

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Streptococcus mutans*

Streptococcus mutans adalah bakteri gram positif berbentuk bulat anaerob fakultatif, umum ditemukan di rongga mulut manusia dan merupakan kontributor yang signifikan untuk kerusakan gigi.¹¹ Mikroba ini pertama kali dijelaskan oleh J. Kilian Clarke pada tahun 1924.⁹



Gambar 1. *Streptococcus mutans*¹³

Mikroflora mulut sangat kompleks dengan komposisi yang bervariasi pada tiap lokasi di dalam rongga mulut. *Streptococcus* menempati proporsi yang signifikan dari semua mikroflora dalam mulut, yaitu sekitar 45% dari total sampel yang dihitung dari permukaan dorsal lidah, 46% dari mikroflora saliva, 28% dari mikroflora plak gigi, dan 29% dari flora sulkus gingiva.¹⁴

Streptococcus merupakan bakteri gram positif berpasangan atau membentuk rantai selama pertumbuhannya. Organisme banyak terdapat di alam, beberapa kelompok *Streptococcus* merupakan flora normal pada manusia seperti *Streptococcus mutans*.¹⁵

2.1.1. Klasifikasi *Streptococcus mutans*

Klasifikasi *S. mutans* adalah sebagai berikut :¹⁶

Kingdom : Monera

Divisio : Firmicutes

Class : Bacilli

Order : Lactobacilalles

Family : Streptococcaceae

Genus : Streptococcus

Species : Streptococcus mutans

2.1.2. Morfologi *Streptococcus mutans*

Secara mikroskopis, *S. mutans* merupakan gram positif, tidak bergerak aktif, tidak membentuk spora, dan mempunyai susunan rantai dua atau lebih. Berbentuk bulat dengan diameter 0,5 – 0,7 mm. Kadang bentuknya mengalami pemanjangan menjadi batang pendek, tersusun berpasangan atau membentuk rantai pendek. Susunan rantai panjang diperoleh *S. mutans* berada dalam media *Brain Heart Infusion Broth* (BHIB).¹⁷

Dinding sel *S. mutans* memiliki beberapa karakter, antara lain : *Surface protein antigen I/II* yang berfungsi sebagai mediator perlekatan, Serotipe yang terdiri dari 6 serotipe yang berfungsi spesifik *adherence*; dalam hal ini berupa serotipe c, *Glukan Binding Protein* (GBP) yang berfungsi sebagai akumulasi.¹⁷

Media yang dapat digunakan untuk membiakkan *S. mutans* adalah *Tryptone Yeast Cysteine* (TYC) dan media agar darah. Gambaran koloni bakteri tersebut yaitu ukuran koloni dengan diameter 1 – 5 mm, permukaan koloni berbutir kasar, licin, menyerupai bunga kasar dengan pusat menyerupai kapas. Konsistensi koloni keras dan sangat lekat, warna koloni seperti salju yang membeku, agak buram mengkilat (*opaque*), kuning buram dengan lingkaran putih. Sedangkan tepi koloni tidak teratur.²⁰

Seperti pada bakteri bentuk bulat gram positif lainnya, *S. mutans* terdiri dari dinding sel dan membran protoplasma. Matriks dinding sel terdiri atas peptidoglikan rantai silang yang mempunyai komposisi gula amino N-asetil, asam N-asetilnuramik dan beberapa peptida. Sedangkan struktur antigenik dinding sel *S. mutans* terdiri dari antigen protein, polisakarida spesifik dan asam lipotekoat. Antigen-antigen tersebut menentukan imunogenitas *S. mutans*.¹⁸

Sejumlah antigen yang telah ditemukan yang terpenting adalah protein, yang terdiri dari enzim glukosil transferase dan antigen protein. Enzim glukosil transferase berfungsi sebagai enzim yang mengubah sukrosa menjadi glukosa.²¹ Sedangkan antigen protein yang bersifat hidrofobik berfungsi pada proses interaksi *S. mutans* dan pelikel-pelikel (membran tipis pelindung) di permukaan gigi.¹⁹

