

**AKTIVITAS ANTIBAKTERI KOMBINASI EKSTRAK DAUN KELOR  
(*MORINGA OLEIFERA*) DAN KALSIUM HIDROKSIDA TERHADAP  
BAKTERI *PORPHYROMONAS GINGIVALIS***

**SKRIPSI**

*Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat*

*Mencapai Gelar Sarjana Kedokteran Gigi*



**DISUSUN OLEH:**

**ERNA ARMINTA SUTANTO**

**J011201043**

**DEPARTEMEN KONSERVASI GIGI**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**2023**

**SKRIPSI**

**AKTIVITAS ANTIBAKTERI KOMBINASI EKSTRAK DAUN KELOR  
(*MORINGA OLEIFERA*) DAN KALSIMUM HIDROKSIDA TERHADAP  
BAKTERI *PORPHYROMONAS GINGIVALIS***

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

**ERNA ARMINTA SUTANTO**

**J011201043**

**DEPARTEMEN ILMU KONSERVASI**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2023**

**LEMBAR PENGESAHAN**

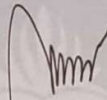
Judul : Aktivitas Antibakteri Kombinasi Ekstrak Daun Kelor (*Moringa Oleifera*) dan Kalsium Hidroksida terhadap Bakteri *Porphyromonas Gingivalis*

Oleh : Erna Arminta Sutanto / J011201043

Telah diperiksa dan disahkan  
pada tanggal 14 November 2023

Oleh:

**Pembimbing**



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

Mengetahui,

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



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

## SURAT PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tercantum dibawah ini:

Nama : Erna Arminta Sutanto

NIM : J011201043

Judul : Aktivitas Antibakteri Kombinasi Ekstrak Daun Kelor (*Moringa Oleifera*)  
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, 14 November 2023

Koordinator Perpustakaan FKG UNHAS



Amiruddin, S.Sos  
NIP. 19661121 199201 1 003

## PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Erna Arminta Sutanto

NIM : J011201043

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “**Aktivitas Antibakteri Kombinasi Ekstrak Daun Kelor (*Moringa Oleifera*) 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. Jika di dalam skripsi ini terdapat kutipan yang berasal dari sumber lain, saya nyatakan telah dicantumkan sumber kutipannya di dalam daftar pustaka skripsi. Demikian pernyataan ini dibuat untuk dipergunakan seperlunya.

Makassar, 14 November 2023



Erna Arminta Sutanto

J011201043

## **MOTTO**

*“Learn from the mistakes in the past, try by using a different way and always hope for a successful future”*

*“Kecerdasan ditambah dengan karakter merupakan tujuan dari pendidikan sejati.”*

*(Martin Luther King)*


## 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 Ekstrak Daun Kelor (*Moringa Oleifera*) 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.

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa, karena berkat karunia-Nya yang senantiasa memberikan kemampuan dan kelancaran kepada penulis sehingga skripsi yang berjudul “Aktivitas Antibakteri Kombinasi Ekstrak Daun Kelor (*Moringa Oleifera*) dan Kalsium Hidroksida terhadap Bakteri *Porphyromonas Gingivalis*” sebagai salah satu syarat dapat terselesaikan tepat pada waktunya.

Penulis menyadari bahwa berbagai kesulitan dan rintangan dalam proses penyusunan skripsi ini tidak dapat dilewati tanpa adanya bimbingan, dukungan dan bantuan dari berbagai pihak dari masa perkuliahan hingga proses penyusunan skripsi ini. Dalam kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu menyelesaikan skripsi ini, yaitu kepada:

1. **drg. Irfan Sugianto, M.Med.Ed., Ph.D** selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin yang telah memberikan motivasi kepada seluruh mahasiswa dalam menyelesaikan skripsi tepat waktu.
2. **Dr. Maria Tanumihardja, drg., Md.Sc** selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran, untuk memberikan bimbingan, motivasi, petunjuk, arahan, saran serta ilmu yang sangat bermanfaat kepada penulis dalam penulisan proposal hingga laporan akhir sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik dan berjalan dengan lancar.
3. **Dr. drg. Hafsah Katu, M.Kes dan drg. Nurhayaty Natsir, Ph.D., Sp.KG Subsp KR(K)** selaku dosen penguji skripsi yang telah meluangkan waktunya



untuk memberikan nasihat, saran, dan masukan pada saat ujian seminar proposal hingga seminar hasil yang membangun bagi penulis.

