

**AKTIVITAS ANTIBAKTERI KOMBINASI KITOSAN DAN KALSIUM  
HIDROKSIDA TERHADAP BAKTERI *PORPHYROMONAS GINGIVALIS***

**SKRIPSI**

*Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat*

*Mencapai Gelar Sarjana Kedokteran Gigi*



**DISUSUN OLEH:**

**ADILAH ZAHIRAH FITRI DJERMAN**

**J011 20 1048**

**DEPARTEMEN KONSERVASI GIGI**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**2023**

**SKRIPSI**

**AKTIVITAS ANTIBAKTERI KOMBINASI KITOSAN DAN KALSIMUM  
HIDROKSIDA TERHADAP BAKTERI *PORPHYROMONAS GINGIVALIS***

*Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Sarjana*

*Kedokteran Gigi*

**ADIALH ZAHIRAH FITRI DJERMAN**

**J011 201 048**

**DEPARTEMEN ILMU KONSERVASI**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2023**

**LEMBAR PENGESAHAN**


Judul : Aktivitas Antibakteri Kombinasi Kitosan dan Kalsium Hidroksida  
terhadap Bakteri *Porphyromonas gingivalis*

Oleh : Adilah Zahirah Fitri Djerman / J011201048

Telah diperiksa dan disahkan  
pada tanggal 15 November 2023

Oleh:

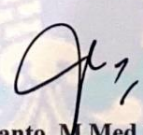
**Pembimbing**



**Dr. Maria Tanjunghardja, drg., Md.Sc**  
**NIP. 1961021 618702 2 001**

Mengetahui,

**Dekan Fakultas Kedokteran Gigi**  
**Universitas Hasanuddin**



**drg. Irfan Sugianto, M.Med.Ed., Ph.D**  
**NIP. 19810215 200801 1 009**

## SURAT PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tercantum dibawah ini:

Nama : Adilah Zahirah Fitri Djerman

NIM : J011201048

Judul : Aktivitas Antibakteri Kombinasi Kitosan dan Kalsium Hidroksida terhadap Bakteri *Porphyromonas gingivalis*

Menyatakan bahwa judul skripsi yang diajukan adalah judul yang baru dan tidak terdapat di Perpustakaan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin.

Makassar, 15 November 2023

Koordinator Perpustakaan FKG UNHAS



Amiruddin, S.Sos  
NIP. 19661121 199201 1 003

## PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Adilah Zahirah Fitri Djerman

NIM : J011201048

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “**Aktivitas Antibakteri Kombinasi Kitosan dan Kalsium Hidroksida terhadap Bakteri *Porphyromonas gingivalis***” adalah benar merupakan karya saya. Judul skripsi ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi. Adapun kutipan yang ada dalam penyusunan karya ini telah saya cantumkan sumber kutipannya dalam skripsi. Demikian pernyataan ini dibuat untuk dipergunakan seperlunya.

Makassar, 15 November 2023




Adilah Zahirah Fitri Djerman

## HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI PEMBIMBING

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Pembimbing:

Dr. Maria Tanumihardja, drg., Md.Sc

Tanda Tangan  
(  )

Judul Skripsi:

Aktivitas Antibakteri Kombinasi Kitosan dan Kalsium Hidroksida terhadap Bakteri  
*Porphyromonas gingivalis*

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul seperti tersebut di atas telah diperiksa,  
dikoreksi, dan disetujui oleh pembimbing untuk dicetak dan/atau diterbitkan.

## **MOTTO**

*“Surely, Allah is the Best of Planners.”*

*(Quran 8:30)*

*“Selalu lakukan yang terbaik dan berdoa, hasilnya biar Allah yang tentukan.”*

*(Mama Rani, Papa Djerman dan Ma Gah)*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah Shubahanahu Wa Ta'ala, karena berkat rahmat dan ridha-Nya yang senantiasa memberikan kemampuan dan kelancaran kepada penulis sehingga skripsi yang berjudul “Aktivitas Antibakteri Kombinasi Kitosan dan Kalsium Hidroksida terhadap Bakteri *Porphyromonas gingivalis*” sebagai salah satu syarat dapat terselesaikan. Shalawat serta salam tak lupa pula penulis haturkan kepada Nabiullah Muhammad SAW. yang merupakan sebaik-baiknya suri teladan.

Selama proses penyusunan skripsi ini tentunya tidak luput dari bimbingan, dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu menyelesaikan skripsi ini, yaitu kepada:

1. **Irfan Sugianto, drg., M.Med.Ed., Ph.D** selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin.
2. **Dr. Maria Tanumihardja, drg., Md.Sc** selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, motivasi, arahan serta ilmu yang sangat bermanfaat untuk penulis hingga penyelesaian skripsi ini.
3. **Wahyuni Suci Dwiandhany, drg., Ph.D., Sp.KG Subsp KR(K)** dan **Dr. Juni Jekti Nugroho, drg., Sp.KG Subsp KE(K)** yang telah meluangkan waktunya menjadi dosen penguji serta memberikan kritik dan saran yang membangun bagi penulis.