2.1.3. Struktur Gen

Genom *Streptococcus mutans*—UA159, sebuah serotipe rantai c—telah sempurna diurutkan dan terdiri dari 2.030.936 pasangan dasar. Gen tersebut berisi 1.963 *frame* pembacaan terbuka, 63% dari yang telah ditetapkan fungsinya. Hampir 300 tampak unik untuk *Streptococcus mutans*. Sebelumnya, hanya tiga gen untuk mengikat protein glukon yang telah diisolasi, namun sekuensing genom telah menemukan gen potensial keempat, yaitu *gbpD*. Gen yang terkait dengan sistem transportasi yang akun untuk hampir 15% dari genom. Gen virulensi yang terkait dengan produksi ekstraseluler glukon, adhesin, toleransi asam, protease, dan hemolisin diduga telah diidentifikasi. Rantai UA159 kompeten secara alami dan mengandung semua gen penting untuk kompetensi dan *quorum sensing*. Tidak ada genom bakteriofag hadir dalam *Streptococcus mutans*.²⁰

Streptococcus mutans terdiri dari DNA melingkar, dan memiliki setidaknya tiga yang terkait erat, tapi plasmidnya berbeda. Ukuran plasmid ini serupa, sekitar 5,6 *kilobase* (kb). Plasmid ini penting untuk *Streptococcus mutans* karena peran mereka sebagai ketahanan terhadap antibiotik tertentu atau logam berat, produksi bakteriosin, dan kekebalan, aksesori jalur katabolik dan mekanisme untuk kegiatan transfer yang seperti konjugasi.²¹

2.1.4. Sifat *Streptococcus mutans*

Streptococcus mutans merupakan bakteri anaerobik fakultatif, nonhemofilik asidogenik, dan dapat memproduksi polisakarida ekstraseluler dan intraseluler.

Streptococcus mutans tidak termasuk bakteri yang didapat sejak lahir, melainkan bakteri yang didapat sesuai perkembangan usia.¹⁸

Streptococcus mutans mempunyai sifat-sifat tertentu yang berperan penting dalam proses karies gigi,²² *S. Mutans* memfermentasikan berbagai jenis karbohidrat menjadi asam sehingga mengakibatkan penurunan pH; *S. mutans* membentuk dan menyimpan polisakarida intraselular dari berbagai jenis karbohidrat, yang selanjutnya dapat dipecahkan kembali oleh bakteri tersebut sehingga dengan demikian akan menghasilkan asam terus-menerus; *S. mutans* mempunyai kemampuan untuk membentuk polisakarida ekstraselular (dekstran) yang menghasilkan sifat-sifat adhesif dan kohesif plak pada permukaan gigi; *S. mutans* mempunyai kemampuan untuk menggunakan glikoprotein dari saliva pada permukaan gigi

2.2. Karies Gigi

Karies gigi merupakan penyakit infeksi yang menyerang jaringan keras gigi. Kerusakan gigi disebabkan oleh plak asam yang dihasilkan karena aktifitas bakteri.²³ Karies gigi merupakan salah satu dari penyakit yang paling sering ditemukan dalam rongga mulut.²⁴



Gambar 2. Contoh visual gigi penderita karies²⁵

2.2.1. Faktor Etiologi Karies

Karies pada gigi tidak akan terjadi tanpa interaksi yang spesifik antara 4 faktor penyebab karies : *host*, bakteri plak, diet, dan waktu.

2.2.1.1. Host

Faktor *host* dalam hal ini termasuk struktur dari enamel dan kandungan mineral pada gigi serta saliva.¹³

Sekresi saliva berpengaruh pada tinggi rendahnya pH di rongga mulut, hal ini dikarenakan adanya bikarbonat yang bertindak sebagai *buffer* yang dapat menjaga kestabilan pH di rongga mulut.²⁶

2.2.1.2. Bakteri

Ditinjau dari faktor bakteri, karies gigi sering kali dikaitkan dengan peranan bakteri *S. mutans*.²⁷ Proses terjadinya infeksi karies diawali dengan melekatnya *S. mutans* pada permukaan gigi. Hal ini disebabkan karena *S. mutans* mempunyai

enzim glukosil transferase yang dapat memecah sukrosa menjadi glukosa dalam jumlah yang besar. Secara predominan, *S. mutans* membentuk rantai dekstran yang tidak larut dalam air. Reseptor dekstran mempunyai sifat adhesif dan kohesif sehingga memberikan *S. mutans* daya lekat untuk berkolonisasi pada permukaan gigi. Selanjutnya, *S. mutans* membentuk asam organik dari sukrosa. Metabolisme sukrosa oleh *S. mutans* menghasilkan asam laktat yang merupakan asam yang dapat menyebabkan dekalsifikasi gigi.²⁷

2.2.1.3. Diet

Faktor diet juga berperan dalam proses terjadinya karies. Bakteri plak dalam rongga mulut akan memetabolisme karbohidrat yang ada sehingga menghasilkan zat asam. Semua karbohidrat adalah kariogenik, terutama pada golongan sukrosa yang memiliki tingkat kariogenik tertinggi dibanding karbohidrat jenis lain.¹³