4. **drg. Andi Sumidarti, M.Kes.** dan **drg. Nur Asmi Usman, Sp. PM** selaku dosen Penasehat Akademik yang telah memberikan arahan, bimbingan, dukungan serta motivasi selama menyelesaikan masa studi.
5. 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.
6. Kepada Kedua orang tua penulis, **Herry Hartono Sutanto, B.Sc.** dan **Dra. Meyliana, Apt.**, dan kakak kandung penulis, yaitu **dr. Derian Adiguna Sutanto** Terima kasih atas doa, kasih sayang, dukungan batin, materi, dan bantuan tak ternilai lainnya yang telah diberikan kepada penulis hingga mencapai titik ini. Semoga Papa dan Mama selalu sehat dan bahagia.
7. Teman-teman seperjuangan skripsi **Adilah Zahirah Fitri Djerman** dan **Muhammad Fadhel Sabirin** yang senantiasa berjuang Bersama dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Asisten laboratorium Mikrobiologi Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin, yaitu **Kak Yusril Tunggaleng, S.Si** serta seluruh staf, atas perizinan yang diberikan, serta bantuan, arahan dan ilmu yang diberikan selama proses penelitian berlangsung.
9. 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 proses penelitian berlangsung.

10. Staff Fakultas Kedokteran Gigi, **Kak Muhammad Muhadir** yang telah membantu penulis dalam mengolah data hasil penelitian penulis.
11. Sahabat seperjuangan dari maba hingga saat ini, Lambe (**Joice Ingrid Imanuela, Adinda Maharani, Eser Suryanti Sambara, A. Arigoh Asjad, Muh. Fadil Fauzan, Ulfia Ainil Syahrani, Muh. Chaerul Gunawan, Andi Adelya Nurmadhani, Andi Athalia Savitri, Nur Fadilah Warapsari, Aslam Mubarak, Muh. Ridzki Putra Pratama, Fазiah Syardilla Syah, Imam Ahmad Ramadhan**) yang selalu bersama dalam suka dan duka dari awal hingga akhir masa prelinik penulis, mendukung satu dengan yang lain, memberikan motivasi dan semangat, mendengar keluh kesah selama perkuliahan berlangsung.
12. Teman-teman tercinta penulis, **Beatrice Yaputri, Lolol (Jennifer Listiara, Tania Arya Surya, dan Vanessa Lee), Freak (Liani Cynthia, Caroline Christie Sanjaya, Yoceline Setiawan, dan Nissa Artha)** yang memberikan penulis penyemangat yang tiada henti, selalu mau direpotkan, serta selalu menjadi tempat penulis berbagi cerita tentang apapun yang dilalui.
13. Teman-teman seperjuangan **KKN-PK 63 UH Desa Barugaya**, khususnya **Warga Perintis** terima kasih sudah memberikan warna dan cerita tersendiri bagi penulis.

14. Segenap keluarga besar seperjuangan **Artikulasi 2020** yang telah memberikan pengalaman, pembelajaran, bantuan dan dukungan selama di bangku kuliah ini, terima kasih atas kebersamaannya dari awal hingga akhir perkuliahan.
15. Teman-teman **Ikatan Mahasiswa Kedokteran Buddhis (IMKIS)**
16. Kepada seluruh pihak yang memberikan support kepada penulis namun tidak dapat disebutkan satu persatu. Terima kasih atas bantuan, semangat, dan doa baik yang diberikan kepada penulis selama ini.

## ABSTRAK

### Aktivitas Antibakteri Kombinasi Ekstrak Daun Kelor (*Moringa Oleifera*) Dan Kalsium Hidroksida Terhadap Bakteri *Porphyromonas Gingivalis*