4. Seluruh dosen, Staf Akademik, Staf Tata Usaha, Staf Perpustakaan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin, dan Staf Departemen Ilmu Konservasi yang telah banyak membantu penulis selama proses perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.
5. Kedua orang tua penulis, **Djerman Noordin** dan **Gahmarany Arief**, nenek penulis, yaitu **Gahara Mappe**, saudara penulis, yaitu **Nurul Rifqiani Djerman**, dan keponakan penulis tercinta, yaitu **Nazeefa Azkadina Syauqina** yang selalu membantu, memotivasi, mendukung dan mendoakan penulis.
6. Segenap keluarga besar seperjuangan **Artikulasi 2020** atas bantuan dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis, khususnya teman seperjuangan skripsi **Muhammad Fadhel Sabirin** dan **Erna Arminta Sutanto**.
7. Asisten laboratorium Mikrobiologi Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin, yaitu **Kak Yusril Tunggaleng, S.Si** serta seluruh staf laboratorium, atas perizinan yang diberikan, serta bantuan, arahan dan ilmu yang diberikan selama penelitian.
8. Laboran laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, yaitu **Pak Marcus Lembong, Am, Ak., SKM** atas perizinan yang diberikan, serta bantuan, arahan dan ilmu yang diberikan selama penelitian.
9. Staff Fakultas Kedokteran Gigi, **Kak Muhammad Muhadir** yang telah membantu penulis dalam mengolah data hasil penelitian penulis.
10. Teman-teman terdekat penulis, Warga Rusun (**Andi Ayu Dwi Rahmadhani Arfani, Andi Sri Herdiyanti, Annisa Aulya Arriyahyah, Rasyiqah Amni J., Ariva Mahardika, Nur Inayah Zhafirah, Herdini Isnaeni Haer, Bella Anandyta Satria, Sitti Zahra Zafira, Muhammad Fadhel Sabirin, Abhit Dian**

**Maulana, Muhammad Rezky Ramadhan, Muhammad Arifin Rianto, dan Fadhlán Isnán Makkawaru**) yang telah memberikan semangat dan dukungan selama perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.

11. Teman-teman terdekat penulis, Adedas (**Maritza Fathinah Qayyum, Jessica Melinda Clarita Hadiono, dan Fiorella Badzli Irhen Lie**), Songkolo (**Nadya Putri Natasya, Fakhirah Rahmah Ruslan, Firly Aurelia Aisyah, dan Henna Nurhaliza**), dan teman-teman **KKN-PK UH Desa Biring Ere**, khususnya Kasur Bawah (**Andi Rifka Rahmayanti dan Nur Inayah Musa**) yang telah memberikan semangat dan dukungan selama perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.
12. Teman-teman seperjuangan **Asisten Laboratorium Oral Biologi Angkatan 2020** yang telah memberikan semangat dan dukungan selama perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.
13. Teman-teman **IGNITE 20 Smudama** yang telah memberikan semangat dan dukungan selama perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.
14. Kepada seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas bantuan selama penyusunan skripsi ini.

## ABSTRAK

### **Aktivitas Antibakteri Kombinasi Kitosan dan Kalsium Hidroksida terhadap Bakteri *Porphyromonas gingivalis***

**Latar Belakang:** Salah satu perawatan untuk mempertahankan vitalitas pulpa adalah *pulp capping* dengan bahan kalsium hidroksida ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), namun bahan ini dapat menyebabkan *tunnel defect* yang mengakibatkan masuknya bakteri dan produknya ke dalam jaringan pulpa, menyebabkan inflamasi hingga nekrosis pulpa. Penelitian ini mencari alternatif bahan lain yang mengkombinasikan kalsium hidroksida dengan sediaan lain untuk meningkatkan kualitas dentin reparatif yang terbentuk. **Tujuan:** Mengevaluasi aktivitas antibakteri kombinasi kitosan 1:1, 1,5:1, dan 2:1 dengan kalsium hidroksida terhadap bakteri *Porphyromonas gingivalis*. **Metode:** Jenis penelitian ini adalah eksperimental laboratorium dengan desain *post-test with control group* menggunakan metode difusi. Sampel penelitian terdiri atas kombinasi kitosan dan kalsium hidroksida dengan perbandingan konsentrasi 1:1, 1,5:1, 2:1 dan kontrol positif. Kemampuan antibakteri diukur menggunakan jangka sorong untuk melihat diameter zona hambatnya dari *paper disc* ke zona hambat terluar. Teknik pengolahan dan analisis data dilakukan dengan uji *Shapiro-Wilk* dan *Kruskal-Wallis*. **Hasil:** Diameter zona hambat kombinasi kitosan dan kalsium hidroksida (1:1) sebesar 9,0 mm pada 24 jam, 9,5 mm pada 48 jam, dan 9,0 mm pada 72 jam, (1,5:1) sebesar 10,1 mm pada 24 jam, 10,5 mm pada 48 jam, dan 9,3 mm pada 72 jam, (2:1) sebesar 10,9 mm pada 24 jam, 12,7 mm pada 48 jam, dan 9,9 mm pada 72 jam, dan pada kontrol positif sebesar 10,1 mm pada 24 jam, 11,4 mm pada 48 jam, dan 10,3 mm pada 72 jam tanpa perbedaan bermakna diantara perlakuan. **Kesimpulan:** Kombinasi kitosan dan kalsium hidroksida tidak meningkatkan daya hambat bakteri kalsium hidroksida terhadap *Porphyromonas gingivalis*.

**Kata Kunci:** Antibakteri, Kombinasi Kitosan dan Kalsium Hidroksida, *Porphyromonas gingivalis*.

## ABSTRACT

### *Antibacterial Activity of Combination of Chitosan and Calcium Hydroxide against Porphyromonas gingivalis Bacteria*

**Background:** One of the treatments to maintain pulp vitality is pulp capping with calcium hydroxide ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), however it can cause tunnel defects that result in the entry of bacteria and their products into the pulp tissue, causing inflammation to pulp necrosis. Studies are conducted to find an alternative material by combining with calcium hydroxide to enhance the quality of reparative dentin formed. **Objective:** To determine the antibacterial activity of combination of chitosan with ratio of 1:1, 1.5:1, and 2:1, and calcium hydroxide against Porphyromonas gingivalis bacteria. **Methods:** This study is a laboratory experiment with a post-test with control group design using the diffusion method. The samples consisted of a combination of chitosan and calcium hydroxide with ratio of 1:1, 1.5:1, 2:1 and positive control. Antibacterial ability was measured using a caliper to measure the diameter of inhibition zone from the paper disc to the outermost. Data were analysed with Shapiro-Wilk and Kruskal-Wallis tests. **Results:** The diameter of inhibition zone of the combination of chitosan and calcium hydroxide (1:1) was 9.0 mm at 24 hours, 9.5 mm at 48 hours, and 9.0 mm at 72 hours, (1.5:1) was 10.1 mm at 24 hours, 10.5 mm at 48 hours, and 9.3 mm at 72 hours, (2: 1) was 10.9 mm at 24 hours, 12.7 mm at 48 hours, and 9.9 mm at 72 hours, and the calcium hydroxide was 10.1 mm at 24 hours, 11.4 mm at 48 hours, and 10.3 mm at 72 hours with no significant differences among the samples. **Conclusion:** The combination of chitosan and calcium hydroxide did not improve the anti bacterial activity compare to calcium hydroxide against Porphyromonas gingivalis.

