

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Penyakit Mulut dan Gigi di Indonesia

Indonesia memiliki catatan proporsi masalah mulut dan gigi sebesar 57,6% namun, yang mengakses pelayanan kesehatan mulut dan gigi hanya 10,2%. Sebagian besar masalah gigi di Indonesia yang dilansir dari hasil Riset Kesehatan Dasar Indonesia pada tahun 2018 adalah karies/sakit gigi sebanyak 45,3% dan sebagian besar masalah mulut adalah peradangan gingiva/radang gusi atau abses sekitar 14% (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2018). Terdapat faktor-faktor yang dapat menimbulkan penyakit mulut dan gigi di antaranya penggunaan rokok yang mengganggu kesehatan gigi maupun organ lain, mengonsumsi alkohol berlebihan yang membahayakan kesehatan, kurang memperhatikan kebersihan mulut dan gigi, adanya jamur, virus dan bakteri (Puspitasari dkk., 2018). Kurangnya kepedulian masyarakat terhadap kebersihan mulut dan gigi menyebabkan bakteri-bakteri terkumpul dan menumpuk hingga menjadi penyakit mulut dan gigi (Yuniarly dkk., 2023).

Gingivitis adalah penyakit yang disebabkan oleh kebersihan mulut dan gigi yang kurang terjaga sehingga menimbulkan adanya plak atau karang gigi sehingga gusi meradang dan membengkak (Puspitasari dkk., 2018). Gingivitis adalah proses awal dari adanya penyakit periodontal yang ditandai dengan kemerahan, pembengkakan dan perdarahan gingiva oleh karena kebersihan mulut dan gigi yang buruk sehingga terjadi akumulasi biofilm pada plak oleh bakteri (Pontoluli dkk., 2021). Gingivitis dapat disebabkan oleh adanya

kerusakan sel atau nekrosis, akumulasi bakteri plak dan yang tidak berhubungan dengan plak. Bakteri yang dapat menyebabkan gingivitis antara lain bakteri Gram negatif yaitu *Porphyromonas gingivalis*, *Tannerella forsythia*, *Seimonas noxia*, *Actinomyce viscosus*, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* dan bakteri Gram positif yaitu *Streptococcus mutans* dan *Streptococcus sanguis* (Puspaningrum dkk., 2015).



Gambar 1. Penyakit gingivitis dan periodonitis yang disebabkan oleh plak (Sumber: Srivastava dkk., 2023).

Faktor yang dapat memperparah gingivitis antara lain adalah kalkulus gigi (sisa makanan yang menempel pada gigi dalam jangka waktu yang panjang dan terkalsifikasi), karies, umur, jenis kelamin, kebersihan mulut, stres, gangguan hematologi (leukimia dan anemia) dan defisiensi nutrisi serta protein (Nataris dan Santik, 2017). Kalkulus menjadi penyedia lingkungan yang mendukung bakteri dalam pertumbuhannya sehingga memperparah gingivitis, karies yang tidak diobati mampu menyebarkan bakteri ke jaringan sekitar (Keyes dan Rams, 2016). Umur yang bertambah dapat memperparah gingivitis karena gigi dan gusi yang cenderung berubah menjadi lebih rentan terhadap kerusakan dan infeksi seiring bertambahnya waktu (Liu dkk., 2022).

Jenis kelamin perempuan cenderung memiliki gingivitis yang lebih tinggi karena adanya faktor hormon yang dapat memengaruhi kondisi gusi (Safitri, 2020). Stres mampu memengaruhi sistem kekebalan tubuh dan rentan terhadap infeksi yang juga dapat berpengaruh pada kebiasaan kesehatan mulut (Larasati, 2016). Adanya gangguan hematologi dapat meningkatkan risiko penyakit gingivitis, lalu nutrisi dan protein yang mengalami defisiensi dapat melemahkan daya tahan tubuh terhadap infeksi. Gingivitis mampu membentuk komplikasi seperti infeksi gusi ataupun tulang rahang, periodontitis, membentuk palung di mulut dan abses gingival (Nataris dan Santik, 2017).