**Latar Belakang:** Pemberian bahan *pulp capping* pada pulpa vital reversible dengan karies yang hampir mencapai pulpa atau pada pulpa yang terbuka ditujukan untuk mempertahankan vitalitas pulpa. Salah satu bahan *pulp capping* yang umum digunakan yaitu kalsium hidroksida untuk mematikan bakteri, menyembuhkan pulpa yang terinflamasi dan menginduksi pembentukan dentin reparatif. Kombinasi ekstrak herbal dengan kalsium hidroksida telah banyak diteliti untuk mengoptimalkan pembentukan dentin reparatif. **Tujuan:** Mengevaluasi aktivitas antibakteri kombinasi ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) dengan berbagai konsentrasi dan kalsium hidroksida terhadap bakteri *Porphyromonas gingivalis*. **Metode:** Jenis penelitian ini adalah eksperimental laboratorium dengan desain *post-test with control group design* menggunakan metode difusi. Sampel penelitian terdiri atas kombinasi ekstrak daun kelor dan kalsium hidroksida dengan perbandingan konsentrasi 1:1, 1,5:1, 2:1 dan kontrol positif. Diameter zona hambat diukur menggunakan jangka sorong dari *paper disc* ke zona hambat terluar. Analisis data dilakukan dengan uji Shapiro Wilk dan One-Way Anova. **Hasil:** Diameter zona hambat kombinasi ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) dan kalsium hidroksida (1:1) sebesar 5,9 mm pada 24 jam, 8,7 mm pada 48 jam dan 10,1 mm pada 72 jam, (1,5:1) sebesar 8,6 mm pada 24 jam, 10,15 mm pada 48 jam dan 10,7 mm pada 72 jam, dan (2:1) sebesar 10,3 mm pada 24 jam, 11,3 mm pada 48 jam dan 10,9 mm pada 72 jam. Kalsium hidroksida menunjukkan diameter zona hambat sebesar 11,2 mm pada 24 jam, 11,1 mm pada 48 jam dan 9,6 mm pada 72 jam. Tidak ada perbedaan bermakna diameter zona hambat kombinasi ekstrak daun kelor berbagai konsentrasi (*Moringa oleifera*) dan kalsium hidroksida dibandingkan kalsium hidroksida. **Kesimpulan:** Kombinasi ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) dan kalsium hidroksida tidak meningkatkan daya hambat bakteri terhadap *Porphyromonas gingivalis* dibandingkan dengan kalsium hidroksida.

**Kata Kunci:** Antibakteri, Kombinasi Ekstrak daun kelor dan Kalsium hidroksida, *Porphyromonas gingivalis*

## ABSTRACT

### ***Antibacterial Activity of Combination of Moringa Leaf Extract (Moringa Oleifera) and Calcium Hydroxide Against Porphyromonas Gingivalis Bacteria***

**Background:** The application of pulp capping materials in reversible vital pulp with caries that has almost reached the pulp or in an exposed pulp is aimed to maintain pulp vitality. Calcium hydroxide is commonly used to kill bacteria, heal inflamed pulp and induce reparative dentin formation. The combination of herbal extracts with calcium hydroxide has been widely studied to optimize reparative dentin formation. **Objective:** To evaluate the antibacterial activity of combination of Moringa (*Moringa oleifera*) leaf extract at various concentrations and calcium hydroxide against *Porphyromonas gingivalis*. **Methods:** This is a laboratory experimental study with post-test control group design using the diffusion method. The samples consist of a combination of moringa leaf extract and calcium hydroxide with a concentration ratio of 1:1, 1.5:1, 2:1 and positive control. The diameter of the inhibition zone was measured using a caliper from the paper disc to the outermost. Data analysis was performed with Shapiro Wilk test and One-Way Anova. **Results:** The diameter of inhibition zone of the combination of Moringa (*Moringa oleifera*) leaf extract and calcium hydroxide (1:1) was 5.9 mm at 24 hours, 8.7 mm at 48 hours and 10.1 mm at 72 hours, (1.5:1) was 8.6 mm at 24 hours, 10.15 mm at 48 hours and 10.7 mm at 72 hours, and (2: 1) was 10.3 mm at 24 hours, 11.3 mm at 48 hours and 10.9 mm at 72 hours. Calcium hydroxide showed diameter of inhibition zone 11.2 mm at 24 hours, 11.1 mm at 48 hours and 9.6 mm at 72 hours, with no significant differences with calcium hydroxide. **Conclusion:** The combination of Moringa (*Moringa oleifera*) leaf extract and calcium hydroxide did not enhance antibacterial activity against *Porphyromonas gingivalis* compared to calcium hydroxide.

**Keywords:** Antibacterial, Combination of Moringa leaf extract 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>MOTTO .....</b>	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI PEMBIMBING .....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Patofisiologi Karies .....	6
2.2 Trauma Pada Gigi.....	8
2.3 <i>Pulp Capping</i> .....	8
2.3.1 Kalsium Hidroksida .....	9
2.4 Daun Kelor ( <i>Moringa oleifera</i> ) .....	11
2.4.1 Karakteristik Daun Kelor ( <i>Moringa oleifera</i> ) .....	12
2.4.2 Taksonomi Klasifikasi Daun Kelor ( <i>Moringa oleifera</i> ).....	13
2.4.3 Kandungan Daun Kelor ( <i>Moringa oleifera</i> ) .....	13
2.4.4 Antiinflamasi Daun Kelor.....	14

