



**JURNAL
KEDOKTERAN GIGI
TERPADU**

VOLUME 6, NO 1, 2024

ISSN : 2716-0718

ISSN-E : 2685-6867

Website : <https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/jkgt>

Editorial Team JKGT

Editor in Chief

- *drg. Carolina Damayanti Marpaung, SpPros., Ph.D*
Departemen Prostodonsia, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Trisakti, Indonesia

Board of Editor

- *drg. Enrita Dian Rahmadini, Sp.KGA*
Departemen Ilmu Kedokteran Gigi Anak, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
- *drg. Tri Putriany Agustin, Sp.KGA*
Departemen Ilmu Kedokteran Gigi Anak, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
- *drg. Arianne Dwimega, Sp.KGA*
Departemen Ilmu Kedokteran Gigi Anak, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
- *drg. Goalbertus, MM., MKM*
Departemen Ilmu Kesehatan Gigi Masyarakat dan Pencegahan, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
- *drg. Christiana Rialine Titaley, MIPH., Ph.D*
Departemen Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran, Universitas Pattimura, Maluku, Indonesia
- *drg. Steffano Aditya Handoko, MPH., Sp.Pros*
Departemen Prostodonsia, Program Studi Sarjana Kedokteran Gigi dan Profesi Dokter Gigi (PSSKGPDG), Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana, Bali, Indonesia
- *drg. Marthin Maha, Sp.Ort*
Departemen Ortodonsia, RSGM Gusti Hasan, Kalimantan Selatan, Indonesia



**JURNAL
KEDOKTERAN GIGI
TERPADU**

VOLUME 6, NO 1, 2024

ISSN : 2716-0718

ISSN-E : 2685-6867

Website : <https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/jkgt>

Articles

[Perubahan Warna Pada Bahan Restorasi Resin Komposit Nanofiller Terhadap Perendaman Saliva Buatan Dengan pH 5](#)

Wiena Widyastuti, Afifa Tri Septiani

1-5

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Efek Antibakteri dan Antibiofilm Minyak Atsiri Cendana India \(Santalum album L.\) Terhadap Streptococcus sanguinis dan Aggregatibacter actinomycetemcomitans \(in vitro\)](#)

Chelsy Clarya Tumaang, Ciptadhi Tri Oka Binartha

6-10

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Pewarna Plak Gigi dari Pewarna Alami Buah Naga Merah, Sebuah Tinjauan Cakupan](#)

Alit Wesilintang, Amaliya Amaliya, Budhi Cahya Prasetyo

11-16

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Pemasangan Dua Merek Implan pada Satu Pasien](#)

Alice Santoso, Yessy Ariesanti

25-27

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Dental Autopsi dalam Bidang Kedokteran Gigi Forensik](#)

Rizki Tanjung

21-24

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Penggunaan Asam Hialuronat untuk Penatalaksanaan Black Triangle](#)

Cynthia Tandjaja, Iuki Astuti

17-20

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Ekstrak Daun Tapak Dara sebagai Potensi Bahan Antikanker terhadap Sel Kanker Mulut](#)

Nur Amalia Isnaeni, Ferry Sandra, Ria Aryani Hayuningtyas

31-33

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Pengetahuan dan sikap dokter gigi umum di kota semarang terhadap desain gtsl akrilik](#)

Andy Wirahadikusumah, Nabila Cetta Prayitno Putri

34-38

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Penatalaksanaan Pemasangan Dental Implant pada kasus Kehilangan Gigi Posterior Tunggal](#)

Aristya Kartikasari Halim, Wiwiek Poedjiastoeti

39-41

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Gambaran Kecemasan Pada Pasien Selama Perawatan Gigi Tiruan Cekat\(Kajian pada pasien di RSGM-P FKG Universitas Trisakti\)](#)

Zevanya Vanessa Sirait, Aditya Pratama Sarwono

42-44

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Potensi Antibakteri Ekstrak \(*Graptophyllum Pictum* \(L.\) Griff\) Pada *Porphyromonas gingivalis*](#)

Albert, Syifa Ameliya Az-Zahra

45-49

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Infeksi odontogenik: phlegmon dan selulitis](#)

Anggraeny Putri Sekar Palupi

50-52

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Metode uji sitotoksitas biomaterial dengan bentuk scaffold padatan dan berpori spons](#)

Ruth Belatriks Kalangit, Octarina

53-56

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Potensi ekstrak daun gamal sebagai bahan antikanker terhadap sel kanker rongga mulut](#)

Savrinda Annistri, Ferry Sandra, Boedi Oetomo Roeslan

57-60

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Potensi stenochlaena palustris \(burm.f.\) bedd. Sebagai Antikanker dalam perawatan kanker mulut](#)

Elizabeth Yuliani Taramalinda, Ferry Sandra, Boedi Oetomo Roeslan

61-64

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH dan ABTS Terhadap Ekstrak Etanol Daun Amaranthus hybridus L.](#)

Monica Dewi Ranggaini, Johni Halim, Michelle Aurelia Tjoe

65-69

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Potensi Alisin bagi Kedokteran Gigi](#)

Gloria Fonda, Priska Natassya, Didi Nugrogo

70-71

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Perawatan ulang saluran akar gigi molar kanan mandibula](#)

Rosita Stefani, Steward

72-75

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Gambaran Kualitas Hidup pada Lansia Pengguna Gigi Tiruan Lepas](#)

Nindya Lutfia Rachma, I Gusti Ayu Ratih Utari Mayun

76-79

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Hubungan penyakit periodontal dengan covid-19](#)

Trijani Suwandi, Deandra Carissa Nurhasinah Wiriawan

80-83

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Penatalaksanaan jaringan gingiva dalam penggunaan retraction cord](#)

Aditya Pratama Sarwono, Rahmah Fitriyasari

84-86

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Gambaran inklinasi insisivus sentral maksila pada pasien ortodonti usia 18-25 tahun berdasarkan analisis sudut U1-SN](#)

Stella Maria Fidela Maringka, Magdalena Juliani Hardja Buntara

87-90

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Peran Allium sativum dalam menanggulangi patogen rongga mulut](#)