Gingivitis dapat dihilangkan dengan *scaling* (prosedur medis untuk membersihkan karang gigi dan plak secara non-operasi) yang dikombinasikan dengan merawat kebersihan mulut dan gigi untuk menghilangkan plak yang terbentuk (Korompot dkk., 2019). Pencegahan yang dapat dilakukan untuk menghindari gingivitis adalah dengan mengontrol plak sehingga mikroflora yang terbentuk di mulut menjadi lebih sehat dan mengurangi kalkulus. Kontrol plak dapat dilakukan dengan metode mekanik yaitu penyikatan gigi dan *flossing*. Metode lainnya adalah metode alamiah yaitu dengan mengonsumsi buah padat dan berserat. Metode kimiawi juga menjadi salah satu bentuk pengontrolan plak yaitu dengan berkumur cairan antiseptik (Adnyasari dkk., 2023).

B. Peran Bakteri dalam Penyakit Mulut dan Gigi

Penyakit mulut dan gigi yang dapat disebabkan oleh adanya bakteri antara lain karies gigi, nekrosis pulpa, periodontitis, gingivitis. Karies gigi disebabkan oleh adanya bakteri yaitu *Streptococcus mutans*, *Staphylococcus aureus*,

Streptococcus sp. dan *Actinomyces viscosus* yang membentuk pH dalam mulut menjadi rendah di angka 5 sehingga mineral enamel menjadi terlarut perlahan dan membentuk lubang pada gigi (Marthinu dan Bidjuni, 2020). Nekrosis pulpa juga penyakit mulut dan gigi yang disebabkan oleh adanya bakteri, iritasi yang menyebabkan kerusakan, trauma dan kematian pulpa oleh pulpitis yang tidak dirawat (Puspitasari dkk., 2018).

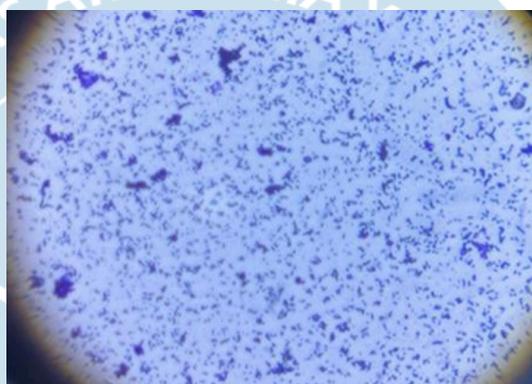
Periodontitis menjadi salah satu penyakit mulut dan gigi yang disebabkan oleh adanya bakteri sehingga terjadi inflamasi jaringan dan infeksi di gingiva yang tak terawat dan menyebar ke tulang alveolar penyangga gigi dan ligamen (Puspitasari dkk., 2018). Selain itu, penyakit mulut dan gigi yang disebabkan oleh bakteri yang menjadi pokok bahasan adalah gingivitis atau radang gusi yang merupakan reaksi inflamasi jaringan gingiva (bagian dari jaringan periodontal yang paling luar) berupa kemerahan, pembengkakan dan perdarahan gingiva yang di Indonesia memiliki kasus 14% dari kasus penyakit mulut dan gigi. Bakteri yang ditemukan pada penyakit gingivitis yaitu *S. sanguis* dan *P. gingivalis* (Puspaningrum dkk., 2015).

1. *Streptococcus sanguis*

Salah satu bakteri yang dapat menyebabkan gingivitis adalah *S. sanguis*. *Streptococcus sanguis* atau *Streptococcus sanguinis* merupakan bakteri dengan sifat Gram positif dan non motil. *S. sanguis* paling banyak ditemukan di plak gigi yang akan membentuk koloni pada gigi berlubang (Mounika dkk., 2015).