2.2.1.4. Waktu

Dari faktor waktu, diketahui bahwa setelah makan, pH dalam rongga mulut akan turun hingga 2 atau lebih. Jika pH rongga mulut cukup rendah terjadi dalam waktu yang lama, maka kemungkinan terjadinya demineralisasi makin tinggi,¹³ sehingga kemungkinan peningkatan resiko terjadinya karies. Pada orang dengan frekuensi makan lebih banyak, resiko karies yang terjadi pada orang tersebut semakin tinggi. Hal ini dikarenakan saliva tidak memiliki cukup waktu untuk menetralkan keasaman pH yang ada.²⁸

2.2.2. Faktor Predisposisi Karies Gigi

Selain keempat faktor di atas, terdapat juga faktor-faktor lain yang berpengaruh terhadap pembentukan karies yang mungkin tidak sama pada semua orang. Faktor-faktor resiko tersebut adalah:

2.2.2.1. Jenis Kelamin

Hasil pengamatan yang dilakukan di India dari total populasi anak usia 6-12 tahun sebanyak 150 orang, diperoleh kejadian karies lebih tinggi pada laki-laki yaitu 80% sedangkan perempuan 73%. Hal ini terjadi karena perempuan lebih memiliki keinginan untuk menjaga kebersihannya.²⁹

2.2.2.2. Usia

Penelitian epidemiologis menunjukkan terjadi peningkatan prevalensi karies sejalan dengan bertambahnya umur. Kerentanan ini meningkat karena sulitnya membersihkan gigi yang sedang erupsi sampai gigi tersebut mencapai dataran oklusal dan beroklusi dengan gigi antagonisnya. Anak mempunyai resiko karies yang paling tinggi ketika gigi mereka baru erupsi.³⁰

2.2.2.3. Lifestyle

Lifestyle terutama cara makan sangat berpengaruh. Makan secara berlebihan sehingga beberapa bakteri penyebab karies di rongga mulut akan mulai memproduksi asam yang menyebabkan terjadi demineralisasi yang berlangsung selama 20 – 30 menit

setelah makan. Di antara periode makan, saliva akan berkerja menetralsir asam dan membantu proses remineralisasi. Namun, apabila makanan jajanan terlalu sering dikonsumsi, maka enamel gigi tidak akan mempunyai kesempatan untuk melakukan remineralisasi dengan sempurna sehingga terjadinya karies.³⁰ Mengonsumsi jajanan yang mengandung gula, seperti biskuit, permen, es krim memiliki skor karies yang lebih tinggi di bandingkan dengan mengonsumsi jajanan nonkariogenik seperti buah-buahan.³¹

2.2.2.4. Tingkat Sosial Ekonomi

Ada hubungan antara keadaan sosial ekonomi dan prevalensi karies. Pasien dari keluarga dengan tingkat sosial ekonomi rendah mengalami jumlah karies gigi yang lebih banyak dan kecenderungan untuk tidak mendapatkan perawatan gigi lebih tinggi dibanding dengan pasien dengan tingkat sosial ekonomi tinggi. Kemiskinan pada golongan minoritas juga meningkatkan risiko kesehatan mulut yang buruk.³²

2.2.3. Patogenesis Karies Gigi

Salah satu penyakit yang disebabkan oleh *Streptococcus mutans* adalah karies gigi. Ada beberapa hal yang menyebabkan karies gigi bertambah parah; contohnya adalah gula, air liur, dan juga bakteri pembusuknya. Setelah mengonsumsi sesuatu yang mengandung gula—terutama sukrosa, dan bahkan setelah beberapa menit penyikatan gigi dilakukan, glikoprotein yang lengket (kombinasi molekul protein dan karbohidrat) bertahan pada gigi untuk mulai pembentukan plak pada gigi. Pada waktu

yang bersamaan berjuta-juta bakteri yang dikenal sebagai *Streptococcus mutans* juga bertahan pada glikoprotein itu. Walaupun banyak bakteri lain yang juga melekat, hanya *Streptococcus mutans* yang dapat menyebabkan rongga atau lubang pada gigi.³³