Bella Utomo, Ria Aryani Hayuningtyas, Didi Nugrogo

91-92

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Efek antibakteri dan antibiofilm minyak atsiri cendana india \(santalum album l.\) Terhadap fusobacterium nucleatum dan treponema denticola \(in vitro\)](#)

Clarissa Valeri, Ciptadhi Tri Oka Binartha

93-96

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Gambaran kecemasan dental anak berdasarkan usia pada siswa sekolah dasar negeri 2 karanganyar kabupaten indramayu](#)

Rahmah Fitriyasari, Arianne Dwimega

97-100

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Penerapan green dentistry dalam praktik kedokteran gigi](#)

Lia Hapsari Andayani, Abdul Gani Soulisa

101-104

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Uji validitas dan reliabilitas kuesioner Tingkat pemahaman obstructive sleep apnea \(osa\) dokter gigi di jakarta](#)

Tasya Zakiyah Karim, Siti Chandra Dwidjayanti, Eka Seftiana Indah Sari

105-107

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Penatalaksanaan kasus bimaxillary dental protrusion disertai gigi anterior berjejal berat](#)

Riko Nofrizal

108-111

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Gambaran sefalometri pasien usia 8-11 tahun menggunakan analisis jarabak](#)

Ratu Hobibah Muqodariah, Olivia Piona Sahelangi

112-114

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Perbandingan splinting kawat komposit dengan splinting fiber reinforced composite untuk stabilisasi mobilitas gigi](#)

Racheliza Purnomo, Albert

115-117

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Penggunaan abutment bersudut sebagai alternatif pada implan gigi premolar](#)

Reynaldo Indra Tjiptadi, Yessy Ariesanti

118-121

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Potensi buah zanthoxylum acanthopodium dc. dalam menghambat kanker rongga mulut](#)

Dinda Syafiqa Amelia, Ferry Sandra, Muhammad Ihsan Rizal

122-125

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Potensi \$\beta\$ -tricalcium phosphate sebagai kandidat material pulp capping](#)

Rafhaela Johanna Halim, Eddy, Dina Ratnasari, Rosalina Tjandrawinata, Eko Fibryanto, Florencia Livia

126-129

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Pengaruh sistem poles eve diacara terhadap kekasaran permukaan Zirconia generasi 3y-tzp setelah tahap occlusal adjustment](#)

Tri Ananda Fadillah, James Handojo

130-132

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Oral manifestations in crohn's disease patients \(scoping review\)](#)

Alya Chamilia Chantika, Andrian Nova Fitri

133-137

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Pengaruh perendaman dengan red wine terhadap perubahan warna restorasi resin komposit one shade](#)

Fiona Priscilia Dinata Tobing, Bernard Ongki Iskandar, Rosita Stefani

138-142

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Uji Three Point Bending Kawat Nikel Titanium Dimensi 0,010 x 0,030 Inchi yang digunakan sebagai retainer](#)

Salsabila Diva Gama Putri, Fajar Hamonangan Nasution, Harris Gadih Pratomo

143-146

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Karies gigi terhadap balita stunting dan gizi buruk](#)

Michelle Alicia Wongkar, Rr. Asyurati Asia, Tiarma Talenta Theresia

147-149

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Penatalaksanaan celah bibir](#)

Anggraeny Putri Sekar Palupi

150-152

[Download PDF](#)

Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

Ahead of Print

[Peran igf-1 dan let-7 dalam morfogenesis gigi ditinjau dari sel punca mesenkimal pulpa gigi](#)

Jessica Endriyana, Ria Aryani Hayuningtyas

[Download PDF](#)

Abstract views: 127 , PDF downloads: 108

[Pengaruh stunting terhadap perkembangan kognitif pada balita hingga remaja](#)

Priska Natassya, Sheila Soesanto

[Download PDF](#)

Abstract views: 147 , PDF downloads: 119

[Penggunaan Gigi Tiruan pada Lansia dengan Obstructive Sleep Apnea](#)

Siti Chandra Dwidjayanti, Isnaeni Kurniawati, Carolina Marpaung

[Download PDF](#)

Abstract views: 104 , PDF downloads: 90

[Insights into periodontitis: pathogenesis, host response, and antibiotic strategies](#)

Ria Aryani Hayuningtyas, Jessica Endriyana, Priska Natassya

[Download PDF](#)

Abstract views: 81 , PDF downloads: 71

Aggregatibacter actinomycetemcomitans dan Porphyromonas gingivalis: Bakteri Destruksi Tulang Alveolar

Stefhanie Berliana¹, Octarina^{2*}

¹Mahasiswa Program Studi Pendidikan Dokter Gigi, FKG Universitas Trisakti

²Departemen Bahan Kedokteran Gigi, FKG Universitas Trisakti

Jl. Kyai Tapa no 260, Jakarta, Indonesia

*Email: octarina@trisakti.ac.id

ABSTRACT

The oral cavity is a suitable habitat for various types of bacteria, including Aggregatibacter actinomycetemcomitans and Porphyromonas gingivalis. Both of these bacteria can damage periodontal tissues, including alveolar bone, through various mechanisms. Prevention against these bacteria can be accomplished by maintaining oral hygiene. The purpose of this literature review was to provide information about bacteria that can cause damage to alveolar bone and ways to prevent it. The results of this literature review would provide information about the mechanisms of Aggregatibacter actinomycetemcomitans and Porphyromonas gingivalis bacteria in causing alveolar bone damage, as well as ways to prevent these bacteria.