S. sanguis memiliki bentuk sel yaitu kokus (Zhou dan Li, 2020).

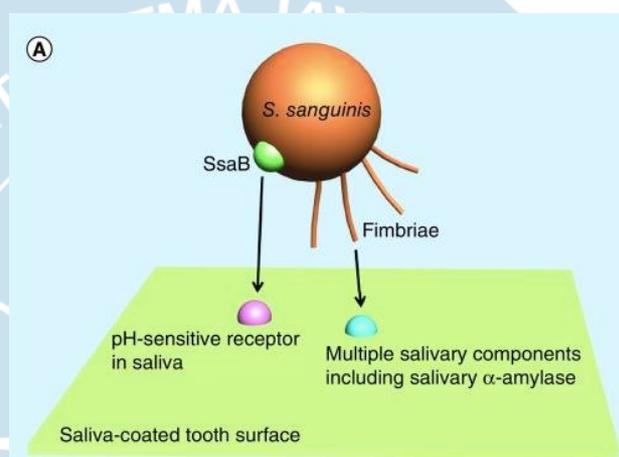
Bakteri ini termasuk dalam bakteri anaerob fakultatif (Zhu dkk., 2018). Morfologi koloni yang dihasilkan jika dikultur pada media *blood agar* yaitu putih keabuan, halus dan mengkilat (Umarudin dkk., 2023). *S. sanguis* mampu tumbuh optimal pada suhu 37°C (Ge dkk., 2008) dan dapat hidup pada pH 6,2 dengan pH optimal 7,5 (Andayani dkk., 2014). Gambar sel bakteri *S. sanguis* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Sel *S. sanguis* berbentuk kokus (Sumber: Shallal dan Ahmed, 2022)

S. sanguis menjadi koloni perintis yang membantu proses penempelan organisme dan sebagai pengembang biofilm (kumpulan sel mikroorganisme) di mulut (Zhu dkk., 2018). Proses pembentukan biofilm *S. sanguis* di mulut terjadi dengan cara penempelan sel tunggal di permukaan yang dibantu oleh fimbriae dengan kondisi banyak spesies bakteri (Kreve dan Reis, 2021) yang terdiri dari *Streptococcus mutans*, *Prevotella loescheii*, *Streptococcus gordonii*, *Eikenella corrodens*, *Actinomyces naeslundii*, dan *Haemophilus parainfluenzae* (Andayani dkk., 2014). Fimbriae akan memediasi proses tarik menarik antarsel bakteri *S. sanguis* ke hidroksiapatit yang dilapisi air liur sebagai substansi utama di mulut, lalu tiga protein PilA, PilB dan PilC

diidentifikasi di *S. sanguis* yang akan berikatan dengan air liur (Okahashi dkk., 2011). Permukaan gigi pun dilapisi oleh protein air liur yang pengikatan protein tersebut membantu bakteri *S. sanguis* menempel di gigi dan memulai pembentukan biofilm di mulut (Zhu dkk., 2018). Proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pembentukan biofilm *S. sanguis* (Sumber: Zhu dkk., 2018)

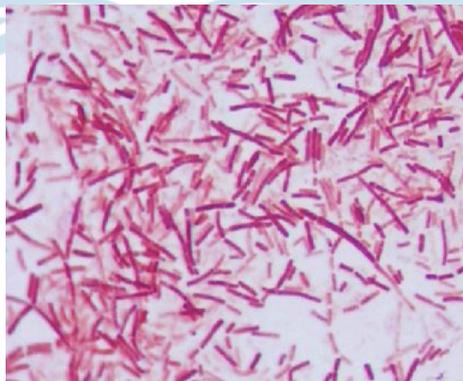
Proses yang dilakukan oleh *S. sanguis* dalam pembentukan biofilm yaitu *S. sanguis* mengenali reseptor pelikel saliva permukaan gigi yang ditunjukkan pada warna merah muda dan biru. Bakteri kemudian membentuk ikatan glukon dan melakukan pengenalan jenis reseptor pelekatan. Fimbriae dapat berikatan dengan komponen saliva (biru) dan SsaB (hijau) yang akan memediasi penempelan pada *saliva-coated hydroxyapatite* melalui *pH-sensitive receptor* (merah muda) (Zhu dkk., 2018).

2. *Porphyromonas gingivalis*

Bakteri lain yang dapat menyebabkan gingivitis adalah *Porphyromonas gingivalis*. Bakteri ini termasuk sebagai bakteri Gram negatif.

