadar Abu Tidak Larut Asam

Pengukuran kandungan abu dilakukan dengan memanaskan bahan pada suhu khusus. Proses ini menyebabkan bahan kimia organik serta turunannya terurai dan menguap, sehingga hanya menyisakan unsur mineral serta anorganik. Tujuan dari pengukuran berikut adalah untuk memberikan gambaran mengenai kandungan mineral internal dan eksternal yang berasal dari proses awal maupun yang terbentuk dalam ekstrak.

#### **4. Penyakit Karies Gigi**

##### **a. Definisi Penyakit Karies Gigi.**

Karies gigi ialah kelainan yang merusak jaringan keras gigi, menyebabkan kerusakan pada pulpa serta permukaan gigi. Kerusakan ini diakibatkan oleh sisa-sisa karbohidrat yang tertinggal di dalam mulut dan mikroorganisme yang tidak

segera dibersihkan (Listrianah *et al.*, 2019). Karies muncul akibat interaksi antara bakteri yang berada di permukaan gigi atau plak, yang menyebabkan proses demineralisasi pada jaringan keras gigi. Pembentukan karies ini memerlukan waktu yang cukup lama. Terdapat empat faktor utama yang berkontribusi terhadap terjadinya karies gigi, antara lain faktor kariogenik, kerentanan permukaan gigi, ketersediaan bahan nutrisi yang mendukung pertumbuhan bakteri, dan waktu yang cukup untuk mengubah nutrisi tersebut menjadi asam.



**Gambar 2 Penyakit Karies Gigi (Listrianah, 2019)**

**b. Etiologi Karies Gigi**

Karies gigi dapat muncul akibat berbagai faktor penyebab, yang terdiri dari faktor etiologi dan faktor resiko. Faktor etiologi mencakup unsur- unsur yang berpengaruh langsung di area mulut, seperti faktor host, mikroorganisme, substrat, serta waktu. Sedangkan faktor resiko merupakan unsur- unsur yang secara tidak langsung dapat memicu terjadinya karies gigi, termasuk usia, jenis kelamin, riwayat keluarga, dan sosial ekonomi (Ramayanti dan Purnakarya, 2013).

**c. Proses Terjadinya Karies Gigi**

Karies gigi mulai muncul saat sisa makanan tidak dibersihkan selama satu hari, yang kemudian tidak dapat diolah oleh bakteri. Hal ini mengakibatkan pembentukan plak. Plak merupakan lapisan lunak yang menempel pada gigi dan permukaan keras lain di pada mulut. Setelah plak terbentuk, penghilangannya tidak dapat dilakukan hanya dengan pembersihan alami melalui saliva. Untuk menghilangkan plak dengan efektif, diperlukan penyikatan gigi yang baik (Riznika *et al.*, 2017).

Proses di mana mineral dikeluarkan dari jaringan keras gigi dikenal sebagai demineralisasi. Enamel, yang merupakan lapisan luar gigi, terutama terdiri dari hidroksiapatit. Dalam kondisi normal, hidroksiapatit berada dalam keseimbangan dengan lingkungan saliva yang kaya akan ion kalsium dan fosfat. Namun, ketika pH saliva menurun dan menjadi lebih asam, hidroksiapatit dapat bereaksi dengan ion hydrogen, yang memicu proses demineralisasi. Proses demineralisasi dapat berlangsung selama 30 hingga 60 menit, tergantung pada tingkat pH yang terdapat dalam rongga mulut. Kecepatan pelarutan email gigi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor termasuk pH, kadar asam, serta ion kalsium. Untuk mengatasi proses demineralisasi yang telah terjadi, penting untuk melakukan kontrol plak sejak dini dengan menyikat gigi yang teratur (Nasution, 2016).

#### **d. Pencegahan Karies Gigi**

Menurut Tarigan (2014), terdapat beberapa cara yang bisa dijelaskan kepada pasien untuk menghentikan siklus pembentukan karies. Beberapa cara tersebut meliputi kontrol plak, pemakaian fluor, pengendalian bakteri, penutupan fissure, pengaturan diet dan menyikat gigi. Kontrol plak adalah metode yang efektif harus mencuci gigi secara teratur agar dapat menjaga kebersihan mulut. Sebaiknya, rutinitas ini dimulai sebelum atau sesudah sarapan di pagi hari. Pemakaian fluor dalam air membantu meningkatkan jumlah ion fluor dalam struktur apatit gigi yang masih dalam tahap pertumbuhan. Dengan demikian, struktur apatit tersebut akan lebih tahan terhadap kondisi asam dan mendukung proses remineralisasi. Selain itu, pengendalian bakteri dapat dilakukan melalui penggunaan obat kumur yang dirancang khusus untuk mengurangi jumlah bakteri di rongga mulut, seperti produk yang mengandung chlorhexidine gluconate.

