Efektivitas daya antibakteri berbagai konsentrasi enzim bromelain dari ekstrak buah nanas *Ananas comosus* (L.) Merr. terhadap *Streptococcus mutans* secara *in-vitro*

Hera Nurnaningsih¹, Dewi Sodja Laela^{2*}

¹Program Studi Kesehatan Gigi, Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Bandung, Indonesia

²Program Studi Terapi Gigi, Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Bandung, Indonesia

*Korespondensi: lalawardiy@gmail.com

Submisi: 07 Februari 2022; Penerimaan: 26 Februari 2022; Publikasi Online: 28 Februari 2022

DOI: [10.24198/pjdrs.v6i1.38211](https://doi.org/10.24198/pjdrs.v6i1.38211)

ABSTRAK

Pendahuluan: Salah satu zat organik yang terkandung dalam buah nanas *Ananas comosus* (L.) Merr. adalah enzim bromelain. Fungsi primer bromelain menguraikan protein dan bahan antibakteri. Mekanisme kerja bromelain sebagai antibakteri yaitu dengan cara menghambat enzim *reverse transcriptase* dan DNA topoisomerase. Tujuan penelitian menganalisis efektivitas daya antibakteri berbagai konsentrasi enzim bromelain dari ekstrak nanas terhadap *Streptococcus mutans* secara *in-vitro*. **Metode:** Jenis penelitian adalah eksperimental di laboratorium. Pengujian anti bakteri enzim konsentrasi 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, dan 10%, serta kontrol positif *Ciprofloxacin* cair 20mg terhadap *Streptococcus mutans* dengan metode difusi Kirby Bauer. Daya hambat antibakteri diukur dengan menggunakan jangka sorong. Penelitian dilakukan dua tahap, pertama melakukan ekstraksi enzim bromelain dari ekstrak nanas. Filtrat ekstrak kasar bromelain ditambahkan ammonium sulfat konsentrasi 40% dan dilakukan pengadukan selama 45 menit selanjutnya diinkubasi satu malam pada suhu 4°C. Filtrat disaring dengan kertas Whatman no 1. Hasil endapan diliofilisasi dengan cara *freeze dried*. Tahap kedua dilakukan pengujian daya antibakteri berbagai konsentrasi enzim bromelain pada media Mueller Hinton Agar (MHA) yang telah ditumbuhi bakteri *Streptococcus mutans* hasil inkubasi selama 1x24 jam pada suhu 37°C. **Hasil:** Enzim bromelain dapat menghambat bakteri *Streptococcus mutans* mulai dari konsentrasi 1%, diameter zona hambat sebesar 11 mm. Terjadi peningkatan yang signifikan pada konsentrasi 10%, diameter zona hambat sebesar 20 mm. *Ciprofloxacin* cair 20mg sebagai kontrol positif menunjukkan daya hambat dengan zona hambat 24 mm. **Simpulan:** Enzim dari ekstrak nanas memiliki daya antibakteri terhadap *Streptococcus mutans* yang dibuktikan dengan adanya zona hambat pada media MHA.

Kata kunci: nanas; enzim bromelain; *Streptococcus mutans*

The antibacterial activity effectiveness of various concentrations of bromelain enzymes from pineapple (Ananas comosus (L.) Merr.) extract on Streptococcus mutans in-vitro

ABSTRACT

Introduction: One of the organic substances in the pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.) is the bromelain enzyme. The primary function of bromelain is to break down proteins and antibacterial substances. The mechanism of action of bromelain as an antibacterial is by inhibiting the reverse transcriptase and DNA topoisomerase. The study aimed to analyse the effectiveness of the antibacterial activity of various concentrations of bromelain enzyme from pineapple extract against *Streptococcus mutans* in-vitro. **Methods:** This research was an experimental laboratory. Antibacterial enzyme testing with concentrations of 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, and 10%, and positive control of 20 mg liquid Ciprofloxacin on *Streptococcus mutans* was performed using the Kirby Bauer diffusion method. The antibacterial inhibition was measured using a calliper. The research was carried out in two stages. The first was to extract the bromelain enzyme from pineapple extract. Bromelain crude extract filtrate was added with 40% ammonium sulfate, stirred for 45 minutes, and then incubated overnight at 4°C. The filtrate was filtered using Whatman paper no 1. The precipitate was lyophilised by freeze-dried. The second stage was testing the antibacterial power of various concentrations of bromelain enzyme on Mueller Hinton Agar (MHA) media grown with *Streptococcus mutans* which was incubated for 1x24 hours at 37°C. **Results:** Bromelain enzyme can inhibit *Streptococcus mutans* starting from a 1% concentration; the inhibition zone diameter was 11 mm. There was a significant increase at 10% concentration; the inhibition zone diameter was 20 mm. 20 mg liquid ciprofloxacin as positive control showed inhibition with an inhibition zone of 24 mm. **Conclusions:** Enzymes from pineapple extract have antibacterial activity against *Streptococcus mutans*, as evidenced by the presence of an inhibitory zone on MHA media.