Pada langkah selanjutnya, bakteri menggunakan fruktosa dalam metabolisme glikolisis untuk memperoleh energi. Hasil akhir dari glikolisis di bawah kondisi anaerob adalah asam laktat. Asam laktat ini menciptakan kadar keasaman yang ekstra untuk menurunkan pH sampai batas tertentu sehingga dapat menghancurkan zat kapur fosfat di dalam email gigi yang mengarah kepada pembentukan suatu rongga atau lubang. *Streptococcus mutans* mempunyai suatu enzim yang disebut glukosil transferase di atas permukaannya yang dapat menyebabkan polimerisasi glukosa pada sukrosa dengan pelepasan dari fruktosa, sehingga dapat mensintesa molekul glukosa yang memiliki berat molekul yang tinggi yang terdiri dari ikatan glukosa alfa (1-6) alfa (1-3). Pembentukan alfa (1-3) ini sangat lengket, sehingga tidak larut dalam air. Hal ini dimanfaatkan oleh bakteri *Streptococcus mutans* untuk berkembang dan membentuk plak gigi. Dekstran bersama dengan bakteri melekat dengan erat pada enamel gigi dan menuju ke pembentukan plak pada gigi. Hal ini merupakan tahap pembentukan rongga atau lubang pada gigi yang disebut dengan karies gigi.³³

Streptococcus mutans melekat pada permukaan gigi dengan perantara glukon, dimana produksi glukon yang tidak dapat larut dalam air merupakan faktor virulensi yang penting, glukon merupakan suatu polimer dari glukosa sebagai hasil reaksi katalis glukosil transferase. Glukosa yang dipecah dari sukrosa dengan adanya glukosil transferase dapat berubah menjadi glukon. *Streptococcus mutans* menghasilkan dua

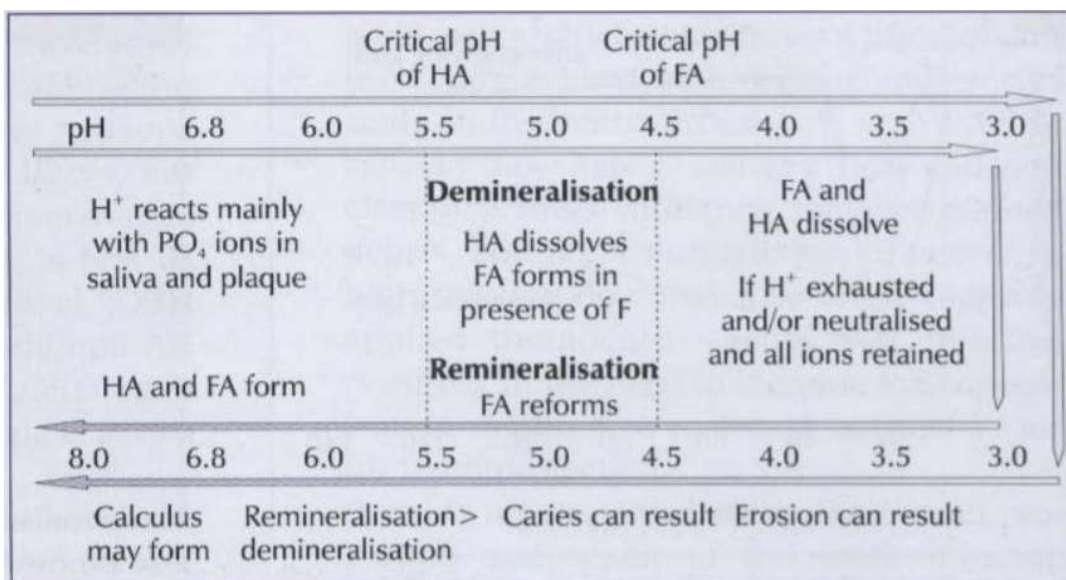
enzim, yaitu glukosil transferase dan fruktosil transferase. Enzim-enzim ini bersifat spesifik untuk substrat sukrosa yang digunakan untuk sintesa glukosa dan fruktosa atau levan.^{15, 34, 35} Koloni *Streptococcus mutans* yang ditutupi oleh glukosa dapat menurunkan proteksi dan daya antibakteri saliva terhadap plak gigi.³⁵

Plak dapat menghambat difusi asam keluar dalam saliva sehingga konsentrasi asam pada permukaan enamel meningkat. Asam akan melepaskan ion hidrogen yang bereaksi dengan kristal apatit dan merusak enamel, berpenetrasi lebih dalam ke dalam gigi sehingga kristal apatit menjadi tidak stabil dan larut.^{35,36} Selanjutnya infiltrasi bakteri asidurik dan asidogenik pada dentin menyebabkan dekalsifikasi dentin yang dapat merusak gigi. Hal ini menyebabkan produksi asam meningkat, reaksi pada kavitas oral juga menjadi asam dan kondisi ini akan menyebabkan proses demineralisasi gigi terus berlanjut. Perlekatan bakteri karena adanya reseptor dekstran pada permukaan dinding sel, sehingga mempermudah interaksi intersel selama formasi plak. Dekstran berhubungan dengan kariogenik alami bakteri.³⁵