2.5	Bakteri <i>Porphyromonas gingivalis</i> .....	16
<b>BAB III KERANGKA TEORI DAN KONSEP .....</b>		<b>19</b>
3.1	Kerangka Teori.....	19
3.2	Kerangka Konsep .....	20
3.3	Hipotesis.....	21
<b>BAB IV METODE PENELITIAN .....</b>		<b>22</b>
4.1	Jenis Penelitian .....	22
4.2	Desain Penelitian.....	22
4.3	Lokasi Penelitian .....	22
4.4	Waktu Penelitian .....	22
4.5	Sampel Penelitian.....	22
4.6	Variabel Penelitian .....	23
4.7	Definisi Operasional Variabel.....	23
4.8	Alat dan Bahan .....	24
4.9	Prosedur Kerja.....	25
4.10	Alur Penelitian.....	27
<b>BAB V HASIL PENELITIAN .....</b>		<b>28</b>
5.1	Analisis Uji Normalitas Data .....	31
5.2	Analisis Uji Homogenitas Data.....	32
5.3	Analisis Uji <i>One-way Anova</i> .....	32
5.4	Analisis Uji <i>Post-Hoc Test (LSD)</i> .....	33
<b>BAB VI PEMBAHASAN.....</b>		<b>35</b>
<b>BAB VII PENUTUP.....</b>		<b>38</b>
7.1	Kesimpulan.....	38
7.2	Saran.....	38
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>39</b>

**LAMPIRAN..... 44**



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.4</b> Daun kelor .....	12
<b>Gambar 2.5</b> Bakteri <i>Porphyromonas gingivalis</i> .....	17
<b>Gambar 3.1</b> Bagan kerangka teori .....	19
<b>Gambar 3.2</b> Bagan kerangka konsep .....	20
<b>Gambar 4.10</b> Bagan alur penelitian .....	27
<b>Gambar 5.1</b> Hasil uji zona hambat bakteri <i>Porphyromonas gingivalis</i> pada kombinasi ekstrak daun kelor dan kalsium hidroksida.....	29

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 5.1</b> Hasil pengukuran diameter (mm) zona hambat kombinasi ekstrak daun kelor dan kalsium hidroksida terhadap bakteri <i>Porphyromonas gingivalis</i> . .....	29
<b>Tabel 5.2</b> Hasil Uji Normalitas Data .....	31
<b>Tabel 5.3</b> Hasil Uji Homogenitas Data.....	32
<b>Tabel 5.4</b> Hasil uji beda nilai rata-rata dengan <i>One-way Anova</i> .....	32
<b>Tabel 5.5</b> Hasil uji Post-Hoc Test (LSD) .....	33

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Kesehatan gigi dan mulut memegang peranan yang sangat penting bagi kesehatan tubuh kita, namun menurut data WHO (World Health Organization) *Global Oral Health Status Report (2022)*, karies gigi merupakan masalah kesehatan gigi dan mulut nomor satu di dunia. Prevalensi karies gigi sekitar 2 miliar jiwa pada gigi permanen, diikuti oleh karies pada gigi desidui dengan prevalensi sekitar 514 juta jiwa, prevalensi kasus edentulous dengan prevalensi sekitar 350 juta jiwa.<sup>1</sup> Berdasarkan hasil riset kesehatan dasar Indonesia 2018 ditemukan kasus masalah gigi dan mulut yang paling banyak terjadi adalah gigi rusak/berlubang/sakit, yaitu sebesar 45,3%.<sup>2</sup> Data tersebut menunjukkan bahwa prevalensi masalah kesehatan gigi dan mulut memerlukan pencegahan dan penanganan untuk mencapai tujuan pemerintah yaitu penduduk Indonesia bebas karies pada tahun 2030 yang ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan RI.

Karies memiliki beberapa faktor penyebab, yaitu penjamu (*host*), agen (mikroflora), substrat (lingkungan), dan waktu. Karies gigi terjadi ketika sisa-sisa makanan dalam rongga mulut diurai oleh bakteri menjadi asam, menempel pada email, menyebabkan demineralisasi yang membentuk kavitas gigi.<sup>3</sup> Beberapa

bakteri penyebab masalah gigi dan mulut adalah *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sobrinus*, *Porphyromonas gingivalis*, *Lactobacilli*.<sup>4</sup>

*Porphyromonas gingivalis* merupakan salah satu bakteri yang berperan penting dalam terjadinya pulpitis.<sup>5</sup> Bakteri ini banyak ditemukan pada lapisan lanjut karies dentin, dapat berperan sebagai patogen potensial yang menyebabkan peradangan pulpa dan mengkolonisasi kamar pulpa, yang dapat menyebabkan kerusakan permanen pada jaringan pulpa.<sup>6</sup> *pulp capping* adalah salah satu perawatan pulpa vital dengan pemberian bahan pada dasar kavitas gigi dengan tujuan mempertahankan vitalitas pulpa.<sup>7</sup>