Penutupan fissure merupakan langkah pencegahan yang efektif untuk mencegah perkembangan karies pada anak-anak. Saat ini, prosedur ini direkomendasikan untuk semua kelompok usia yang beresiko tinggi karies. Selain itu, pengaturan pola makan menjadi faktor utama dalam upaya pencegahan karies. Ion asam yang dihasilkan secara berkelanjutan oleh plak berasal dari asupan karbohidrat yang berlebihan, yang dapat mengganggu sistem penyangga saliva. Akibatnya, proses remineralisasi yang seharusnya dapat menyeimbangkan faktor

demineralisasi menjadi terhambat. Terakhir, menyikat gigi juga merupakan metode yang diterima secara umum untuk menjaga kebersihan gigi guna mencegah masalah kesehatan mulut.

## 5. *Streptococcus mutans*

### a. Morfologi *Streptococcus mutans*

*S. mutans* merupakan bakteri gram positif yang bersifat anaerob fakultatif, yang biasanya tumbuh dalam pasangan atau rantai. Bakteri ini merupakan salah satu komponen utama flora alami saluran pernapasan bagian atas serta berperan penting dalam memelihara kesehatan selaput lendir. *S. mutans* umumnya terdapat di rongga mulut manusia serta dapat mengakibatkan karies gigi. Karies gigi ini berdampak signifikan pada kesehatan seseorang secara menyeluruh (Gunawan et al,2014).

Di tahun 1924, Clark mengisolasi *S. mutans* untuk pertama kalinya dari gigi manusia yang berlubang. Bakteri ini bisa tumbuh di suhu antara 18 hingga 40°C. Pengecatan Gram, sebuah metode analisis mikrobiologi, membuktikan bahwasannya *S. mutans* memiliki bentuk oval yang membedakannya dari spesies *Streptococcus* lainnya, sehingga namanya menjadi terkenal. Oleh karena itu, dinamai dengan mutan dari *Streptococcus* (Warna, Fatmawati, 2011). Selain itu, *S. mutans* juga sering disebut sebagai bakteri kokus tunggal yang terdiri dari rantai. Rantai tersebut tampak seperti diplokokkus serta kadang-kadang memiliki bentuk yang mirip batang (Nuzulia P, 2017).



**Gambar 3 Bakteri Streptococcus mutans (Clarke,J. Klian 1924)**

### b. Klasifikasi *Streptococcus mutans*

Berdasarkan, Jawetz *et al* 2005 klasifikasi *S. mutans* ialah :

Kingdom : Bacteria

Divisi : Firmicutes

Ordo : Lactobacillales

Famili : Streptococcaceae

Genus : Streptococcus

Spesies : *Streptococcus mutans*

### c. Patogenitas *Streptococcus mutans*

Karies gigi adalah suatu penyakit yang disebabkan oleh bakteri *S. mutans*. Aktivitas antibakteri menyebabkan struktur jaringan gigi memburuk. Demineralisasi gigi, yang disebabkan oleh asam laktat atau bahan organik lainnya yang menumpuk di permukaan gigi sebagai akibat dari plak, adalah langkah pertama dalam perkembangan karies gigi (Nuzulia P,2017). Jaringan keras seperti sementum, dentin, serta email mengalami demineralisasi ini.

Asam laktat yang diperoleh oleh *S. mutans*, yang dapat memetabolisme karbohidrat, adalah penyebab proses ini. Selain itu, ketika bahan organik terus terurai, ion kalsium serta fosfat akan dilepaskan, sehingga meningkatkan kelarutan kalsium dalam jaringan keras gigi. Setelah itu, bakteri mulai menyusup, merusak jaringan pulpa serta memungkinkan jaringan infeksi menyebar ke jaringan di dekatnya, yang pada akhirnya berkontribusi pada pembentukan plak gigi. Kerusakan jaringan gigi yang terlokalisasi yang disebabkan oleh fermentasi karbohidrat yang diakibatkan oleh aktivitas bakteri dikenal sebagai karies (Annisa,2015).

## 6. Biofilm

Biofilm merupakan suatu komunitas mikroorganisme yang tersusun atas sel-sel bakteri yang saling berinteraksi dan melekat pada suatu permukaan, serta terbungkus dalam matriks polimer ekstraseluler (extracellular polymeric substances/EPS) yang diproduksi oleh mikroorganisme itu sendiri. Matriks EPS tersusun atas polisakarida, protein, lipid, dan asam nukleat yang berfungsi

melindungi sel bakteri dari kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan (Costerton et al., 1999).