P. gingivalis memiliki pigmen berwarna hitam yang menyebabkan kerusakan jaringan periodontal dengan memodulasi respons inflamasi (How dkk., 2016). *P. gingivalis* memiliki bentuk sel yaitu batang (Chopra dkk., 2020) dan koloni bakteri pada medium *blood agar* menunjukkan koloni dengan pigmen warna hitam (Nakayama, 2015). *P. gingivalis* bersifat anaerob obligat, namun masih dapat tumbuh dalam kondisi mikroaerofilik sebesar 6% (Lewis dkk., 2009).

Bakteri *P. gingivalis* mampu bertumbuh dengan optimal pada suhu 37°C (Percival dkk., 1999). Nilai pH optimal *P. gingivalis* adalah 6,5 sampai dengan 7 (Takahashi dan Schachtele, 1990). Penelitian Astuti dkk. (2023) mengenai antibakteri minyak atsiri rimpang bangle (*Zingiber montanum*) terhadap *P. gingivalis* menunjukkan keberhasilan proses menghambat bakteri dengan diameter terbesar ada pada konsentrasi 50%. Sel *P. gingivalis* dapat dilihat melalui Gambar 4.



Gambar 4. Sel *P. gingivalis* berbentuk batang perbesaran 1000x (Sumber: Fitriyana dkk., 2013)

C. Etnobotani Zodia (*Euodia suaveolens* Scheff.)

Indonesia memiliki bermacam-macam tanaman yang sering kali dimanfaatkan untuk kesehatan contohnya adalah zodia. Tanaman zodia

merupakan tanaman yang berasal dari Papua. Tanaman zodia tersebar di Jayapura di antaranya Sentani, Kertosari, Sabron dan wilayah lainnya (Simaremare dkk., 2017).



Gambar 5. Tanaman zodia (Sumber: Handayani dan Nurcahyanti, 2015)

Tanaman zodia dimanfaatkan sebagai penangkal nyamuk oleh masyarakat setempat dengan cara daun zodia digosokkan ke kulit yang kemudian akan menghasilkan minyak atsiri yang memiliki fungsi sebagai pengusir nyamuk (Simaremare dkk., 2017). Minyak atsiri merupakan senyawa metabolit sekunder dari golongan senyawa terpen yang disintesis melalui jalur asam mevalonat yang bermanfaat bagi kesehatan (Lunggela dkk., 2022). Selain itu, tanaman zodia khususnya daun zodia dapat digunakan sebagai antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* yang bersumber dari mukosa organ manusia yang ditandai dengan terbentuknya zona hambat sebesar 11,38 mm pada konsentrasi ekstrak etanol daun zodia 80% (Ngibad dan Runtu, 2021). Klasifikasi tanaman zodia dapat dilihat pada Tabel 1 (Handayani dan Nurcahyanti, 2015):

Tabel 1. Klasifikasi Tanaman Zodia

Klasifikasi	Keterangan
Kerajaan	Plantae
Divisi	Spermatophyta
Sub Divisi	Angiospermae
Kelas	Dicotyledonae
Ordo	Rutales
Famili	Rutaceae
Genus	<i>Euodia</i>
Spesies	<i>Euodia suaveolens</i>

Famili rutaceae oleh spesies *Citrus aurantifolia* menunjukkan kemampuan minyak atsiri dari kulit jeruk nipis yang mampu menghambat pertumbuhan *Streptococcus agalactiae* dengan kategori kuat berdiameter paling besar adalah 28 mm, serta nilai KHM sebesar 25% (Putri dkk., 2021). Selain itu, minyak atsiri daun jeruk nipis juga mampu menghambat pertumbuhan *P. gingivalis* dengan zona hambat kategori sedang berdiameter paling besar adalah 9,15 mm dan nilai KHM 12,5% (Munira, 2019). Minyak atsiri daun zodia konsentrasi 100% terhadap *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus* dan *S. epidermidis* menunjukkan zona hambat terbesar pada bakteri Gram negatif yaitu *E. coli* sebesar 20,3 mm dengan kategori sangat kuat (Sidharta dan Atmodjo, 2024).