Keywords: pineapple; bromelain enzyme; *Streptococcus mutans*

PENDAHULUAN

Plak memainkan peranan penting dalam perkembangan karies. Plak merupakan suatu lapisan lunak yang terdiri atas kumpulan mikroorganisme yang berkembang biak di atas suatu matriks yang terbentuk dan melekat erat pada permukaan gigi yang tidak dibersihkan.^{1,2,3,4} Hasil penelitian menunjukkan bahwa didalam plak terdapat komposisi mikro organisme yang bervariasi. Awal pembentukan plak, kokus gram positif merupakan jenis yang paling banyak dijumpai seperti *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sanguis*, *Streptococcus mitis* dan *Streptococcus salivarius* serta beberapa strain lainnya.^{1,2,3,4} Pertumbuhan bakteri plak dapat dihambat dengan menggunakan obat kumur, pasta gigi dan permen karet yang mengandung anti bakteri.⁵ Saat ini dipasaran banyak beredar berbagai jenis bahan pencegahan pembentukan plak yang berbasis penggunaan bahan-bahan kimiawi.^{5,6} Beberapa bahan tradisional pada dasarnya dapat digunakan sebagai bahan untuk menghambat pertumbuhan bakteri.

Nanas merupakan buah tropis yang kaya akan antioksidan. Nanas mengandung unsur mikro serta makro, bahan organik, air serta vitamin. Nanas mengandung banyak nutrisi seperti protein, karbohidrat, kalsium, kalium, fosfor, zat besi, mangan, tiamin, magnesium, serat, sukrosa dan natrium, Klorin, yodium, fenol, flavonoid serta enzim bromelain, yang bisa dipakai sebagai obat yang dapat menghambat perkembangan bakteri.⁷

Bromelain merupakan salah satu enzim yang terdapat pada nanas dan berperan penting dalam mengatasi masalah mulut yang mencegah pembentukan plak.^{8,9,10} Fungsi dari enzim bromelain sendiri adalah untuk memecah protein dengan cara memutuskan ikatan peptida serta menyederhanakan protein.^{8,9} Enzim Bromelain ini ditemukan di semua jaringan tanaman nanas. Fungsi utama dari enzim Bromelain ialah untuk memecah atau menguraikan protein dan agen antibakteri.^{6,7} Enzim bromelain merupakan enzim *protease* yang dapat menghidrolisis ikatan peptida menjadi asam amino.^{8,10,11,12}

Bromelain telah digunakan dalam pengobatan tradisional selama bertahun-tahun untuk mengobati berbagai masalah kesehatan. Enzim bromelain dapat diperoleh dari tanaman nanas, yang terdapat pada buah, kulit, dan batang nanas. Enzim bromelain yang diisolasi dari daging buah nanas matang ditemukan

lebih aktif daripada enzim Bromelain yang diisolasi dari daun dan buah nanas mentah. Aktivitas spesifik tertinggi terdapat pada nanas, dan kandungan enzim bromelin pada nanas sebesar 62,5 U/mg. batang nanas 27,3 U/mg dan kulit nanas 32,2 U/mg.^{6,7,8,11,12} Penelitian Bansode *et al*¹³, menunjukkan bahwa jus sari buah nanas memiliki efek anti bakteri pada konsentrasi 100%.