**Keywords:** Antibacterial, Combination of Chitosan and Calcium Hydroxide, Porphyromonas gingivalis.

## DAFTAR ISI

|  |             |
|--|-------------|
| <b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>                       | <b>iii</b>  |
| <b>SURAT PERNYATAAN .....</b>                        | <b>iv</b>   |
| <b>PERNYATAAN.....</b>                               | <b>v</b>    |
| <b>HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI PEMBIMBING .....</b>  | <b>vi</b>   |
| <b>MOTTO .....</b>                                   | <b>vii</b>  |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                           | <b>viii</b> |
| <b>ABSTRAK .....</b>                                 | <b>xi</b>   |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                | <b>xii</b>  |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                               | <b>xiii</b> |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                            | <b>xv</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                            | <b>xvi</b>  |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>                        | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang .....                             | 1           |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                            | 4           |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....                           | 5           |
| 1.4 Manfaat Penelitian.....                          | 5           |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>                  | <b>7</b>    |
| 2. 1 Patofisiologi Karies .....                      | 7           |
| 2. 2 Trauma Pada Gigi.....                           | 8           |
| 2. 3 Pulpa Terbuka .....                             | 9           |
| 2.4 <i>Pulp Capping</i> .....                        | 10          |
| 2.4.1 Kalsium Hidroksida .....                       | 11          |
| 2.5 Kitosan .....                                    | 13          |
| 2.5.1 Kandungan Kitosan.....                         | 14          |
| 2.5.2 Manfaat Kitosan sebagai Agen Antibakteri ..... | 15          |
| 2.6 Bakteri <i>Porphyromonas gingivalis</i> .....    | 16          |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>BAB III KERANGKA TEORI DAN KONSEP .....</b> | <b>18</b> |
| 3.1 Kerangka Teori.....                        | 18        |
| 3.2 Kerangka Konsep .....                      | 19        |
| 3.3 Hipotesis.....                             | 20        |
| <b>BAB IV METODE PENELITIAN .....</b>          | <b>21</b> |
| 4.1 Jenis Penelitian .....                     | 21        |
| 4.2 Desain Penelitian.....                     | 21        |
| 4.3 Lokasi Penelitian .....                    | 21        |
| 4.4 Waktu Penelitian .....                     | 21        |
| 4.5 Sampel Penelitian.....                     | 21        |
| 4.6 Variabel Penelitian .....                  | 22        |
| 4.7 Definisi Operasional Variabel.....         | 22        |
| 4.8 Alat dan Bahan .....                       | 23        |
| 4.9 Prosedur Kerja.....                        | 24        |
| 4.10 Alur Penelitian.....                      | 26        |
| <b>BAB V HASIL PENELITIAN .....</b>            | <b>27</b> |
| <b>BAB VI PEMBAHASAN.....</b>                  | <b>31</b> |
| <b>BAB VII PENUTUP.....</b>                    | <b>34</b> |
| 7.1 Kesimpulan.....                            | 34        |
| 7.2 Saran.....                                 | 34        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                    | <b>35</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                           | <b>27</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| <b>Gambar 2.6.1</b> Sel <i>Porphyromonas gingivalis</i> melalui uji <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....                                | 16 |
| <b>Gambar 2.6.2</b> Bakteri <i>Porphyromonas gingivalis</i> dengan <i>Gram stain</i> .....  | 17 |
| <b>Gambar 3.1</b> Bagan kerangka teori .....  | 18 |
| <b>Gambar 3.2</b> Bagan kerangka konsep .....   | 19 |
| <b>Gambar 4.10</b> Bagan alur penelitian .....  | 26 |
| <b>Gambar 5.1</b> Hasil uji aktivitas antibakteri kombinasi kitodan dan kalsium hidroksida terhadap bakteri <i>Porphyromonas gingivalis</i> ..... | 28 |

## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabel 5.1</b> Hasil pengukuran diameter (mm) zona hambat kombinasi kitosan dan kalsium hidroksida terhadap bakteri <i>Porphyromonas gingivalis</i> ..... | 28 |
| <b>Tabel 5.2</b> Hasil Uji Normalitas Data .....  | 30 |
| <b>Tabel 5.3</b> Hasil Uji <i>Kruskal-Wallis</i> .....  | 30 |



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Pengetahuan tentang kebersihan gigi dan mulut sangat penting untuk terbentuknya tindakan dalam menjaga kebersihan gigi dan mulut. Kebersihan gigi dan mulut dilakukan untuk mencegah penyakit gigi dan mulut, namun berdasarkan data WHO *Global Oral Health Report (2022)*, secara global masalah kesehatan gigi dan mulut masih memiliki prevalensi yang tinggi dengan karies merupakan masalah kesehatan gigi dan mulut nomor satu di dunia dengan prevalensi sekitar 2 miliar jiwa pada gigi permanen, diikuti oleh karies pada gigi sulung dengan prevalensi sekitar 514 juta jiwa.<sup>1</sup> Berdasarkan hasil Riset Kesehatan Dasar Indonesia tahun 2018 ditemukan kasus masalah gigi dan mulut yang terbesar adalah kasus gigi rusak/berlubang/sakit yaitu sebanyak 45,3%.<sup>2</sup> Data ini menunjukkan bahwa masalah kesehatan gigi dan mulut memerlukan tindakan preventif dan kuratif guna mewujudkan target pemerintah melalui Kementerian Kesehatan RI, yaitu penduduk Indonesia bebas karies pada tahun 2030.