Keywords: *Aggregatibacter actinomycetemcomitans, Porphyromonas gingivalis, alveolar bone, oral cavity.*

PENDAHULUAN

Rongga mulut menjadi tempat tinggal bagi lebih dari 500 spesies bakteri. Hal ini disebabkan karena suhu dan pH di dalam rongga mulut. Umumnya, temperatur normal di dalam rongga mulut berkisar 37 derajat celsius yang merupakan suhu yang tepat bagi bakteri untuk hidup dan berkembang. Saliva pada rongga mulut memiliki pH yang stabil yaitu berkisar 6.5 sampai 7.5 dimana kebanyakan spesies bakteri hidup pada lingkungan tersebut. Saliva juga membuat bakteri tetap terhidrasi dan memfasilitasi transportasi nutrisi pada mikroorganismenya.¹

Kondisi rongga mulut yang sesuai untuk tempat tinggal bakteri disertai dengan kebersihan mulut yang rendah memungkinkan bakteri yang ada di permukaan masuk lebih dalam ke jaringan sekitar periodonsium. Jaringan periodonsium terdiri atas gingiva, tulang alveolar, sementum dan ligamen periodontal. Mekanisme pertahanan tubuh akan diaktifkan untuk melawan bakteri yang masuk. Akan tetapi, aktivitas mekanisme pertahanan tubuh ini juga dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan periodonsium. Kerusakan pada jaringan periodonsium diawali dengan adanya kehilangan perlekatan pada periodonsium yang kemudian mengarah kepada kehilangan tulang alveolar.² Bakteri yang mampu menyebabkan kerusakan pada tulang alveolar adalah *A. actinomycetemcomitans* dan *P. gingivalis*.³ *A. actinomycetemcomitans* merupakan bakteri gram negatif bersifat fakultatif anaerob dan memenuhi 1/3 populasi yang ada di dalam rongga mulut.⁴ Bakteri ini merupakan bakteri tahap awal dalam perkembangan penyakit.⁵ *P. gingivalis* merupakan bakteri gram negatif anaerob yang banyak ditemukan pada sulkus subgingival rongga mulut manusia. Bakteri ini bergantung pada fermentasi asam amino untuk produksi energi, hal ini memungkinkan bakteri dapat bertahan hidup di dalam kantong periodontal yang dalam dan minim ketersediaan gula. Kedua bakteri ini akan menghasilkan berbagai faktor virulensi yang dapat menyebabkan kerusakan jaringan periodontal termasuk tulang alveolar.⁶ Tinjauan Pustaka ini bertujuan untuk menjelaskan lebih lanjut mengenai mekanisme *A. actinomycetemcomitans* dan *P. gingivalis* dalam

menyebabkan kerusakan pada tulang alveolar yang dihasilkan serta tindakan pencegahan untuk mencegah bakteri tersebut menginvasi rongga mulut.

TINJAUAN PUSTAKA

A. actinomycetemcomitans merupakan bakteri gram negatif fakultatif anaerob, non motil, berukuran 0,4–0,5 $\mu\text{m} \times 1,0\text{--}1,5 \mu\text{m}$. Bakteri ini tumbuh baik pada 5% karbon dioksida.⁷ *A. actinomycetemcomitans* akan berwarna merah muda degan pewarnaan gram dan berbentuk basil atau batang. Koloni bakteri ini juga akan menghasilkan bentuk yang sama.⁸ Bakteri ini banyak ditemukan pada permukaan gigi, epitel oral serta plak supragingival. Selain itu, *A. actinomycetemcomitans* juga mampu membantu perkembangan bakteri lain yang pada akhirnya menyebabkan kerentanan hos terhadap infeksi.⁹ *A. actinomycetemcomitans* memiliki faktor virulensi seperti leukotoksin, fimbriae, lipopolisakarida, membran vesikel luar dll. Faktor virulensi tersebut didukung oleh sifat dan kemampuan bakteri untuk berkolonisasi seperti adhesin, bakteriocins, invansin dan resistensi antibiotik.¹⁰ Hal ini menyebabkan bakteri memiliki kemampuan yang baik dalam membentuk koloni sehingga dapat mendukung bakteri untuk menyebar dan berkembang biak pada rongga mulut. Jumlah bakteri yang terus meningkat pada akhirnya dapat merusak jaringan periodontal termasuk tulang alveolar.^{11,12}

Lipopolisakarida pada *A. actinomycetemcomitans* memiliki kapabilitas untuk meningkatkan aktivitas inducible nitric oxide synthase (iNOS) dan menginduksi produksi nitric oxide (NO) oleh sel osteoblas. Osteoblas yang memproduksi NO apabila disertai dengan infeksi bakteri dapat menyebabkan resorpsi tulang.¹¹ Lipopolisakarida akan merangsang respons inflamasi pada jaringan periodontal dan menyebabkan degradasi tulang alveolar serta kerusakan jaringan lainnya.¹³ Selain itu, penelitian juga menunjukkan bahwa membran vesikel luar yang dimiliki *A. actinomycetemcomitans* berfungsi untuk membawa molekul molekul kecil yang berkontribusi dalam resorpsi tulang termasuk lipopolisakarida dan protein lipid *A.*¹¹

A. actinomycetemcomitans juga dapat menghasilkan toksin dan enzim yang merusak jaringan periodontal. Enzim dan toksin yang diproduksi oleh bakteri tersebut adalah leukotoksin, kolagenase, protease. Leukotoksin dapat merusak sel darah putih terutama neutrofil. Hal ini dapat membantu dalam perkembangan bakteri *A. actinomycetemcomitans* dalam rongga mulut. Toksin ini juga menyebabkan pelepasan elastase yang memiliki efek sitotoksik pada jaringan periodontal sehingga akan mendegradasi osteoblas.¹⁴ Enzim kolagenase dapat memotong dan merusak serat kolagen pada jaringan periodontal.¹⁵ Penelitian menunjukkan bahwa kehilangan komponen kolagen akan menyebabkan terganggunya integritas mekanis dari ligamen periodontal dan pada akhirnya memicu resorpsi tulang alveolar.¹⁶ Metalloproteinases merupakan enzim proteolitik yang mengandung ion logam yaitu zinc. Enzim ini memiliki kemampuan untuk memecah protein pada jaringan periodontal dan mendegradasi tulang alveolar. Metalloproteinases akan mengurai matriks ekstraseluler pada jaringan periodontal dan menghancurkan kolagen pada tulang alveolar sehingga mengakibatkan hilangnya dukungan tulang dan dapat mengarah kepada resorpsi tulang alveolar.^{17,18}