Sari buah nanas pada konsentrasi tersebut dapat menghambat pertumbuhan *E. coli* (4 mm), *Shigella sonnei* (6 mm) serta *Salmonella* para B (4 mm). Pertumbuhan *Salmonella* para B (1 mm) terhambat pada konsentrasi 25%. Studi yang dilakukan Ashik *et al*¹⁴, menunjukkan pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dapat dihambat oleh ekstrak nanas dengan dosis 1000 g/ml, dengan diameter zona hambat 23 mm. Enzim bromelain yang terkandung dalam nanas *Ananas comosus* (L.) Merr dapat digunakan sebagai anti bakteri, anti jamur, desinfektan dan antiseptik rongga mulut.^{15,16}

Penelitian ini bermaksud untuk menemukan konsentrasi enzim Bromelain yang paling efektif pada nanas *Ananas comosus* (L.) Merr dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*. Studi ini merupakan kelanjutan dari penelitian tahun 2017 tentang pengaruh konsumsi nanas dibandingkan buah apel terhadap penurunan akumulasi plak.

Manfaat yang didapat pada penelitian ini dengan ditemukannya konsentrasi enzim Bromelain yang paling efektif dan potensial yang diekstrak dari nanas untuk menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*. Enzim Bromelain dapat digunakan sebagai obat antibakteri untuk pengobatan penyakit gigi dan mulut, selain itu, dapat menggantikan bahan dan menekan ketergantungan terhadap anti bakteri sintetik karena relatif aman karena berasal dari alam. Berdasarkan uraian di atas tujuan dari penelitian ini menganalisis daya anti bakteri beberapa konsentrasi enzim Bromelain dari ekstrak buah nanas terhadap *Streptococcus mutans* secara *in vitro*.

METODE

Jenis penelitian ini menggunakan jenis nanas dengan varietas yang banyak ditanam di Kabupaten Subang, nanas ini dikenal dengan rasa manis menyerupai madu. Nanas Subang memiliki kadar air lebih tinggi dan rasa manis yang lebih kuat daripada nanas yang ditanam di tempat lain.^{7,12} Jenis penelitian merupakan

penelitian eksperimental yang dilakukan secara *in vitro*. Metode yang digunakan untuk menentukan daya hambat anti bakteri dari enzim bromelain ialah metode difusi cakram Kirby Bauer. Daya hambat anti bakteri diukur dengan menggunakan jangka sorong.

Bahan penelitian yaitu isolate *Streptococcus mutans* yang diisolasi pada 1x24 jam, 37°C, berbagai konsentrasi enzim bromelain dan antibiotik cair *Ciprofloxacin* 20 mg. Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan. Tahap pertama melakukan ekstraksi enzim bromelain. Tahap diekstraksi dari 1,5 kg buah nanas segar. Ekstraksi dilakukan di Laboratorium Teknologi Laboratorium Medis Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Bandung. Buah nanas dicuci dengan air, kemudian dipotong kecil-kecil, diperas dan disaring untuk mendapatkan cairan bening (ekstrak enzim bromelain kasar), *buffer* pada pH 7 dan disimpan pada suhu 40°C selama 3 jam.^{12,17} Selanjutnya ditambahkan *amonium sulfat* konsentrasi 40% kedalam filtrat ekstrak bromelain mentah sambil diaduk selama 45 menit dengan pengaduk magnet, dan kemudian dipertahankan pada suhu 40°C selama satu malam.

Gambar 1 menunjukkan enzim bromelain yang diperoleh dengan maserasi ekstrak nanas. Endapan hasil maserasi disaring dengan menggunakan kertas Whatman No. 1. Hasil maserasi kemudian *dilyofilisasi* sampai diperoleh pasta padat berwarna putih (Gambar. 2) 12, 17. Selanjutnya pengenceran dilakukan untuk mendapatkan konsentrasi 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9 dan 10% enzim bromelain dari ekstrak nanas (Gambar 3).

Tahap kedua melakukan pengujian daya anti bakteri enzim bromelain pada konsentrasi 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9 dan 10% terhadap bakteri *Streptococcus mutans* dengan menggunakan metode difusi cakram Kirby Bauer. Pengujian ini dilakukan pada media

Gambar 1. Enzim bromelain hasil maserasi
(Sumber foto: Dokumentasi pribadi)

Gambar 2. Enzim bromelain hasil lyofilisasi dalam bentuk pasta
(Sumber foto: Dokumentasi pribadi)

Gambar 3. Hasil pengenceran enzim bromelain dengan aquadest steril.(Sumber foto: Dokumentasi pribadi)

Mueller Hinton Agar (MHA) yang telah ditumbuhkan bakteri *Streptococcus mutans*. Uji daya hambat dilakukan dengan menggunakan kertas cakram. Kertas cakram dimasukkan kedalam beaker glass yang mengandung enzim bromelain dalam berbagai konsentrasi 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9 dan 10% serta kontrol positif yaitu antibiotik cair *Ciprofloxacin* 20 mg.