D. Senyawa Antibakteri

Penyakit gingivitis yang disebabkan oleh bakteri Gram positif dan Gram negatif dapat diobati dengan antimikroba atau antibakteri (Sari dan Deynilisa, 2019). Antibakteri merupakan proses menghambat pertumbuhan bakteri dan membunuh serta melisis mikroba patogen dengan suatu zat (Baran dkk., 2023). Mekanisme senyawa antibakteri terjadi dengan mengganggu sintesis

dinding sel bakteri, menghambat biosintesis protein bakteri, menghambat sintesis asam nukleat bakteri, menghambat jalur metabolisme hingga menghambat fungsi membran bakteri (Uddin dkk., 2021). Antibakteri terbagi menjadi tiga yaitu bakteriosidal yang dapat membunuh bakteri, bakteriostatik yang menekan pertumbuhan bakteri, dan bakteriolitik yang membunuh bakteri dengan proses lisis dinding sel (Nemeth dkk., 2015). Kandungan minyak atsiri dari daun zodia yang memiliki sifat antibakteri adalah globulol (Sidharta dan Atmodjo, 2020).

Kandungan dalam minyak atsiri dapat digunakan sebagai senyawa antibakteri alami (Zhao dkk., 2023). Minyak atsiri yang terkandung pada daun zodia antara lain *menthofuran* sebesar 50,38%, *p-mentha-1,8-diene* (14,34%), *limonen* sebesar 10,99%, *evodone* sebesar 5,55%, α -*curcumin* sebesar 4,65%, globulol sebesar 1,88%, *longipinenepoxide* sebesar 1,66% dan linalool sebesar 1,40% (Sidharta dan Atmodjo, 2020). Penelitian Andiarna dkk. (2020) menunjukkan bahwa *amoxicillin* merupakan antibiotik yang umum digunakan sebagai obat sebesar 81,20% dari 120 mahasiswa karena dianggap mampu menyembuhkan berbagai penyakit. Penelitian lain oleh Sidabutar dan Saragih (2021) menyatakan bahwa *amoxicillin* menjadi antibiotik yang biasa digunakan untuk mengobati permasalahan mulut dan gigi.

E. Antibiotik *Amoxicillin*

Amoxicillin merupakan antibiotik semisintetik penisilin yang terdapat cincin β -laktam yang memiliki aktivitas antibakteri. Antibiotik ini memiliki bioavailabilitas oral tinggi yang puncak konsentrasi plasmanya terjadi dalam 1-

2 jam menjadikan *amoxicillin* sering dikonsumsi anak-anak maupun orang dewasa (Sofyani dkk., 2018). Mekanisme kerja *amoxicillin* bersifat bakterisidal pada bakteri dengan fase multiplikasi dan mampu menghambat biosintesis dinding sel bakteri sehingga terjadi eradikasi bakteri atau pemusnahan bakteri (Kurniawan dkk., 2019).

Sifat lain dari *amoxicillin* yaitu tidak tahan dengan enzim penisilinase, sangat stabil pada suasana asam lambung serta mampu melawan bakteri Gram positif yang tidak menghasilkan betalaktamase. Selain itu, *amoxicillin* juga mampu melawan bakteri Gram negatif dengan cara menembus pori-pori membran fosfolipid pada bakteri. Penggunaan *amoxicillin* yang berlebihan tanpa resep dokter mampu mengakibatkan resistensi terhadap *amoxicillin* (Kurniawan dkk., 2019). Penelitian Lim dan Widyanman (2018) membuktikan bahwa *amoxicillin* lebih efektif menghambat pertumbuhan *Streptococcus sanguis* dibandingkan dengan metronidazole. Penelitian lain oleh Conrads dkk., (2021) menunjukkan bahwa *amoxicillin* efektif dalam menghambat pertumbuhan *Porphyromonas gingivalis* dengan nilai KHM kurang dari 0,016-0,75 mg/L.

F. Metode Antibakteri dan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM)

Pengujian antibakteri dapat dilakukan dengan metode zona hambat dan KHM. Zona hambat merupakan daerah bening di sekeliling sumur yang terbentuk pada media pertumbuhan bakteri (Putri dkk., 2016). Metode zona hambat dapat dilakukan dengan metode difusi cakram atau dapat dengan metode difusi agar/sumuran dengan prinsip senyawa antibakteri yang terdifusi ke medium padat yang diinokulasikan mikroba akan membentuk ada tidaknya

daerah bening di sekeliling yang menandakan zona hambat pertumbuhan (Nurhayati dkk., 2020).