P. gingivalis merupakan bakteri gram negatif obligat anaerob berbentuk batang, non motil, berukuran 0,5 µm x 1-2 µm yang membentuk koloni berwarna hitam pada agar merah. Bakteri ini membutuhkan hemin dan vitamin K selama pertumbuhannya. Pada pewarnaan gram negatif, bakteri ini akan menunjukkan warna merah. *P. gingivalis* mampu menyebabkan perubahan sinyal inflamasi, sistem komplemen, siklus sel, apoptosis serta berinteraksi dengan berbagai reseptor hos. Hal ini menyebabkan bakteri mampu memodifikasi respon kekebalan tubuh hos guna bertahan di dalam jaringan.¹⁹

P. gingivalis memiliki berbagai faktor virulensi yang mendukung patogenitas bakteri. Faktor virulensi dapat berasal dari komponen strukturalnya seperti lipopolisakarida, fimbriae, heat shock protein, dll. Selain itu, dapat juga berasal dari komponen sekresinya seperti gingipain dan membran vesikel luar.²⁰ Penyebaran bakteri ini memiliki peran yang penting dalam perkembangan penyakit periodontal termasuk destruksi tulang alveolar dan jaringan.

Pembentukan osteoklas pada tulang didasari dengan adanya pembentukan polymorphonuclear leukocyte (PMN) sebagai respon inflamasi. Lipopolisakarida dari invasi bakteri *P. gingivalis* mampu memicu pelepasan sitokin pro inflamasi seperti interleukin-8, tumor necrosis factor alpha yang menyebabkan peningkatan dan aktivitas PMN. Sebagai hasil, osteoklas yang terbentuk akan semakin meningkat dan pada akhirnya menyebabkan kerusakan pada tulang alveolar.²¹

Selain PMN, *P. gingivalis* juga menghasilkan enzim kolagenase, gingipain dan arginase. Ketiga enzim ini dapat menyebabkan kerusakan jaringan periodontal dan tulang alveolar. Kolagenase merupakan enzim yang memecah kolagen. Kolagen merupakan komponen utama ligamen periodontal.^{22,23} Kolagenase akan mendegradasi unsur kolagen dan menyebabkan hilangnya kemampuan ligamen periodontal untuk menahan stress terhadap tekanan yang diberikan.¹⁶ Gingipain merupakan enzim protease yang mampu memecah protein periodontal dan mengurangi kemampuan jaringan periodontal untuk mempertahankan kesehatannya. Gingipain dapat menghidrolisis berbagai substrat protein termasuk kolagen dan protein-2 yang terkandung dalam tulang alveolar.

Kemampuan gingipain untuk memecah substrat protein ini memungkinkan bakteri *P. gingivalis* untuk mendegradasi dan mendestruksi jaringan periodontal termasuk tulang alveolar. Selain itu, gingipain juga memproduksi bradikinin yang dapat berperan dalam resorpsi tulang alveolar dengan mensekresikan prostaglandin.²⁴ Prostaglandin berperan dalam respon inflamasi serta memiliki kemampuan untuk mengaktifasi osteoklas.²⁵ Selain kolagenase dan gingipain, *P. gingivalis* juga menghasilkan arginase yang dapat mengurangi ketersediaan asam amino arginin yang diperlukan oleh sel osteoblas untuk sintesis kolagen dan matriks tulang. Akibatnya tulang alveolar menjadi lebih rentan terhadap degradasi.^{26,27}

Tindakan pencegahan perlu dilakukan untuk mengurangi kedua bakteri tersebut untuk berkolonisasi dan berkembangbiak di dalam rongga mulut. Tindakan yang dapat dilakukan adalah dengan menjaga kebersihan rongga mulut yang melibatkan scalling dan root planning. Kedua tindakan ini bertujuan untuk membersihkan plak dan kalkulus yang ditemukan baik diatas dan maupun dibawah gusi. Setelah itu, pemberian instruksi kepada pasien tentang menjaga kesehatan dan kebersihan mulut seperti menyikat gigi dan flossing tetap perlu dilakukan oleh dokter gigi.²⁸ Pemberian antibiotik sistemik dapat dilakukan apabila kondisi kerusakan tulang sudah mencapai tahap yang parah seperti pada penderita periodontitis kronis.²⁹

KESIMPULAN

A. actinomycetemcomitans dan *P. gingivalis* merupakan bakteri yang ada pada rongga mulut dan bersifat gram negatif anaerob. Kedua bakteri ini dapat menyebabkan destruksi tulang alveolar dengan berbagai mekanisme salah satunya adalah mengeluarkan enzim dan toksin. Tindakan pencegahan berupa menjaga kebersihan rongga mulut serta pemberian antibiotik dapat dilakukan untuk mencegah bakteri ini berkolonisasi dan berkembangbiak pada rongga mulut.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrianto AWD, Hartomo BT, Putri DA. Variasi Oral microbiome Rongga Mulut Sebagai Biomarker Pada Bidang Kedokteran Gigi: Literature Review. *Indones J Dent*. 2022;2(1):1-6.
- Könönen E, Gursoy M, Gursoy UK. Periodontitis: A multifaceted disease of tooth-supporting tissues. *J Clin Med*. 2019;8(8):1-12.
- Basones-Martinez A, Figuero-Ruiz E, Ruiz FMB. Periodontal Diseases as Bacterial Characteristics Infection. *Av Periodon Implantolances*. 2005;17(3):111-8.
- Kachlany SC. Aggregatibacter actinomycetemcomitans leukotoxin: From threat to therapy. *J Dent Res*. 2010;89(6):561-70.
- Fine DH, Patil AG, Velusamy SK. Aggregatibacter actinomycetemcomitans (Aa) under the Radar: Myths and misunderstandings of AA and its role in aggressive periodontitis. *Front Immunol*. 2019;10(MAR):1-12.
- How KY, Song KP, Chan KG. Porphyromonas gingivalis: An overview of periodontopathic pathogen below the gum line. *Front Microbiol*. 2016;7(1):1-14.
- Lauritsen NN, Claesson R, Jensen AB, Åberg CH, Haubek D. Aggregatibacter Actinomycetemcomitans: Clinical significance of a pathobiont subjected to ample changes in classification and nomenclature. *Pathogens*. 2019;8(4):1-18.
- Zhou X, Li Y. Subgingival Microbes. In: *Atlas of Oral Microbiology*. Elsevier; 2015. p. 84-9.
- Oscarsson J, Claesson R, Lindholm M, Åberg CH, Johansson A. Tools of aggregatibacter actinomycetemcomitans to evade the host response. *J Clin Med*. 2019;8(7):1-12.