Selanjutnya dengan menggunakan pinset steril kertas cakram yang diletakan pada *petridish* media MHA yang berisi pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* dan dilakukan penekanan ringan supaya kertas cakram menempel dengan baik pada media MHA, selanjutnya *petridish* dibungkus dengan menggunakan kain dan dinkubasi selama 1x24 jam dengan pengaturan suhu 37°C. H. Pengukuran diameter zona hambat pertumbuhan *Streptococcus mutans* dilakukan setelah bakteri diinkubasi selama 1x24 jam pada suhu 37°C dalam inkubator.

Pengukuran zona hambat dilakukan dengan memakai jangka sorong pada daerah yang memperlihatkan warna bening disekeliling kertas cakram. Hasil yang diperoleh dianggap positif jika terbentuk zona hambat (area bening di sekitar kertas cakram) dan negatif jika tidak terbentuk zona hambat. Bagian bening dari kertas cakram diukur

dengan jangka sorong untuk mengetahui diameter zona hambat yang terbentuk pada masing-masing konsentrasi.^{2,3,4,17} Hasil pengukuran dianalisis untuk mengetahui konsentrasi yang efektif menghambat pertumbuhan *Streptococcus mutans*. Penelitian ini menggunakan antibiotik *Ciprofloxacin* cair 20 mg sebagai kontrol positif. Prosedur penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

Data penelitian merupakan data kuantitatif yaitu data dalam bentuk bilangan (numerik) yang merupakan hasil pengukuran zona hambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* oleh enzim bromelain. Penelitian ini telah mendapatkan *ethical clearance* dari tim KEPK Politeknik Kesehatan, Kementerian Kesehatan (Poltekkes Kemenkes) Bandung dengan Nomor 06/KEPK/EC/V/2021

HASIL

Gambar 5 ,6 dan 7 memperlihatkan adanya zona bening (daerah hambat) pada media MHA yang telah ditumbuhkan bakteri *Streptococcus mutans* dari masing-masing konsentrasi enzim bromelain 1; 2; 3 ; 4; 5; 6; 7; 8; 9 dan 10%. Besar daya hambat kemudian diukur dengan menggunakan jangka sorong (Tabel 1).

Tabel 1 diatas memperlihatkan bahwa enzim bromelain dengan berbagai konsentrasi dapat membentuk zona hambat pada media MHA yang telah ditumbuhkan bakteri *Streptococcus mutans*. Konsentrasi enzim bromelain 1% ukuran zona hambat bakteri yang terbentuk sebesar 11 mm, 5% terbentuk sebesar 16 mm. Diameter zona hambat yang terbesar dengan luas 20 mm terbentuk pada konsentrasi enzim bromelain 10 %. Kontrol positif

Gambar 4. Daya hambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* dengan kontrol positif (*Ciprofloxacin* 20mg)
(Sumber foto: Dokumentasi pribadi)

Gambar 5. Hasil daya hambat enzim Bromelain terhadap *Streptococcus mutans*
(Sumber foto: Dokumentasi pribadi)

Gambar 6. Zona bening pada sekitar kertas cakram
(Sumber foto: Dokumentasi pribadi)

Gambar 7. Zona daya hambat berbagai konsentrasi enzim bromelain terhadap *Streptococcus mutans*
(Sumber foto: Dokumentasi pribadi)

Tabel 1. Hasil pengukuran diameter zona hambat enzim bromelain terhadap *Streptococcus mutans* pada media MHA

No	Konsentrasi	Diameter zona hambat(mm)
1.	1,0	11
2.	2,0	13
3.	3,0	14
4.	4,0	15
5.	5,0	16
6.	6,0	17
7.	7,0	18
8.	8,0	19
9.	9,0	19
10	10,0	20

Catatan:

*Kontrol Ciprofloxacin 20 mg diameter zona hambat sebesar 24mm

**Kontrol Etanol diameter zona hambat tidak ada (negatif)

**Diameter sebesar 7 mm

***Hasil uji distek hanya berlaku untuk sampel yang diuji

yang menggunakan antibiotik cair *Ciprofloxacin* 20 mg, menunjukkan diameter zona hambat sebesar 24 mm. Berdasarkan hasil pengukuran zona hambat, enzim bromelain konsentrasi 10% menunjukkan bahwa konsentrasi enzim bromelain 10% mempunyai zona hambat yang sebanding dengan antibiotik cair *Ciprofloxacin* 20 mg

PEMBAHASAN

Obat tradisional banyak digunakan dalam masyarakat modern. Salah satu tumbuhan yang dikembangkan sebagai antibakteri dalam bidang kedokteran gigi adalah nanas *Ananas comosus* (L.) Merr. Nanas merupakan salah satu bahan alami yang telah digunakan dalam pengobatan tradisional.^{18,19,20} Nanas telah digunakan sebagai tanaman obat di banyak negara, dan manfaat nanas terkait dengan bromelain. Banyak varietas nanas dalam keluarga bromelain. Nanas *Ananas comosus* (L.) Merr, mengandung enzim proteolitik yang disebut bromelain. Enzim-enzim ini memecah protein dengan memecah peptide menjadi protein yang lebih sederhana. Enzim bromelain ditemukan pada semua jaringan tanaman nanas. Protein yang terkandung dalam nanas mengandung protease bromelain.

Bromelain memiliki sifat anti inflamasi yang kuat, dapat mengurangi edema pada kondisi peradangan seperti sinusitis akut, sendi dan sakit tenggorokan termasuk urat.²² Enzim bromelain yang diperoleh dari senyawa ini juga dapat digunakan untuk efek antibakterinya, dalam beberapa

penelitian, enzim bromelain berperan sebagai dekongestan (mencegah pembengkakan akibat penyakit organ), sebagai antitrombotik (mencegah penggumpalan darah), dan sebagai anti inflamasi (mencegah peradangan).^{9,11,14} Bromelain baru-baru ini telah digunakan secara klinis untuk mengobati berbagai penyakit termasuk edema, tromboflebitis, sinusitis, peradangan, rematik arthritis, dan sebagai adjuvant dalam pengobatan kanker.²² Bromelain juga merupakan agen bioaktif yang memiliki sifat terapeutik yang sangat baik dan merupakan campuran alami yang kompleks dari enzim protease tanaman.²²

Streptococcus mutans merupakan bakteri patogen dan sering menyebabkan infeksi mulut seperti karies gigi. Bakteri tersebut menghasilkan asam sehingga dapat bertahan hidup dan berkembang pada pH yang sangat asam. *Streptococcus mutans* menghasilkan polisakarida ekstraseluler larut dan tidak larut seperti glukosa dan fruktosa dari sukrosa untuk menurunkan pH permukaan gigi, yang berhubungan dengan pembentukan plak dan kejadian karies.^{2,3,4} *Streptococcus mutans* karena kemampuannya tersebut lebih kompeten dibandingkan bakteri karang gigi lainnya yang dapat menyebabkan karies gigi.⁴ *Streptococcus mutans* menggunakan sukrosa dari makanan untuk mensintesis sejumlah besar eksopolisakarida yang memainkan peran penting dalam akumulasi, adhesi dan pembentukan substrat plak.^{2,3,4,5} Proses ini dalam banyak kasus menyebabkan infeksi serius. Kemampuan mikroorganisme untuk membentuk biofilm pada permukaan jaringan inang merupakan langkah penting dalam perkembangan infeksi. Efek samping dari status kebersihan mulut yang tidak terpelihara dengan baik, maka berbagai mikroorganisme patogen dapat menyebabkan infeksi sekunder dalam rongga mulut.²⁴

Gambar 5, 6 dan 7 memperlihatkan adanya area bening yang merupakan zona hambat dari enzim bromelain pada konsentrasi enzim bromelain 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9 dan 10%. Hasil uji daya hambat bakteri pada Tabel 1 pada konsentrasi 1 % diameter zona hambat sebesar 11% dan pada konsentrasi 20% menunjukkan ukuran daerah hambat sebesar 20 mm. Daya hambat pada konsentrasi 10% setara dengan kontrol positif antibiotik cair *Ciprofloxacin* 20 mg yang mempunyai diameter zona hambat adalah 24 mm.