Beberapa faktor penyebab karies, yaitu *host*, *agent*, substrat dan waktu. Salah satu penyebabnya, yaitu agen atau mikroflora diantaranya bakteri.<sup>3</sup> Karies terjadi bermula dari adanya sisa-sisa makanan dalam rongga mulut yang selanjutnya akan diuraikan oleh bakteri sehingga menghasilkan asam. Asam yang terbentuk menempel pada email menyebabkan demineralisasi akibatnya terjadi karies gigi.

Apabila tidak segera ditangani, maka karies ini akan berlanjut menjadi pulpitis reversibel maupun ireversibel. Beberapa bakteri yang menyebabkan masalah gigi dan mulut antara lain *Porphyromonas gingivalis*, *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sobrinus*, *Lactobacilli*.<sup>4</sup>

Bakteri obligat anaerob dianggap sebagai etiologi utama yang menyebabkan masalah di rongga mulut. Salah satu bakteri yang terlibat dalam terjadinya pulpitis adalah *Porphyromonas gingivalis* yang merupakan bakteri Gram-negatif anaerob obligat yang biasanya ditemukan di rongga mulut, khususnya di poket periodontal dan plak. *Porphyromonas gingivalis* ditemukan telah menginfeksi saluran akar dan terdeteksi lebih banyak pada pulpitis ireversibel dibandingkan dengan pulpitis reversibel, dapat menginfeksi ruang pulpa, menyebabkan kerusakan permanen pada jaringan pulpa.<sup>5,6</sup> Oleh karena itu mempertahankan vitalitas pulpa penting, salah satunya melalui perawatan *pulp capping* yang efektif, baik secara langsung maupun tidak langsung.<sup>7</sup>

Kalsium hidroksida ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) telah menjadi “gold standard” bahan *pulp capping* karena dapat merangsang pembentukan dentin reparatif dan bersifat antibakteri.<sup>8-11</sup> Beberapa penelitian melaporkan aplikasi  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  pada pulpa terbuka membentuk dentin reparatif yang berpori akibat terbentuknya *tunnel defect*.<sup>12</sup> Hal ini dapat berdampak pada kesehatan jaringan pulpa karena bakteri dan produknya dapat berdifusi ke dalam jaringan pulpa dan menyebabkan inflamasi melalui pori atau kebocoran mikro yang berakibat pada kematian pulpa. pH  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  yang tinggi (12,5-12,8), selain berfungsi sebagai antibakteri, juga bersifat

sitotoksik.<sup>13</sup> Berbagai penelitian dilakukan untuk mendapatkan alternatif dengan memanfaatkan bahan alam yaitu dengan mencampurkan bahan alam dalam sediaan  $\text{Ca(OH)}_2$ . Kombinasi bahan tersebut diharapkan memiliki kemampuan penyembuhan pulpa lebih baik dari kalsium hidroksida.

Kitosan (*poly- $\beta$ -1,4-glucosamine*) merupakan biopolimer alami hasil N-deasetilasi dari kitin. Kitin dapat diperoleh dari hewan *Crustacea*, *Insecta*, *Fungus*, *Mollusca*, dan *Arthropoda*.<sup>14</sup> Departemen Kelautan dan Perikanan memperkirakan bahwa Indonesia memiliki potensi limbah cangkang *Crustacea* yang belum dimanfaatkan sebesar 56.200 ton per tahun.<sup>15</sup> Udang yang termasuk kedalam *crustacea* terbukti menjadi sumber terbaik kitosan dengan derajat deasetilasi (DD) >90%. Kitosan memiliki sifat antibakteri, antifungi, biokompatibel, biodegradabel, toksisitas rendah, serta antierosi pada lapisan gigi.<sup>16</sup> Kitosan sangat efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Kitosan telah menunjukkan aktivitas antimikroba yang tinggi terhadap berbagai patogen pembusuk dan mikroorganisme, termasuk jamur, bakteri gram positif dan gram negatif.<sup>17</sup>

Penelitian yang dilakukan oleh Loekito *et al.* pada tahun 2018, dan Dania, *et al.* pada tahun 2020, menunjukkan bahwa kitosan memiliki sifat antibakteri terhadap *Porphyromonas gingivalis*. Penelitian pemberian ekstrak kitosan kepiting rajungan (*Portunus pelagicus*) dengan konsentrasi 0.25%, 0.5% dan 1% menunjukkan peningkatan persentase penghambatan biofilm seiring peningkatan konsentrasi kitosan.<sup>18, 19</sup>

Upaya untuk meningkatkan efek kalsium hidroksida ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) dilakukan dengan menambahkan bahan-bahan alam. Beberapa bahan alam telah diteliti antara lain pisang mauli dan propolis. Penelitian *in vitro* yang dilakukan Aprisari *et al.* pada tahun 2013 melaporkan aktivitas antibakteri yang baik ekstrak herbal batang pisang mauli yang dicampurkan dengan kalsium hidroksid terhadap bakteri *Streptococcus mutans*.<sup>20</sup> Penelitian lainnya yang dilakukan Widjiastuti *et al.* pada tahun 2019 yang mencampurkan propolis dengan kalsium hidroksida juga melaporkan kombinasi tersebut efektif menurunkan jumlah bakteri (CFU) *F. nucleatum* pada rasio 2 bagian propolis dengan 1 bagian kalsium hidroksid.<sup>21</sup>

Dengan kelebihan yang ada pada kitosan seperti yang telah diuraikan di atas, diharapkan dapat terjadi efek sinergis dengan penambahan kitosan pada kalsium hidroksida  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Penelitian pendahuluan diperlukan untuk mengetahui aktivitas antibakteri hasil kombinasi kitosan dengan kalsium hidroksida  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  terhadap salah satu bakteri rongga mulut yaitu bakteri *Porphyromonas gingivalis*.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, maka dirumuskan masalah sebagai berikut:

Apakah kombinasi kitosan dan kalsium hidroksida tidak mengganggu aktivitas antibakteri kalsium hidroksida terhadap bakteri *Porphyromonas gingivalis*?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

#### **1. Tujuan Umum**

Untuk mengetahui aktivitas antibakteri berbagai konsentrasi kombinasi kitosan dan kalsium hidroksida terhadap bakteri *Porphyromonas gingivalis*.