Mekanisme terjadinya karies berhubungan dengan proses demineralisasi dan remineralisasi. Plak pada permukaan gigi terdiri dari bakteri yang memproduksi asam sebagai hasil dari metabolismenya. Asam ini kemudian akan melarutkan mineral kalsium fosfat pada enamel gigi atau dentin dalam proses yang disebut demineralisasi.

Komponen mineral enamel, dentin dan sementum adalah hidroksiapatit (HA) yang tersusun atas $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$. Pertukaran ion mineral antara permukaan gigi dengan biofilm oral senantiasa terjadi setiap kali makan dan minum. Dalam keadaan normal, HA berada dalam kondisi seimbang dengan saliva yang tersaturasi oleh ion

Ca^{2+} dan PO_4^{3-} . HA akan reaktif terhadap ion-ion hidrogen pada atau dibawah pH 5.5, yang merupakan pH kritis bagi HA. Pada kondisi pH kritis tersebut, ion H^+ akan bereaksi dengan ion PO_4^{3-} dalam saliva. Proses ini akan merubah PO_4^{3-} menjadi HPO_4^{2-} . HPO_4^{2-} yang terbentuk kemudian akan mengganggu keseimbangan normal HA dengan saliva, sehingga kristal HA pada gigi akan larut. Proses ini disebut demineralisasi.³⁷



Gambar 3. Siklus Demineralisasi dan Remineralisasi.³⁷

Proses demineralisasi dapat berubah kembali, atau mengalami remineralisasi apabila pH ternetralisir dan dalam lingkungan tersebut terdapat ion Ca^{2+} dan PO_4^{3-} yang mencukupi. Ion-ion Ca^{2+} dan PO_4^{3-} yang terdapat di dalam saliva dapat menghambat proses disolusi kristal-kristal HA. Interaksi ini akan semakin meningkat dengan adanya

ion fluoride yang dapat membentuk fluorapatit (FA). FA memiliki pH kritis 4.5 sehingga bersifat lebih tahan terhadap asam.

Sebagai kesimpulan, karies gigi terbentuk karena proses demineralisasi yang berlebihan sehingga kristal hidroksiapatit terdisolusi akibat interaksi dengan ion hidrogen yang berasal dari asam laktat hasil fermentasi karbohidrat dari jalur glikolisis bakteri *Streptococcus mutans*. Namun karies gigi bisa dicegah dengan menyeimbangi proses demineralisasi dengan remineralisasi yang bisa terjadi jika ada waktu bagi saliva untuk menetralkan pHnya karena karena ion $(\text{PO}_4)^{3+}$ dan (Ca^{2+}) tersebut dapat membentuk kristal hidroksiapatit dan menutupi daerah yang terdemineralisasi

2.3. *Cymbopogon citratus*

Umumnya dikenal sebagai serai atau rumput minyak, adalah tanaman tropis dari Asia Selatan dan Asia Tenggara. Serai sering dijual dalam bentuk batang dan tidak kuat untuk iklim yang dingin meski dapat tumbuh di daerah beriklim lebih hangat (seperti Inggris). Serai berlimpah di negara Filipina dan Indonesia dan secara tradisional digunakan untuk memasak, pewangi, sabun, dan deterjen.³⁸

Genus ini terdiri dari sekitar 140 spesies yang sebagian besar adalah aromatik dan menghasilkan minyak esensial pada distilasi uap dari bagian daun. Minyak atsiri dari spesies *Cymbopogon* dari beragam asal telah dipelajari secara ekstensif.³⁸

2.3.1. Klasifikasi *Cymbopogon citratus*

<i>Kingdom</i>	: <i>Plantae</i>
<i>Divisio</i>	: <i>Magnoliophyta</i>
<i>Class</i>	: <i>Liliopsida</i>
<i>Subclass</i>	: <i>Commelinidae</i>
<i>Order</i>	: <i>Cyperales</i>
<i>Family</i>	: <i>Poaceae</i>
<i>Genus</i>	: <i>Cymbopogon</i>
<i>Species</i>	: <i>Cymbopogon citratus</i>