Metode KHM merupakan metode untuk menentukan konsentrasi minimum dari senyawa antimikroba yang diperlukan saat menghambat pertumbuhan mikroorganisme (Saputera dkk., 2019). Prinsip dari metode ini adalah senyawa antimikroba yang diencerkan dalam berbagai konsentrasi (Rakasiwi dan Soegihardjo, 2014) sehingga dapat digunakan untuk menentukan KHM terhadap suatu mikroba (Fitriana dkk., 2019). Metode dilusi dibagi menjadi dilusi cair dan metode dilusi padat/agar (Fitriana dkk., 2019). Metode dilusi cair memiliki prinsip yaitu pengenceran dengan beberapa konsentrasi lalu diberikan suspensi pada medianya (Sulistyowati dan Siswati, 2011). Metode dilusi padat/agar memiliki prinsip yaitu mikroba uji diinokulasikan pada media padat/agar yang mengandung senyawa antimikroba (Fitriana dkk., 2019).

G. Kualitas Minyak Atsiri

Kualitas minyak atsiri dapat dilihat dari indeks bias, berat jenis, putaran optik, bilangan asam dan kelarutan dalam alkohol (Qorriaina dkk., 2015). Indeks bias minyak atsiri secara umum bernilai 1,3 – 1,7 dan apabila minyak atsiri memiliki kandungan air akan mengubah indeks bias menjadi lebih rendah (Qorriaina dkk., 2015). Kisaran berat jenis minyak atsiri yaitu 0,696 – 1,188 g/mL pada suhu ruangan (Mustam dkk., 2023).

Putaran optik memiliki nilai berkisar pada -50 hingga +20 yang ditetapkan oleh SNI (Novari dkk., 2007). Bilangan asam menunjukkan kadar asam bebas yang ada pada minyak atsiri sehingga angka bilangan asam yang semakin besar

menurunkan mutu dari minyak atsiri (Mulyani dkk., 2021). Kelarutan minyak atsiri dalam alkohol yang semakin kecil menyebabkan kualitas minyak atsiri yang lebih baik (Armando, 2009).

H. Medium Mueller-Hinton

Medium Mueller-Hinton (MH) merupakan medium yang digunakan dalam pertumbuhan secara mikrobiologi. Medium ini tidak termasuk dalam medium selektif dan hampir seluruh organisme yang dikultur dapat tumbuh pada medium ini. Medium MH sering digunakan dalam uji kerentanan antibiotik seperti uji difusi cakram (Åhman dkk., 2022). Kandungan yang ada di dalam bubuk medium Mueller-Hinton antara lain ekstrak daging 2 gram, *casein hydrolysate* 17.5 gram, *starch* atau pati 1.5 gram, *agar* 17 gram (Utomo dkk., 2018).

Ekstrak daging memiliki fungsi sebagai sumber protein, sedangkan *casein hydrolysate* berfungsi sebagai komponen pendukung pertumbuhan mikroorganisme (Primadiamanti dkk., 2022). Pati berfungsi sebagai koloid pelindung dari kandungan toksik di medium. Hidrolisis dari pati membentuk dekstrosa yang menjadi sumber energi (Asali dkk., 2018). Medium MH dapat digunakan sebagai medium pertumbuhan pada bakteri *S. sanguis* (Sihite dkk., 2023) dan *P. gingivalis* (Tobaq dkk., 2024).

I. Hipotesis

1. Zona hambat terbesar yang terbentuk dari minyak atsiri daun zodia terhadap *S. sanguis* yaitu di antara lebih dari 20 mm dengan kategori sangat kuat dan *P. gingivalis* yaitu di antara 5-10mm dengan kategori sedang.

2. Konsentrasi hambat minimum (KHM) minyak atsiri daun zodia terhadap *S. sanguis* adalah 25% dan *P. gingivalis* adalah 12,5%.