#### **2. Tujuan Khusus**

- a. Untuk menghitung diameter zona hambat bakteri *Porphyromonas gingivalis* setelah pemberian kombinasi kitosan dan kalsium hidroksida pada perbandingan konsentrasi 1:1.
- b. Untuk menghitung diameter zona hambat bakteri *Porphyromonas gingivalis* setelah pemberian kombinasi kitosan dan kalsium hidroksida pada perbandingan konsentrasi 1,5:1.
- c. Untuk menghitung diameter zona hambat bakteri *Porphyromonas gingivalis* setelah pemberian kombinasi kitosan dan kalsium hidroksida pada perbandingan konsentrasi 2:1.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

#### **1. Manfaat Umum**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan data dan informasi tentang aktivitas antibakteri kombinasi kitosan dan kalsium hidroksida sebagai alternatif bahan *pulp capping*.

## **2. Manfaat Khusus**

- a. Memberikan informasi pengetahuan di bidang konservasi gigi mengenai aktivitas antibakteri kombinasi kitosan dan kalsium hidroksida terhadap bakteri *Porphyromonas gingivalis*.
- b. Menjadi dasar ilmiah untuk penelitian lebih lanjut mengenai aktivitas antibakteri kombinasi kitosan dan kalsium hidroksida terhadap bakteri *Porphyromonas gingivalis*.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Patofisiologi Karies

Karies gigi adalah penyakit multifaktorial dan kronik yang berupa destruksi dan demineralisasi gigi akibat asam yang diproduksi oleh bakteri yang menginfeksi gigi.<sup>22</sup> Patofisiologi karies gigi dimulai dengan pembentukan plak gigi oleh mikroorganisme, terutama bakteri, yang akan menyebabkan demineralisasi gigi, mulai dari struktur enamel hingga sementum.<sup>23</sup>

Bakteri dan terkadang jamur dapat mengonsumsi karbohidrat dan menggunakannya sebagai energi dan memproduksi asam laktat. Asam yang diproduksi kemudian menguraikan matriks mineral pada gigi. Pada stadium awal, karies gigi akan terbentuk pada enamel dengan pembentukan plak gigi terlebih dahulu yang 70% berisi bakteri. Bakteri ini kemudian akan memproduksi asam yang dapat mengikis lapisan gigi, dari enamel sampai sementum. Pada stadium awal ini akan memiliki gambaran *white spot lesion*, yaitu lesi seperti putih kapur pada bagian lesi.<sup>24</sup> Lesi tersebut kemudian akan berubah menjadi lesi berwarna kehitaman. Jika demineralisasi terus terjadi, maka zona gelap akan terbentuk. Pada zona ini terjadi remineralisasi yang mengisi bagian prisma email. Pada zona badan lesi, terjadi destruksi dan demineralisasi hebat. Pori-pori pada jaringan ini sebesar 5% pada bagian tepi dan membesar menjadi 25% pada bagian tengah.<sup>24, 25</sup>

Karies pada sementum atau karies akar umumnya lebih sering terjadi pada orang tua akibat terjadinya resesi gingiva. Kejadian-kejadian seperti trauma atau

penyakit periodontal dapat mengganggu gingiva yang kemudian akan terjadi proses kronik sampai lesi menginvasi akar gigi yang berlanjut sampai dentin. Peradangan yang berlanjut dan tidak diobati dapat menyebabkan infeksi pada pulpa gigi yang dapat menyebabkan pulpitis.<sup>25</sup>

## **2.2 Trauma Pada Gigi**

*Traumatic Dental Injury* (TDIs) merupakan salah satu keluhan utama konsultasi medis dalam kedokteran gigi. Meskipun rongga mulut hanya terdiri dari 1% dari seluruh tubuh, namun menyumbang 5% dari seluruh persentase terjadinya cedera fisik. Selain cedera jaringan lunak wajah dan patah tulang wajah, trauma gigi merupakan salah satu cedera yang paling sering terjadi pada daerah kraniomaksilofasial. Sebuah studi terbaru menganalisis 232 studi internasional yang diterbitkan antara tahun 1996 dan 2016. Hasilnya menunjukkan bahwa lebih dari satu miliar orang terkena trauma gigi di seluruh dunia.<sup>26</sup>

Fraktur mahkota gigi adalah salah satu cedera gigi permanen yang paling umum pada trauma gigi, terhitung hingga 50% dari cedera yang diderita. Fraktur ini terutama mempengaruhi enamel gigi dan dentin. Pulpa terbuka sekitar 25% dari semua fraktur mahkota.<sup>26</sup> Cedera gigi terutama melibatkan gigi depan rahang atas. Penyebab paling sering dari cedera ini adalah jatuh, aktivitas olahraga, bersepeda, kecelakaan traumatis. Faktor predisposisi trauma gigi dapat dikaitkan dengan fitur anatomi seseorang: overjet yang meningkat, cakupan bibir yang tidak memadai pada gigi anterior atas, dll.<sup>27</sup> Selain itu, cedera dislokasi secara bersamaan mengurangi kapasitas regeneratif pulpa karena gangguan suplai darah pulpa.