10. Benso B. Virulence factors associated with *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* and their role in promoting periodontal diseases. *Virulence* [Internet]. 2017;8(2):111–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/21505594.2016.1235128>
11. Belibasakis GN, Maula T, Bao K, Lindholm M, Bostanci N, Oscarsson J, et al. Virulence and pathogenicity properties of *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*. *Pathogens*. 2019;8(4):1–23.
12. Könönen E, Müller HP. Microbiology of aggressive periodontitis. *Periodontol 2000*. 2014;65(1):46–78.
13. Park O, Cho M, Yun C, Han S. Lipopolysaccharide of *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* induces the expression of chemokines MCP-1, MIP-1a, and IP-10 via similar but distinct signaling pathways in murine macrophages. *Immunobiology*. 2015;1(1):1–8.
14. Herbert BA, Novince CM, Kirkwood KL. *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, a potent immunoregulator of the periodontal host defense system and alveolar bone homeostasis. *Mol Oral Microbiol*. 2016;31(3):207–27.
15. Darveau RP. Periodontitis: A polymicrobial disruption of host homeostasis. *Nat Rev Microbiol*. 2010;8(7):481–90.
16. Kawada J, Komatsu K. In Vitro Effects of Collagenase on Biomechanical Properties and Morphological Features of the Rat Molar Periodontal Ligament. *Japanese Jpn J Oral Biol*. 2000;42(3):193–205.
17. Khoswanto C. Role of matrix metalloproteinases in bone regeneration: Narrative review. *J Oral Biol Craniofacial Res*. 2023;13(5):539–43.
18. Yin L, Swanson B, An J, Hacker BM, Silverman GA, Dale BA, et al. Differential effects of periopathogens on host protease inhibitors SLPI, elafin, SCCA1, and SCCA2. *J Oral Microbiol*. 2010;2(2010):1–12.
19. Chopra A, Bhat SG, Sivaraman K. *Porphyromonas gingivalis* adopts intricate and unique molecular mechanisms to survive and persist within the host: a critical update. *J Oral Microbiol*. 2020;12(1):1–22.
20. Mei F, Xie M, Huang X, Long Y, Lu X, Wang X, et al. *Porphyromonas gingivalis* and its systemic impact: Current status. *Pathogens*. 2020;9(11):1–23.
21. Tokutomi F, Wada-Takahashi S, Sugiyama S, Toyama T, Sato T, Hamada N, et al. *Porphyromonas gingivalis*-induced alveolar bone loss is accelerated in the stroke-prone spontaneously hypertensive rat. Vol. 60, *Archives of Oral Biology*. Elsevier Ltd; 2015;60(6):. 911–918 p.
22. Hajishengallis G. Periodontitis: from microbial immune subversion to systemic inflammation. *Nat Rev Immunol*. 2015;15(1):30–44.
23. Tohar R, Alali H, Ansbacher T, Brosh T, Sher I, Gafni Y, et al. Collagenase Administration into Periodontal Ligament Reduces the Forces Required for Tooth Extraction in an Ex situ Porcine Jaw Model. *J Funct Biomater*. 2022;13(2):1–13.
24. Takahisa I. The role of gingipains in the pathogenesis of periodontal disease. *J Periodontol*. 2003;74(1):111–8.
25. Mohammed AK, Practitioner D. The role of prostaglandin (pge2) in alveolar bone destruction. *Stomatognathic (JKG Unej)*. 2015;8(5):170–3.
26. Liu L, Geng Y, Xiong C. Impact of *Porphyromonas gingivalis*-odontogenic infection on the pathogenesis of non-alcoholic fatty liver disease. *Ann Med* [Internet]. 2023;55(2). Available from: <https://doi.org/10.1080/07853890.2023.2255825>
27. Huh JE, Choi JY, Shin YO, Park DS, Kang JW, Nam D, et al. Arginine enhances osteoblastogenesis and inhibits adipogenesis through the regulation of Wnt and NFATc signaling in human mesenchymal stem cells. *Int J Mol Sci*. 2014;15(7):13010–29.
28. Kwon TH, Lamster IB, Levin L. Current Concepts in the Management of Periodontitis. *Int Dent J* [Internet]. 2021;71(6):462–76. Available from: <https://doi.org/10.1111/idj.12630>
29. Tariq M, Iqbal Z, Ali J, Baboota S, Talegaonkar S, Ahmad Z, Sahni JK., Talegaonkar S, Tariq M, Ahmad Z, Ali J, Baboota S, et al. Treatment modalities and evaluation models for periodontitis. *Int J Pharm Investig*. 2012;2(3):106–22.

Aggregatibacter
actinomycetemcomitans dan
Porphyromonas gingivalis:
Bakteri Destruksi Tulang
Alveolar

by Octarina FKG

Submission date: 21-Jul-2025 01:54PM (UTC+0700)

Submission ID: 2718291612

File name: JKGT_Stefhanie-Octarina.pdf (161.99K)

Word count: 2219

Character count: 13919

Aggregatibacter actinomycetemcomitans dan *Porphyromonas gingivalis*: Bakteri Destruksi Tulang Alveolar

Stefhanie Berliana¹, Octarina^{2*}

¹Mahasiswa Program Studi Pendidikan Dokter Gigi, FKG Universitas Trisakti

²Departemen Bahan Kedokteran Gigi, FKG Universitas Trisakti

Jl. Kyai Tapa no 260, Jakarta, Indonesia

*Email: octarina@trisakti.ac.id

ABSTRACT

The oral cavity is a suitable habitat for various types of bacteria, including Aggregatibacter actinomycetemcomitans and Porphyromonas gingivalis. Both of these bacteria can damage periodontal tissues, including alveolar bone, through various mechanisms. Prevention against these bacteria can be accomplished by maintaining oral hygiene. The purpose of this literature review was to provide information about bacteria that can cause damage to alveolar bone and ways to prevent it. The results of this literature review would provide information about the mechanisms of Aggregatibacter actinomycetemcomitans and Porphyromonas gingivalis bacteria in causing alveolar bone damage, as well as ways to prevent these bacteria.