Hasil penelitian ini sesuai pendapat Davis dan Stout cit Rahmi²⁵, yang menyatakan bahwa klasifikasi respon resisten terhadap pertumbuhan bakteri

tampak pada diameter zona hambat. Davis dan Stout membagi daerah hambat menjadi empat kelompok: lemah (diameter ≤ 5 mm), sedang (diameter 5 -10 mm), kuat (10- 20 mm), dan sangat kuat (diameter ≥ 20 mm).^{25,27} Berdasarkan hasil pengukuran zona hambat menunjukkan enzim bromelain dari ekstrak nanas memiliki daya hambat kuat sampai sangat kuat. Adanya zona bening menunjukkan adanya daya hambat bakteri akibat kerja metabolit sekunder.

Enzim bromelain memiliki aktivitas antibakteri terkait dengan kemampuannya untuk menonaktifkan adesi sel mikroba juga enzim dan mencegah transpor protein pada lapisan dalam sel. Pembentukan dinding sel pada bakteri tidak terbentuk lengkap karena kerja dari enzim bromelain pada polipeptida dinding sel. Akibat dari tekanan osmotik dan fisik terjadi lisis pada bakteri sehingga bakteri menjadi mati.²⁵ Peranan enzim bromelain adalah untuk menurunkan tegangan permukaan bakteri dengan menghidrolisis protein saliva dan glikoprotein yang merupakan mediator bakteri yang menempel pada permukaan gigi.^{2,3,13,15}

Sebuah penelitian oleh Gourdazi *et al*¹⁹, menemukan bahwa nanas mengandung senyawa antibakteri, termasuk flavonoid dan enzim bromelain. Beberapa sumber menyebutkan bahwa nanas *Ananas comosus* (L.) Merr memiliki sifat antibakteri terhadap beberapa bakteri, antara lain *Streptococcus beta hemolyticus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Porphyromonas gingivalis*, *Enterococcus faecalis*, dan *Streptococcus sanguis*.^{18,19,20} Saat ini banyak antibiotik digunakan untuk mengobati infeksi, namun karena antibiotik ini dikaitkan dengan efek samping yang serius, semakin banyak perhatian diberikan pada penggunaan senyawa tanaman bioaktif alami sebagai obat alternatif.

Hasil penelitian Bahtiyar dkk¹⁵, yang menggunakan uji konsentrasi hambat minimal metode pengenceran, menunjukkan konsentrasi enzim bromelain yang mampu menghambat *Streptococcus mutans*. Bakteri *Streptococcus mutans* umumnya terdapat pada biofilm gigi pada orang dewasa, tetapi pada kondisi tertentu bakteri ini dilaporkan terkait dengan kejadian endokarditis bakteri.^{3,5} Antibakteri pada enzim bromelain merupakan senyawa yang digunakan untuk mengendalikan pertumbuhan bakteri, baik bakteri gram positif maupun gram negatif. Mekanisme penghambatan pertumbuhan bakteri oleh fitokimia tersebut berupa kerusakan dinding sel melalui

perubahan permeabilitas membran sehingga sel bakteri akan mengalami lisis dan bakteri akan mati.^{2,3,23} Menurut Ali *et al*²⁴, bromelain kasar lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri gram positif dibandingkan dengan bakteri gram negatif. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan karena bromelain menghambat semua mikroorganisme yang diuji secara khusus terhadap larutan pelepasan.²⁴

Mekanisme antibakteri senyawa flavonoid nanas *Ananas comosus* (L.) Merr menghambat sintesis asam nukleat terletak pada cincin A dan B yang mengakumulasi basa pada asam nukleat dan berperan penting dalam interkalasi atau proses pembentukan ikatan hidrogen akan menghambat sintesis asam nukleat juga pembentukan DNA dan RNA.^{24,25,26} Keadaan tersebut menyebabkan permeabilitas dinding sel bakteri dan lisosom terganggu.^{24,25} Menurut Ataide *et al*²⁷, *aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Porphyromonas gingivalis* dan *Streptococcus mutans* terutama terkait dengan penyakit periodontal.²⁷ Bromelain telah diteliti sebagai antimikroba potensial untuk digunakan sebagai monoterapi dan sebagai tambahan untuk pengangkatan jaringan luka mekanis.