Fraktur mahkota dengan pulpa terbuka biasanya memerlukan perawatan segera. Tujuan dari perawatan ini adalah untuk mempertahankan pulpa yang vital dan tidak meradang, untuk mencegah infeksi, dan untuk membuat penutup kedap air secara permanen terhadap lingkungan mulut dengan restorasi yang sesuai. Kemampuan segel restorasi untuk mencegah masuknya bakteri lebih penting untuk keberhasilan perawatan daripada pemilihan bahan *sealer*.<sup>26</sup>

### **2.3 Pulpa Terbuka**

Ketika pulpa dari gigi yang sebelumnya utuh terbuka secara traumatis, secara umum dapat diasumsikan bahwa pulpa tersebut sehat dan mampu beregenerasi. Kondisi untuk mempertahankan vitalitas baik asalkan suplai darah ke pulpa utuh. Kondisi ini dapat terjadi pada pasien muda tanpa kerusakan pulpa yang disebabkan oleh lesi karies atau cedera gigi traumatis sebelumnya. Semakin lama paparan pulpa, akumulasi deposit bakteri di area luka dapat mengurangi kemungkinan mempertahankan vitalitas pulpa. Semakin lama pulpa terpapar ke rongga mulut, semakin besar kemungkinan jaringan pulpa akan terinfeksi.<sup>28</sup>

Selain itu, cedera dislokasi secara bersamaan mengurangi kapasitas regeneratif pulpa karena gangguan aliran darah pulpa. Fraktur mahkota dengan pulpa terbuka biasanya memerlukan perawatan segera. Tujuan dari perawatan ini adalah untuk mempertahankan pulpa yang vital dan tidak meradang, untuk mencegah infeksi, dan untuk membuat penutup kedap air secara permanen terhadap lingkungan mulut dengan restorasi yang sesuai. Kemampuan segel restorasi untuk

mencegah masuknya bakteri lebih penting untuk keberhasilan perawatan daripada pemilihan bahan sealer.<sup>28</sup>

Pulpitis adalah kondisi di mana terjadi peradangan pada jaringan pulpa atau saraf gigi akibat infeksi bakteri yang masuk ke pulpa dari lesi karies atau gigi berlubang.<sup>29</sup> Proses karies menjadi pulpitis terjadi ketika karies yang merupakan infeksi bakteri, menyebar melalui email dan mencapai lapisan dentin gigi. Bakteri dan toksin seperti lipopolisakarida yang masuk melalui tubuli dentin yang terbuka oleh karena karies, fraktur, erosi, atrisi, faktor fisik, dan kimia, penyakit periodontal ke dalam jaringan pulpa menyebabkan respons inflamasi pulpa gigi yang disebut pulpitis. Pulpitis dapat dibedakan menjadi pulpitis reversibel dan ireversibel. Pulpitis reversibel terjadi ketika karies telah mencapai kamar pulpa, namun inflamasi masih ringan dan pulpa dapat diselamatkan. Pulpitis ireversibel mengacu pada peradangan yang lebih berat, disertai oklusi pembuluh darah foramen apikal, iskemia, dan nekrosis jaringan pulpa. Gejala pulpitis meliputi rasa sakit pada gigi yang terus menerus tanpa adanya penyebab dari luar, nyeri tidak terlokalisir, dan nyeri berkepanjangan jika terdapat stimulus panas atau dingin. Untuk mencegah karies menjadi pulpitis, perlu menjaga kebersihan gigi dan mulut, melakukan pemeriksaan gigi secara teratur, dan menangani masalah gigi seperti gigi berlubang dengan segera.<sup>29</sup>

#### **2.4 Pulp Capping**

*Pulp capping* digunakan untuk mempertahankan vitalitas pulpa kompleks dan menginduksi sel pulpa untuk membentuk jaringan keras dentin reparatif.<sup>24</sup> Material

*pulp capping* diletakkan atau menutup sebagai lapisan pelindung pada dentin yang terbuka pada pulpa vital setelah ekskavasi pada karies dalam atau setelah terpapar akibat trauma. Biomaterial pelindung harus memiliki sifat biokompatibel, biointeraktif (secara biologi melepaskan ion), dan bioaktif (kemampuan membentuk apatit) untuk mengaktifkan sel pulpa dan pembentukan dentin reparatif. *Pulp capping* terbagi 2 yaitu: 1) *Pulp capping* direk, dilakukan ketika pulpa terekspose oleh karena trauma atau iatrogenic seperti paparan yang tidak disengaja selama preparasi gigi atau saat ekskavasi karies. Prosedur ini biasanya menyebabkan perdarahan pulpa yang kemudian diikuti dengan menutup menggunakan cara tertentu untuk menjaga kesehatan, fungsi dan vitalitas pulpa. 2) *Pulp capping* indirek digunakan pada preparasi kavitas yang dalam yang berada di dekat pulpa tetapi tidak terbuka. *Pulp capping* indirek diindikasikan untuk gigi permanen dengan diagnosis pulpa normal dengan tidak ada tanda dan gejala pulpitis, atau gigi dengan diagnosis pulpitis reversibel. Kalsium hidroksida merupakan material yang dianggap sebagai “*gold standard*” dan paling umum digunakan. Hal disebabkan karena kemampuannya untuk berdisosiasi menjadi ion kalsium dan hidroksil, pH yang tinggi, sifat antibakteri, dan kemampuan untuk merangsang odontoblas dan sel pulpa lainnya untuk membentuk dentin reparatif.<sup>8,</sup>