Keywords: *Aggregatibacter actinomycetemcomitans, Porphyromonas gingivalis, alveolar bone, oral cavity.*

PENDAHULUAN

Rongga mulut menjadi tempat tinggal bagi lebih dari 500 spesies bakteri. Hal ini disebabkan karena suhu dan pH di dalam rongga mulut. Umumnya, temperatur normal di dalam rongga mulut berkisar 37 derajat celsius yang merupakan suhu yang tepat bagi bakteri untuk hidup dan berkembang. Saliva pada rongga mulut memiliki pH yang stabil yaitu berkisar 6.5 sampai 7.5 dimana kebanyakan spesies bakteri hidup pada lingkungan tersebut. Saliva juga membuat bakteri tetap terhidrasi dan memfasilitasi transportasi nutrisi pada mikroorganismenya.¹

Kondisi rongga mulut yang sesuai untuk tempat tinggal bakteri disertai dengan kebersihan mulut yang rendah memungkinkan bakteri yang ada di permukaan masuk lebih dalam ke jaringan sekitar periodonsium. Jaringan periodonsium terdiri atas gingiva, tulang alveolar, sementum dan ligamen periodontal. Mekanisme pertahanan tubuh akan diaktifkan untuk melawan bakteri yang masuk. Akan tetapi, aktivitas mekanisme pertahanan tubuh ini juga dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan periodonsium. Kerusakan pada jaringan periodonsium diawali dengan adanya kehilangan perlekatan pada periodonsium yang kemudian mengarah kepada kehilangan tulang alveolar.² Bakteri yang mampu menyebabkan kerusakan pada tulang alveolar adalah *A. actinomycetemcomitans* dan *P. gingivalis*.³ *A. actinomycetemcomitans* merupakan bakteri gram negatif bersifat fakultatif anaerob dan memenuhi 1/3 populasi yang ada di dalam rongga mulut.⁴ Bakteri ini merupakan bakteri tahap awal dalam perkembangan penyakit.⁵ *P. gingivalis* merupakan bakteri gram negatif anaerob yang banyak ditemukan pada sulkus subgingival rongga mulut manusia. Bakteri ini bergantung pada fermentasi asam amino untuk produksi energi, hal ini memungkinkan bakteri dapat bertahan hidup di dalam kantong periodontal yang dalam dan minim ketersediaan gula. Kedua bakteri ini akan menghasilkan berbagai faktor virulensi yang dapat menyebabkan kerusakan jaringan periodontal termasuk tulang alveolar.⁶ Tinjauan Pustaka ini bertujuan untuk menjelaskan lebih lanjut mengenai mekanisme *A. actinomycetemcomitans* dan *P. gingivalis* dalam

menyebabkan kerusakan pada tulang alveolar yang dihasilkan serta tindakan pencegahan untuk mencegah bakteri tersebut menginvasi rongga mulut.

TINJAUAN PUSTAKA

A. actinomycetemcomitans merupakan bakteri gram negatif fakultatif anaerob, non motil, berukuran 0,4–0,5 $\mu\text{m} \times 1,0\text{--}1,5 \mu\text{m}$. Bakteri ini tumbuh baik pada 5% karbon dioksida.⁷ *A. actinomycetemcomitans* akan berwarna merah muda dengan pewarnaan gram dan berbentuk basil atau batang. Koloni bakteri ini juga akan menghasilkan bentuk yang sama.⁸ Bakteri ini banyak ditemukan pada permukaan gigi, epitel oral serta plak supragingival. Selain itu, *A. actinomycetemcomitans* juga mampu membantu perkembangan bakteri lain yang pada akhirnya menyebabkan kerentanan hos terhadap infeksi.⁹ *A. actinomycetemcomitans* memiliki faktor virulensi seperti leukotoksin, fimbriae, lipopolisakarida, membran vesikel luar dll. Faktor virulensi tersebut didukung oleh sifat dan kemampuan bakteri untuk berkolonisasi seperti adhesin, bakteriocins, invasin dan resistensi antibiotik.¹⁰ Hal ini menyebabkan bakteri memiliki kemampuan yang baik dalam membentuk koloni sehingga dapat mendukung bakteri untuk menyebar dan berkembang biak pada rongga mulut. Jumlah bakteri yang terus meningkat pada akhirnya dapat merusak jaringan periodontal termasuk tulang alveolar.^{11,12}

Lipopolisakarida pada *A. actinomycetemcomitans* memiliki kapabilitas untuk meningkatkan aktivitas inducible nitric oxide synthase (iNOS) dan menginduksi produksi nitric oxide (NO) oleh sel osteoblas. Osteoblas yang memproduksi NO apabila disertai dengan infeksi bakteri dapat menyebabkan resorpsi tulang.¹¹ Lipopolisakarida akan merangsang respons inflamasi pada jaringan periodontal dan menyebabkan degradasi tulang alveolar serta kerusakan jaringan lainnya.¹³ Selain itu, penelitian juga menunjukkan bahwa membran vesikel luar yang dimiliki *A. actinomycetemcomitans* berfungsi untuk membawa molekul molekul kecil yang berkontribusi dalam resorpsi tulang termasuk lipopolisakarida dan protein lipid *A.*¹¹

A. actinomycetemcomitans juga dapat menghasilkan toksin dan enzim yang merusak jaringan periodontal. Enzim dan toksin yang diproduksi oleh bakteri tersebut adalah leukotoksin, kolagenase, protease. Leukotoksin dapat merusak sel darah putih terutama neutrofil. Hal ini dapat membantu dalam perkembangan bakteri *A. actinomycetemcomitans* dalam rongga mulut. Toksin ini juga menyebabkan pelepasan elastase yang memiliki efek sitotoksik pada jaringan periodontal sehingga akan mendegradasi osteoblas.¹⁴ Enzim kolagenase dapat memotong dan merusak serat kolagen pada jaringan periodontal.¹⁵ Penelitian menunjukkan bahwa kehilangan komponen kolagen akan menyebabkan terganggunya integritas mekanis dari ligamen periodontal dan pada akhirnya memicu resorpsi tulang alveolar.¹⁶ Metalloproteinases merupakan enzim proteolitik yang mengandung ion logam yaitu zinc. Enzim ini memiliki kemampuan untuk memecah protein pada jaringan periodontal dan mendegradasi tulang alveolar. Metalloproteinases akan mengurai matriks ekstraseluler pada jaringan periodontal dan menghancurkan kolagen pada tulang alveolar sehingga mengakibatkan hilangnya dukungan tulang dan dapat mengarah kepada resorpsi tulang alveolar.^{17,18}