2.3.3. Kandungan Kimia *Cymbopogon citratus*

Kandungan kimia yang terdapat di dalam tanaman serai antara lain pada daun serai dapur mengandung 0,4% minyak atsiri dengan komponen yang terdiri dari sitral, sitronelol (66-85%), α -pinen, kamfen, sabinen, mirsen, β -felandren, psimen, limonen, cis-osimen, terpinol, sitronelal, borneol, terpinen-4-ol, α -terpineol, geraniol, farnesol, metil heptenon, n-desialdehida, dipenten, metil heptenon, bornilasetat, geranilformat, terpinil asetat, sitronelil asetat, geranil asetat, dan β -kariofilen oksida.³⁹

Senyawa utama penyusun minyak serai adalah sitronelal, sitronelol, dan geraniol. Gabungan ketiga komponen utama minyak serai dikenal sebagai total senyawa yang dapat diasetilasi. Ketiga komponen ini menentukan intensitas bau harum, nilai, dan harga minyak serai. Berdasarkan penelitian, dengan menggunakan

metode kromatografi lapis tipis diketahui bahwa kandungan fitokimia yang terdapat pada serai dapur adalah tanin, flavonoid, fenol, karbohidrat, alkaloid, terpenoid, steroid, lipid, lakton, dan glikosida.⁴⁰

Senyawa di atas adalah senyawa metabolit sekunder dari *Cymbopogon citratus*. Metabolit sekunder merupakan senyawa kimia yang terdapat dalam suatu organisme yang tidak terlibat secara langsung dalam proses pertumbuhan, perkembangan atau reproduksi organisme. Tanpa senyawa ini organisme akan menderita kerusakan atau menurunnya kemampuan bertahan hidup. Fungsi senyawa ini pada suatu organisme diantaranya untuk bertahan terhadap predator, kompetitor dan untuk mendukung proses reproduksi.⁴⁰

Tabel 2. Senyawa Penyusun Kimia dalam minyak serai³⁹

Komponen	Kadar (%)
d-limonene	1,8
Citronellal	35,9
Citronellole	5,2
Geraniole	20,9
Geranial	1,5
Citronellyl acetate	2,9
Geranyl acetate	4,0
Beta-elemene	0,5
Germacrene A	0,8
Delta-cadinene	2,1
Germacrene B	6,8
1,10-di-epi-cubenol	2,0
1-epi-cubenol	1,9
Gama-eudesmol	1,2
Cubenol	1,0
Alfa-muurolol	2,0
Alfa-cadinol	8,0

2.3.4. Khasiat *Cymbopogon citratus*

Selama bertahun-tahun serai telah digunakan sebagai penyedap kuliner di Asia. Daunnya dimasak dengan makanan, terutama kari, dan batangnya yang sudah dikupas tersedia di pasar lokal. Daun segar dilumatkan dalam air dan digunakan untuk mencuci rambut dan sebagai air toilet di India. Selain penggunaan tradisional mereka, banyak studi yang mengevaluasi kegiatan biologis dari minyak esensial dan konstituennya dari spesies *Cymbopogon* lain. Penelitian telah mengungkapkan banyak aktivitas biologis yang berguna dari minyak esensial dalam beberapa tahun terakhir seperti anti-inflamasi, antikanker, antibakteri, dan kegiatan alelopati.^{41, 42} Serai berfungsi untuk menghapus biofilm bakteri secara kimia sehingga mencegah instalasi karies gigi dan penyakit periodontal.⁴³

Ada beberapa laporan yang tersedia yang menggambarkan bioaktivitas lainnya yang signifikan untuk bidang pertanian dan ekologi seperti kemasan makanan dan obat nyamuk dari minyak esensial.^{44, 45} Sebagai contoh, minyak atsiri digunakan sebagai fumigasi untuk mengontrol kumbang *Callosobruchus* seperti *Chenesis* dan *Tribolium castaneum*, yang tumbuh di biji-bijian yang disimpan.⁴³ Demikian pula, sifatnya yang mengusir serangga dapat digunakan untuk melindungi karton yang berisi muesli dan gandum kuman dari kumbang.⁴⁴

Minyak esensial dari daun serai juga menunjukkan bioaktivitas yang luar biasa sebagai antikanker.⁴⁶ Ketersediaan yang mudah, bau yang menyenangkan dan toksisitas yang insignifikan dari minyak esensial *Cymbopogon* membuat mereka calon yang paling menjanjikan untuk pengobatan penyakit kronis.⁴⁶