30, 31

#### **2.4.1 Kalsium Hidroksida**

Kalsium hidroksida diperkenalkan sebagai material kedokteran gigi oleh Hermann pada tahun 1921.<sup>31</sup> Kalsium hidroksida pertama kali diperkenalkan pada tahun 1930 oleh Hermann dan sejak saat itu penggunaannya

dalam terapi endodontik semakin meningkat. Kalsium hidroksida adalah bubuk putih tidak berbau dan memiliki rumus kimia  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  yang dapat terdisosiasi menjadi ion kalsium dan hidroksil.<sup>32</sup> Kalsium hidroksida telah lama dianggap sebagai *gold standard* sebagai bahan *pulp capping* karena memiliki sifat antibakteri yang baik, sitotoksitas rendah, dapat menjaga vitalitas pulpa, menstimulasi pembentukan jembatan dentin, dan membantu menetralkan serangan asam anorganik dari bahan restoratif.<sup>33-35</sup> Kalsium hidroksida bekerja dengan cara melepaskan ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan ion hidroksil ( $\text{OH}^-$ ). Kalsium hidroksida melepaskan ion  $\text{Ca}^{2+}$  yang berfungsi memediasi proses mineralisasi. Ion hidroksil ( $\text{OH}^-$ ) berperan meningkatkan pH hingga 12–13 yang berperan sebagai antibakteri dengan menyebabkan kerusakan pada membran sitoplasma dan DNA bakteri.<sup>13</sup>

Kalsium hidroksida memiliki beberapa kekurangan yaitu menyebabkan kerusakan pada lapisan superfisial pulpa yang memicu nekrosis koagulatif pada area antara lapisan pulpa nekrosis dan pulpa vital. Kalsium hidroksida mudah larut dalam cairan di rongga mulut dan berpotensi menyebabkan *tunnel defects*.<sup>31, 33, 35</sup> Sifat basa serta mudah larut dalam cairan di rongga mulut pada kalsium hidroksida akan menyebabkan nekrosis pada pulpa yang kemudian pada proses pembentukan dentin reparatif akan terjadi diskontinuitas jembatan dentin pada area nekrosis yang disebut “*tunnel defects*”. Porositas yang terbentuk pada jembatan dentin (*tunnel defects*) akan memberikan jalan bagi bakteri untuk berpenetrasi ke dalam pulpa yang menyebabkan iritasi pada pulpa sehingga akan memperparah proses inflamasi pada pulpa.<sup>35</sup>

Jaringan yang berkontak dengan pasta kalsium hidroksida menjadi alkalis karena  $\text{Ca(OH)}_2$  merupakan basa kuat dengan pH yang tinggi yaitu sekitar 12,5-12,8.<sup>36</sup> Kondisi basa tersebut juga berperan dalam menghambat pertumbuhan bakteri dengan menghidrolisis lemak pada lapisan polisakarida (LPS) dinding sel bakteri, serta merusak membran sitoplasma bakteri yang menyebabkan terjadinya denaturasi protein dan menghambat proses replikasi DNA. Kalsium hidroksida diindikasikan pada perawatan *pulp capping* untuk menginduksi pembentukan jembatan dentin, perawatan apeksifikasi pada gigi permanen, perawatan lesi periapikal dan adanya resorpsi akar, serta sebagai material sterilisasi antar kunjungan pada perawatan saluran akar.<sup>36</sup>

Penempatan  $\text{Ca(OH)}_2$  untuk jangka waktu yang lama, memperlihatkan adanya *tunnel defect* pada 89% dari *dentinal bridge*, kegagalan dalam menutup dengan baik dan infeksi pada pulpa. Setelah 6 bulan sebagian besar bahan capping  $\text{Ca(OH)}_2$  terurai dan larut.<sup>8, 36</sup>  $\text{Ca(OH)}_2$  memiliki sifat antibakteri yang dapat meminimalkan dan menghilangkan penetrasi bakteri yang masuk dalam pulpa.

## 2.5 Kitosan

Kitosan adalah *poli-(2-amino-2-deksi- $\beta$ -(1-4)-D-glukopiranos)* dengan rumus molekul  $(\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NO}_4)_n$  yang dapat diperoleh dari deasetilasi kitin.<sup>37</sup> Kitosan memiliki sifat antibakteri, antifungistatik, biokompatibilitas, biodegradabilitas, toksisitas rendah, serta antierosi pada lapisan gigi.<sup>16</sup> Peningkatan ekspor udang yang cukup signifikan (BPS diolah Ditjen PDS - KKP). Ekspor udang semakin

meningkat tiap tahunnya mengakibatkan banyaknya limbah kulit udang di Indonesia. Berbagai bahan restorasi seperti semen ionomer kaca, komposit, dan bahan adhesif gigi dapat ditambahkan kitosan untuk meningkatkan sifat antimikroba dan adhesi pada struktur gigi.<sup>37</sup>

### **2.5.1 Kandungan Kitosan**

Komposisi kitosan terdiri atas karbon, hidrogen, dan nitrogen serta dapat larut dalam pelarut asam seperti asam asetat, asam formiat, asam laktat, asam sitrat dan asam hidroklorat. Kitosan tidak larut dalam air, alkali dan asam mineral encer kecuali di bawah kondisi tertentu yaitu dengan adanya sejumlah pelarut asam sehingga dapat larut dalam air, methanol, aseton dan campuran lainnya. Kelarutan kitosan dipengaruhi oleh bobot molekul dan derajat deasetilasi. komposisi kimia kitosan adalah 40,30% karbon; 5,83% hidrogen dan 6,35% nitrogen.<sup>17</sup>

Berdasarkan viskositasnya, berat molekul kitosan terdiri atas tiga yaitu kitosan bermolekul rendah, kitosan bermolekul sedang dan kitosan bermolekul tinggi. Kitosan bermolekul rendah berat molekulnya dibawah 400.000 Mv dan kitosan bermolekul sedang berat molekulnya berkisar 400.000-800.000 Mv, didapat dari hewan laut seperti cangkang atau yang berkulit lunak misalnya udang, cumi-cumi dan rajungan. Kitosan bermolekul tinggi berat molekulnya berkisar 800.000-1.100.000 Mv biasanya didapat dari hewan laut bercangkang keras seperti kepiting, kerang dan blangkas.<sup>17</sup>