P. gingivalis merupakan bakteri gram negatif obligat anaerob berbentuk batang, non motil, berukuran 0,5 µm x 1-2 µm yang membentuk koloni berwarna hitam pada agar merah. Bakteri ini membutuhkan hemin dan vitamin K selama pertumbuhannya. Pada pewarnaan gram negatif, bakteri ini akan menunjukkan warna merah. *P. gingivalis* mampu menyebabkan perubahan sinyal inflamasi, sistem komplemen, siklus sel, apoptosis serta berinteraksi dengan berbagai reseptor hos. Hal ini menyebabkan bakteri mampu memodifikasi respon kekebalan tubuh hos guna bertahan di dalam jaringan.¹⁹

P. gingivalis memiliki berbagai faktor virulensi yang mendukung patogenitas bakteri. Faktor virulensi dapat berasal dari komponen strukturalnya seperti lipopolisakarida, fimbriae, heat shock protein, dll. Selain itu, dapat juga berasal dari komponen sekresinya seperti gingipain dan membran vesikel luar.²⁰ Penyebaran bakteri ini memiliki peran yang penting dalam perkembangan penyakit periodontal termasuk destruksi tulang alveolar dan jaringan.

Pembentukan osteoklas pada tulang didasari dengan adanya pembentukan polymorphonuclear leukocyte (PMN) sebagai respon inflamasi. Lipopolisakarida dari invasi bakteri *P. gingivalis* mampu memicu pelepasan sitokin pro inflamasi seperti interleukin-8, tumour necrosis factor alpha yang menyebabkan peningkatan dan aktivitas PMN. Sebagai hasil, osteoklas yang terbentuk akan semakin meningkat dan pada akhirnya menyebabkan kerusakan pada tulang alveolar.²¹

Selain PMN, *P. gingivalis* juga menghasilkan enzim kolagenase, gingipain dan arginase. Ketiga enzim ini dapat menyebabkan kerusakan jaringan periodontal dan tulang alveolar. Kolagenase merupakan enzim yang memecah kolagen. Kolagen merupakan komponen utama ligamen periodontal.^{22,23} Kolagenase akan mendegradasi unsur kolagen dan menyebabkan hilangnya kemampuan ligamen periodontal untuk menahan stress terhadap tekanan yang diberikan.¹⁶ Gingipain merupakan enzim protease yang mampu memecah protein periodontal dan mengurangi kemampuan jaringan periodontal untuk mempertahankan kesehatannya. Gingipain dapat menghidrolisis berbagai substrat protein termasuk kolagen dan protein-2 yang terkandung dalam tulang alveolar.

Kemampuan gingipain untuk memecah substrat protein ini memungkinkan bakteri *P. gingivalis* untuk mendegradasi dan mendestruksi jaringan periodontal termasuk tulang alveolar. Selain itu, gingipain juga memproduksi bradikinin yang dapat berperan dalam resorpsi tulang alveolar dengan mensekresikan prostaglandin.²⁴ Prostaglandin berperan dalam respon inflamasi serta memiliki kemampuan untuk mengaktifasi osteoklas.²⁵ Selain kolagenase dan gingipain, *P. gingivalis* juga menghasilkan arginase yang dapat mengurangi ketersediaan asam amino arginin yang diperlukan oleh sel osteoblas untuk sintesis kolagen dan matriks tulang. Akibatnya tulang alveolar menjadi lebih rentan terhadap degradasi.^{26,27}

Tindakan pencegahan perlu dilakukan untuk mengurangi kedua bakteri tersebut untuk berkolonisasi dan berkembangbiak di dalam rongga mulut. Tindakan yang dapat dilakukan adalah dengan menjaga kebersihan rongga mulut yang melibatkan scaling dan root planning. Kedua tindakan ini bertujuan untuk membersihkan plak dan kalkulus yang ditemukan baik diatas dan maupun dibawah gusi. Setelah itu, pemberian instruksi kepada pasien tentang menjaga kesehatan dan kebersihan mulut seperti menyikat gigi dan flossing tetap perlu dilakukan oleh dokter gigi.²⁸ Pemberian antibiotik sistemik dapat dilakukan apabila kondisi kerusakan tulang sudah mencapai tahap yang parah seperti pada penderita periodontitis kronis.²⁹

KESIMPULAN

A. actinomycetemcomitans dan *P. gingivalis* merupakan bakteri yang ada pada rongga mulut dan bersifat gram negatif anaerob. Kedua bakteri ini dapat menyebabkan destruksi tulang alveolar dengan berbagai mekanisme salah satunya adalah mengeluarkan enzim dan toksin. Tindakan pencegahan berupa menjaga kebersihan rongga mulut serta pemberian antibiotik dapat dilakukan untuk mencegah bakteri ini berkolonisasi dan berkembang biak pada rongga mulut.