Bromelain menunjukkan khasiat antibakteri terhadap semua isolat mikroorganisme aerob dan anaerob.^{15,27} Bromelain telah terbukti meningkatkan efektivitas antibiotik. Studi awal menunjukkan bahwa bromelain meningkatkan permeabilitas jaringan terhadap antibiotik, tetapi hasilnya tidak signifikan secara statistik.¹⁹ Tinozzi dan Venegoni dalam Roger A *et al*⁹, menemukan bahwa kadar amoksisilin serum dan jaringan signifikan secara statistik pada subjek yang diobati dengan antibiotik dan bromelain ditemukan meningkat secara signifikan.

SIMPULAN

Enzim dari ekstrak nanas memiliki daya antibakteri terhadap *Streptococcus mutans* yang dibuktikan dengan adanya zona hambat pada media MHA.

DAFTAR PUSTAKA

1. Samaranayake LP. Essential microbiology for dentistry. 4th Ed. 2012. Churchill Livingstone : London. p. 175, 217-223
2. Bagg J, Mac Farlane TW, Poxtoni, Miller CH, Smith AJ. Essentials of microbiology for dental student.

- 5th Ed. 2018. New York : Oxford University Press. p. 237-258
3. Murray PR, Rosenthal KS, Kobayashi GS, Pfaller MA. Medical Microbiology. 7th Ed. 2013. St Louis : Mosby Inc. p. 1-21, 106-133.
4. Putri MH. Mikrobiologi Keperawatan Gigi. 2021. Nasya Expanding Management : Jawa Tengah. Indonesia p. 15-61, 78-101.
5. Mulyani S, Laela DS, Julaha E, Suwargiani AA, Aripin D. Formulation of mouth rinse from essential oil of lime (citrus aurantifolia) and its inhibitory efficacy on the growth of streptococcus mutans – *in vitro*. Padj J Dent. 2020; 32(1): 39-47. DOI: [10.24198/pjd.vol32no1.25486](https://doi.org/10.24198/pjd.vol32no1.25486)
6. Ahamed AA. Evaluation of Antimicrobial Activity of Pineapple Extract Against Selected Microbes. International J Pharm Biosci. 2016; 55(1): 277-8
7. Nita Magfirah, Ilyas, Siswati Setiasih, Sumi Hudjono. Isolasi dan Karakterisasi Enzim dari Bonggol dan Daging Nanas (*Ananas comosus*). J Chemica; 2020; 21(2): 133-141. DOI: [10.35580/chemica.v21i2.17983](https://doi.org/10.35580/chemica.v21i2.17983)
8. Roger A, Orsini MD. . J American Soc Plastic Surgeon. 2006; 118(7):1640-4. DOI: [10.1097/01.prs.0000242503.50548.ee](https://doi.org/10.1097/01.prs.0000242503.50548.ee)
9. Joo-Hyun Hong, Mi-Ra Kim, Bin-Na Lee, Won- Mann Oh, Kyung-san Min, et al. Anti-Inflammatory of Human Dental Pulp Cells. Medicina (Kaunas). 2021, 57(6): 591. DOI: [10.3390/medicina57060591](https://doi.org/10.3390/medicina57060591)
10. Rahmat D, Rarih DL, Nurhidayati L, Bathini MA. Peningkatan Aktivitas Antimikroba Buah Nanas *Ananas comosus* (L.) Merr dengan Pembentukan Nanopartikel. Jurnal Sains dan Kesehatan 2016; 1(5). DOI: [10.25026/jsk.v1i5.45](https://doi.org/10.25026/jsk.v1i5.45)
11. Wiyati PI, Tjitraesmi A. Karakterisasi, Aktivitas dan Isolasi. Tumbuhan Nanas (*Ananas sp.*). Farmaka. 2018; 16(2): 179-185. DOI: [10.24198/jf.v6i2.17521.g874](https://doi.org/10.24198/jf.v6i2.17521.g874)
12. Dirjen Farmalkes R. Farmakope Herbal Indonesia 2nd Ed. Kemenkes RI. Jakarta 2017. h.1
13. Bansode DS, Chavan MD. Evaluation of Antimicrobial Activity and Phytochemical Analysis of Papaya and Pineapple Fruit Juices Against Selected Enteric Pathogens. Int J Pharm Bio Sci 201; 4(2): 1179-81.