### **2.5.2 Manfaat Kitosan sebagai Agen Antibakteri**

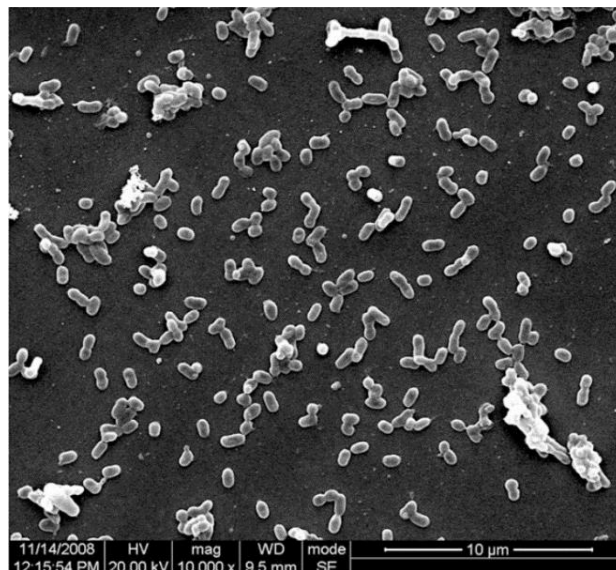
Kitosan memiliki gugus fungsional amina ( $-NH_2$ ) yang bermuatan positif yang sangat reaktif, sehingga mampu berikatan dengan dinding sel bakteri yang bermuatan negatif.<sup>38</sup> Ikatan ini terjadi pada daerah elektronegatif di permukaan dinding sel bakteri. Kitosan dapat menembus dan mengganggu matriks polisakarida yang disusun oleh bakteri pembentuk biofilm tersebut. Antibakteri yang terdapat pada kitosan ini dapat mengganggu kumpulan bakteri pembentuk biofilm.<sup>38</sup>

Multiguna kitosan tidak terlepas dari sifat alaminya, terutama sifat kimianya yaitu polimer poliamin berbentuk linear dan mempunyai gugus amino dan hidroksil yang aktif. Kitosan banyak digunakan di bidang industri dan bidang kesehatan karena memiliki kualitas kimia dan biologi yang sangat baik. Penggunaan kitosan di bidang kedokteran gigi sebagai biomaterial antara lain: antibakterial, dressing, penyembuh luka atau regenerasi tulang, dan memperbaiki sifat-sifat material kedokteran gigi.<sup>39</sup>

Beberapa penelitian mengenai antibakterial kitosan menyatakan bahwa kitosan sangat efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Kitosan telah menunjukkan aktivitas antimikroba yang tinggi terhadap berbagai patogen pembusuk dan mikroorganisme, termasuk jamur, bakteri gram positif dan gram negatif. Kitosan sebagai antimikroba dipengaruhi oleh faktor-faktor intrinsik seperti jenis kitosan, derajat polimerisasi kitosan sedangkan faktor-faktor ekstrinsik seperti organisme mikroba, kondisi lingkungan dan adanya komponen lainnya.<sup>39</sup>

## 2.6 Bakteri *Porphyromonas gingivalis*

*Porphyromonas gingivalis* adalah salah satu dari 700 spesies bakteri di rongga mulut.<sup>40</sup> Bakteri ini merupakan flora normal rongga mulut dan berperan dalam perkembangan penyakit mulut. *Porphyromonas gingivalis* berkoloni pada dental plak di dalam rongga mulut manusia dan salah satu dari bakteri patogen. *Porphyromonas gingivalis* memiliki bercak hitam, *pleomorphic* terutama batang pendek (*coccoballi*), tak punya alat gerak (*nonmotile*) anaerob Gram negatif, non-fermentasi, dapat tumbuh optimum pada suhu 36,8 – 39 °C dengan pH antara 7,5 – 8,0, tidak membentuk spora (*non spore forming*), obligat anaerob. Habitat utama *Porphyromonas gingivalis* adalah pada daerah subgingiva terutama pada daerah subgingiva penderita periodontitis. Selain itu juga dapat ditemukan di daerah lidah, gingiva, membran mukosa bukal dan tonsil.<sup>40, 41</sup>

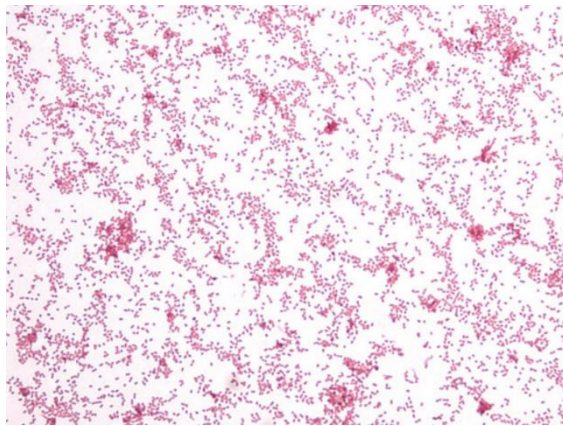


**Gambar 2.6.1** Sel *Porphyromonas gingivalis* melalui uji *Scanning Electron Microscope* (SEM)

(Sumber: Zhou X dan Li Y, 2015)



Bakteri pada lapisan lanjut karies dentin dapat berfungsi sebagai patogen yang dapat menyebabkan pulpitis dan peradangan pulpa. *Porphyromonas gingivalis* adalah bakteri yang banyak ditemukan di rongga mulut, terutama pada plak gigi dan poket periodontal. *Porphyromonas gingivalis* dapat menginfeksi kamar pulpa, menyebabkan peradangan dan kerusakan permanen pada jaringan pulpa. Bakteri ini lebih banyak ditemukan pada gigi dengan pulpitis ireversibel daripada pada gigi dengan pulpitis reversibel.<sup>41</sup>



**Gambar 2.6.2** Bakteri *Porphyromonas gingivalis* dengan *Gram stain*

(Sumber: Zhou X dan Li Y, 2015)