DAFTAR PUSTAKA

1. Adrianto AWD, Hartomo BT, Putri DA. Variasi Oral microbiome Rongga Mulut Sebagai Biomarker Pada Bidang Kedokteran Gigi: Literature Review. *Indones J Dent.* 2022;2(1):1-6.
2. Könönen E, Gursoy M, Gursoy UK. Periodontitis: A multifaceted disease of tooth-supporting tissues. *J Clin Med.* 2019;8(8):1-12.
3. Basones-Martinez A, Figuero-Ruiz E, Ruiz FMB. Periodontal Diseases as Bacterial Characteristics Infection. *Av Periodon Implantolances.* 2005;17(3):111-8.
4. Kachlany SC. Aggregatibacter actinomycetemcomitans leukotoxin: From threat to therapy. *J Dent Res.* 2010;89(6):561-70.
5. Fine DH, Patil AG, Velusamy SK. Aggregatibacter actinomycetemcomitans (Aa) under the Radar: Myths and misunderstandings of AA and its role in aggressive periodontitis. *Front Immunol.* 2019;10(MAR):1-12.
6. How KY, Song KP, Chan KG. Porphyromonas gingivalis: An overview of periodontopathic pathogen below the gum line. *Front Microbiol.* 2016;7(1):1-14.
7. Lauritsen NN, Claesson R, Jensen AB, Åberg CH, Haubek D. Aggregatibacter Actinomycetemcomitans: Clinical significance of a pathobiont subjected to ample changes in classification and nomenclature. *Pathogens.* 2019;8(4):1-18.
8. Zhou X, Li Y. Subgingival Microbes. In: Atlas of Oral Microbiology. Elsevier; 2015. p. 84-9.
9. Oscarsson J, Claesson R, Lindholm M, Åberg CH, Johansson A. Tools of aggregatibacter actinomycetemcomitans to evade the host response. *J Clin Med.* 2019;8(7):1-12.

10. Benso B. Virulence factors associated with *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* and their role in promoting periodontal diseases. *Virulence* [Internet]. 2017;8(2):111–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/21505594.2016.1235128>
11. Belibasakis GN, Maula T, Bao K, Lindholm M, Bostanci N, Oscarsson J, et al. Virulence and pathogenicity properties of *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*. *Pathogens*. 2019;8(4):1–23.
12. Könönen E, Müller HP. Microbiology of aggressive periodontitis. *Periodontol 2000*. 2014;65(1):46–78.
13. Park O, Cho M, Yun C, Han S. Lippopolysaccharide of *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* induces the expression of chemokines MCP-1, MIP-1a, and IP-10 via similar but distinct signaling pathways in murine macrophages. *Immunobiology*. 2015;1(1):1–8.
14. Herbert BA, Novince CM, Kirkwood KL. *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, a potent immunoregulator of the periodontal host defense system and alveolar bone homeostasis. *Mol Oral Microbiol*. 2016;31(3):207–27.
15. Darveau RP. Periodontitis: A polymicrobial disruption of host homeostasis. *Nat Rev Microbiol*. 2010;8(7):481–90.
16. Kawada J, Komatsu K. In Vitro Effects of Collagenase on Biomechanical Properties and Morphological Features of the Rat Molar Periodontal Ligament. *Japanese Jpn J Oral Biol*. 2000;42(3):193–205.
17. Khoswanto C. Role of matrix metalloproteinases in bone regeneration: Narrative review. *J Oral Biol Craniofacial Res*. 2023;13(5):539–43.
18. Yin L, Swanson B, An J, Hacker BM, Silverman GA, Dak BA, et al. Differential effects of periopathogens on host protease inhibitors SLPI, elafin, SCCA1, and SCCA2. *J Oral Microbiol*. 2010;2(2010):1–12.
19. Chopra A, Bhat SG, Sivaraman K. *Porphyromonas gingivalis* adopts intricate and unique molecular mechanisms to survive and persist within the host: a critical update. *J Oral Microbiol*. 2020;12(1):1–22.
20. Mei F, Xie M, Huang X, Long Y, Lu X, Wang X, et al. *Porphyromonas gingivalis* and its systemic impact: Current status. *Pathogens*. 2020;9(11):1–23.
21. Tokutomi F, Wada-Takahashi S, Sugiyama S, Toyama T, Sato T, Hamada N, et al. *Porphyromonas gingivalis*-induced alveolar bone loss is accelerated in the stroke-prone spontaneously hypertensive rat. Vol. 60, *Archives of Oral Biology*. Elsevier Ltd; 2015;60(6): 911–918 p.
22. Hajishengallis G. Periodontitis: from microbial immune subversion to systemic inflammation. *Nat Rev Immunol*. 2015;15(1):30–44.
23. Tohar R, Alali H, Ansbacher T, Brosh T, Sher I, Gafni Y, et al. Collagenase Administration into Periodontal Ligament Reduces the Forces Required for Tooth Extraction in an Ex situ Porcine Jaw Model. *J Funct Biomater*. 2022;13(2):1–13.
24. Takahisa I. The role of gingipains in the pathogenesis of periodontal disease. *J Periodontol*. 2003;74(1):111–8.
25. Mohammed AK, Practitioner D. The role of prostaglandin (pge2) in alveolar bone destruction. *Stomatognathic (JKG Unej)*. 2015;8(5):170–3.
26. Liu L, Geng Y, Xiong C. Impact of *Porphyromonas gingivalis*-odontogenic infection on the pathogenesis of non-alcoholic fatty liver disease. *Ann Med* [Internet]. 2023 55(2). Available from: <https://doi.org/10.1080/07853890.2023.2255825>
27. Huh JE, Choi JY, Shin YO, Park DS, Kang JW, Nam D, et al. Arginine enhances osteoblastogenesis and inhibits adipogenesis through the regulation of Wnt and NFATc signaling in human mesenchymal stem cells. *Int J Mol Sci*. 2014;15(7):13010–29.
28. Kwon TH, Lamster IB, Levin L. Current Concepts in the Management of Periodontitis. *Int Dent J* [Internet]. 2021;71(6):462–76. Available from: <https://doi.org/10.1111/idj.12630>
29. Tariq M, Iqbal Z, Ali J, Baboota S, Talegaonkar S, Ahmad Z, Sahni JK., Talegaonkar S, Tariq M, Ahmad Z, Ali J, Baboota S, et al. Treatment modalities and evaluation models for periodontitis. *Int J Pharm Investig*. 2012;2(3):106–22.

Aggregatibacter actinomycetemcomitans dan Porphyromonas gingivalis: Bakteri Destruksi Tulang Alveolar

ORIGINALITY REPORT

4%

SIMILARITY INDEX

1%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

2%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

Submitted to Fakultas Kedokteran Universitas
Pattimura

Student Paper

2%

2

www.theseus.fi

Internet Source

1%

Exclude quotes On

Exclude matches < 15 words

Exclude bibliography On