14. Ashik AA, Vishnu PV, Gayatri V, Geetha V. Evaluation of Antimicrobial Activity of Pineapple Extract Against Selected Microbes. Int. J. Pharm. Sci. Rev. Re 2016; 39(10): 277-278
15. Bahtiyar AY, Efriyadi O, Fitrah E. Efektivitas Kandungan Antibakter Buah Nanas *Ananas comosus* (L.) Merr dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Streptococcus* Mutans. [Prosiding: Semnas] Medan: USU. 2017. 90 h.
16. Joy PP. Benefits and uses of pineapple. Pineapple Research Station (Kerala Agricultural University) Muvattupuzha, Ernakulam District, Kerala, India. 2010; 1-6. DOI: [10.13140/RG.2.1.2782.4888](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2782.4888)
17. Cappuccino JG, Welsh CT. Microbiology A Laboratory Manual, 10th Ed. Lindenwood University. Pearson. 2016. 1-90.pp
18. Ujjiani S, Marhamah. Efektivitas Ekstrak Nanas (*Ananas comosus* (L.) pada Pertumbuhan *Streptococcus* beta-hemoliticus. J Kes. 2019; 10(3). DOI: [10.26630/jk.v10i3](https://doi.org/10.26630/jk.v10i3)
19. Gourdazi M, Mehdipor M, Hajikhani B, Saeghinejad S, Sadeghi-Nejad B. antibacterial Properties of Citrus Limon and Pineapple Extract on Oral Pathogenic Bacteria (*Streptococcus* mutans and *Streptococcus* sanguins). Int J Enteris Pathog. 2019; 7(3): 99-103.
20. Zharfan RS, Purwono PB, Mustika A. Antimicrobial Activity of Pineapple (*anas comosus* L. Merr) Extract Against Multidrug-Resistant of *Pseudomonas aeruginosa* : An *In vitro* Study. Indonesia J Trop Infect Dis. 2017; 6(5); 118-123. DOI: [10.20473/ijtid.v6i5.4159](https://doi.org/10.20473/ijtid.v6i5.4159)
21. Farid MD, Hossain, Akhtar S, Anwar M. Nutritional Value and Medicinal Benefits of Pineapple. Int J Nutr Food Sci. 2015; 4(1): 84-88.
22. Liliany D, Widayman AS, Erfan E, Sudiono J, Djamil MS. Enzymatic Activity of Isolated Pineapple (*Ananas comosus*) Hump and Its Antibacterial Effect on *Enterococcus faecalis*. Scientific Dent J. 2018; 39-50. DOI: [10.26912/sdj.v2i2](https://doi.org/10.26912/sdj.v2i2)
23. Jung-Ha Lee, Ji-tae Lee, Hae-Ryoun park, Jin-Bom Kim. The Potential Use of as A Natural Oral Medicine Having Anticarcinogenic Activities, Food Sci Nutr. 2019; 1655-1667. DOI: [10.1002/2Ffsn3.999](https://doi.org/10.1002/2Ffsn3.999)
24. Ali AA, Milala MA, Gulani IA. antimicrobial effect of Crude Extracted from Pineapple Fruit (*Ananas comosus* L. Merr.). Advances in Biochemistry. 2015; 3(1): 1-4. DOI: [10.11648/j.ab.20150301.11](https://doi.org/10.11648/j.ab.20150301.11)
25. H Rahmi et al 2019 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 217 012036. DOI: [10.1088/1755-1315/2F217/2F1/2F012036](https://doi.org/10.1088/1755-1315/2F217/2F1/2F012036)

26. Dani S, Prabhu A, Chaitara KR, Desai NC, Patil SR, Rajeev R. Assessment of *Streptococcus mutans* in healthy versus gingivitis and chronic periodontitis: A clinico-microbiological study 2016; 7(4): 529–534. DOI: [10.4103%2F0976-237X.194114](https://doi.org/10.4103/2F0976-237X.194114)
27. Ataide JA, de Carvalho NM, Rebelo MD. Bacterial nanocellulose loaded with : assessment of antimicrobial, antioxidant and physical-chemical properties. *Sci Rep.* 2017; 7, 18031. DOI: [10.1038/s41598-017-18271-4](https://doi.org/10.1038/s41598-017-18271-4)