Biofilm dapat terbentuk pada berbagai permukaan, baik permukaan hidup maupun tidak hidup, termasuk jaringan tubuh manusia, alat medis, dan permukaan gigi. Dalam rongga mulut, biofilm dikenal sebagai plak gigi, yang merupakan faktor utama dalam terjadinya karies gigi dan penyakit periodontal. Biofilm memberikan keuntungan biologis bagi bakteri karena mampu meningkatkan daya tahan terhadap agen antibakteri, desinfektan, serta sistem imun inang dibandingkan dengan bakteri dalam bentuk planktonik (Donlan & Costerton, 2002). Pembentukan biofilm berlangsung melalui beberapa tahapan, yaitu adhesi awal bakteri pada permukaan, pembentukan mikrokoloni, maturasi biofilm, dan tahap dispersi. Pada tahap adhesi awal, bakteri mulai menempel pada permukaan gigi yang telah dilapisi oleh pelikel saliva. Selanjutnya, bakteri berkembang biak dan menghasilkan matriks EPS yang memperkuat struktur biofilm sehingga menjadi lebih kompleks dan stabil (Costerton et al., 1999).

*Streptococcus mutans* merupakan salah satu bakteri utama penyusun biofilm plak gigi. Bakteri ini memiliki kemampuan untuk memproduksi enzim glukosiltransferase yang mengubah sukrosa menjadi glukukan ekstraseluler. Glukan berperan penting dalam proses adhesi dan akumulasi bakteri pada permukaan gigi serta memperkuat struktur biofilm. Selain itu, *S. mutans* bersifat asidogenik dan asidurik, yaitu mampu menghasilkan asam laktat dari fermentasi karbohidrat dan bertahan hidup pada kondisi pH rendah, sehingga berperan besar dalam proses demineralisasi email gigi (Forssten et al., 2010).

## **7. Antibakteri**

Antibakteri mempunyai tujuan untuk menghentikan atau menghambat bakteri untuk berkembang sehingga tidak menyebabkan iritasi (Paju *et al*, 2013). Mekanisme untuk mencegah infeksi bakteri dengan mekanisme bakteristatik untuk menghambat bakteri tumbuh atau berkembang dan bakterisidal dengan cara mematikan bakteri (Magani *et al*, 2020). Proses kerja dari antibakteri yaitu diantaranya adalah

- a. Perusakan dinding sel bakteri

Penghambatan yang terjadi pada dinding sel akan menyebabkan rusaknya struktur sel.

b. Perubahan permeabilitas sel

c. Fungsi membrane sel merupakan sebagai fungsi permeabilitas dari sel. Antibiotik dapat merubah susunan dan membrane tersebut secara tidak langsung yang akan menghambat bakteri untuk berkembang.

d. Menghambat pembentukan protein serta asam nukleat

Penghambatan pembentukan RNA serta DNA bisa menyebabkan kematian pada bakteri.

e. Melakukan perubahan asam nukleat dan molekul protein

Perubahan ini bertujuan agar sel bakteri rusak secara permanen dengan cara denaturasi protein maupun asam nukleat (Rollando, 2019).

## **8. Metode Uji Antibakteri Mikrodilusi**

Pada penelitian ini menggunakan metode mikrodilusi dimana metode ini merupakan pengembangan dari teknik cair dengan menggunakan sejumlah kecil medium, bakteri, fungi maupun senyawa uji dengan microplate yang mempunyai 96 sumuran. Dalam teknik ini, larutan diukur atau dilihat kekeruhannya pada microplate 96 *wells* dengan mengukur nilai kerapatan optik (*optical density/OD*) untuk menentukan nilai absorbansi. Metode kuantitatif digunakan untuk menguji aktivitas antibakteri dengan nilai IC50 (Konsentrasi Inhibitor 50%). Dengan mengetahui nilai IC50, maka dapat menghasilkan data yang lebih akurat pada sampel dalam menghambat dan membunuh bakteri (Rollando, 2019). Kelebihan dari teknik mikrodilusi ini yaitu lebih sensitive dari metode difusi terhadap kesalahan dalam penyiapan larutan antibakteri pada setiap uji, sedangkan kekurangannya yaitu membutuhkan lebih banyak media, dan reagen (Balouri, *et al* 2016)

## **9. Microplate reader**

*Microplate reader* ialah alat canggih yang disusun khusus untuk menganalisa virus dan bakteri. Prinsip kerja *microplate reader* mengacu pada teknik spektrofotometri yang serupa dengan metode konvensional, namun dengan kemampuan untuk menganalisa jumlah sampel yang lebih banyak secara bersamaan (Heredia, 2006). Diameter cahaya yang dapat mengalir melalui sampel adalah antara 1 - 3 mm. Setelah mendeteksi cahaya yang dipancarkan sampel, perangkat akan memperbesar sinyal serta menghitung tingkat absorbansi sampel. Sistem pembacaan selanjutnya akan memproses data ini untuk memungkinkan evaluasi hasil pengujian (WHO, 2008). Metode penggunaan *microplate reader* juga sangat efektif dalam memeriksa biofilm, karena memungkinkan lebih banyak bakteri untuk menempel pada dinding sumuran.

**Gambar 4 Alat Microplate reader**



### C. Kerangka Konsep