Kalsium hidroksida ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) adalah bahan *pulp-capping* utama yang direkomendasikan pada perawatan *pulp capping* untuk 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 *porous* akibat terbentuknya *tunnel defect*<sup>12</sup> yang dapat berdampak pada kesehatan jaringan pulpa, menyebabkan pada kematian pulpa. pH  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  yang sangat alkalis bersifat sitotoksik dan mematikan bakteri<sup>13</sup>. Dalam upaya meningkatkan pembentukan dentin reparative, berbagai penelitian dilakukan untuk mendapatkan alternatif dengan memanfaatkan bahan alam yaitu dengan mencampurkan bahan alam dalam sediaan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Kombinasi bahan tersebut diharapkan memiliki kemampuan penyembuhan pulpa lebih baik dari kalsium hidroksida.

Daun Kelor (*Moringa oleifera*) yang dijuluki sebagai *The Miracle Tree* atau pohon ajaib merupakan tanaman asli Indonesia yang dapat digunakan sebagai obat,

antimikroba, dan antioksidan, yang dapat mengatasi berbagai macam penyakit termasuk mempercepat proses penyembuhan luka. komponen bioaktif yang terkandung dalam daun kelor antara lain flavonoid, saponin, polifenol, *phenolic*, alkaloid, dan tannin<sup>14-16</sup> Terdapat lebih dari 90 jenis nutrisi dalam daun kelor berupa vitamin esensial, mineral, asam amino, kalsium, zat besi, protein, Vitamin A, B, dan Vitamin C.<sup>17,18</sup>

Penelitian yang dilakukan oleh Kurniawan, *et al* (2021), kombinasi ekstrak propolis 10% dan kombinasi ekstrak daun kelor 40%, kombinasi dari propolis 10% dan kombinasi ekstrak daun kelor 80% mempunyai efektivitas antibakteri yang baik terhadap bakteri *Porphyromonas gingivalis*<sup>19</sup> penelitian lainnya oleh Madhloom, *et al.* (2022) kombinasi ekstrak daun kelor dan *red pomegranate* mempunyai efek antibakteri dan anti-biofilm yang unggul terhadap bakteri *Porphyromonas gingivalis* dan semakin besar konsentrasi ekstrak daun kelor yang diberikan maka semakin besar daya antibakterinya.<sup>20</sup>

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, penulis tertarik untuk menambahkan ekstrak daun kelor ke dalam kalsium hidroksida  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  yang diharapkan dapat meningkatkan efek kalsium hidroksida sebagai bahan *pulp capping*. Oleh karena itu, sebagai skrining awal perlu diteliti aktivitas antibakteri hasil kombinasi kedua bahan tersebut terhadap bakteri *Porphyromonas gingivalis*.

## **1.2 Rumusan Masalah**

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

Apakah kombinasi ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) tidak mengganggu aktivitas antibakteri pada kalsium hidroksida terhadap bakteri *Porphyromonas gingivalis*?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

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

Untuk mengetahui aktivitas antibakteri berbagai konsentrasi kombinasi ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) dan kalsium hidroksida terhadap bakteri *Porphyromonas gingivalis*.

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

- a. Untuk menghitung diameter zona hambat bakteri *Porphyromonas gingivalis* setelah pemberian kombinasi ekstrak daun kelor dan kalsium hidroksida pada perbandingan konsentrasi 1:1.
- b. Untuk menghitung diameter zona hambat bakteri *Porphyromonas gingivalis* setelah pemberian kombinasi ekstrak daun kelor dan kalsium hidroksida pada perbandingan konsentrasi 1,5:1.
- c. Untuk menghitung diameter zona hambat bakteri *Porphyromonas gingivalis* setelah pemberian kombinasi ekstrak daun kelor 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 ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) dan kalsium hidroksida sebagai alternatif bahan *pulp capping*.

## **2. Manfaat Khusus**

- a. Memberikan informasi pengetahuan di bidang konservasi gigi mengenai aktivitas antibakteri kombinasi ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) dan kalsium hidroksida terhadap bakteri *Porphyromonas gingivalis*.
- b. Menjadi dasar ilmiah untuk penelitian lebih lanjut mengenai aktivitas antibakteri kombinasi ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) dan kalsium hidroksida terhadap bakteri *Porphyromonas gingivalis*.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Patofisiologi Karies**

Karies gigi biasanya dimulai pada dan di bawah permukaan enamel (demineralisasi awal adalah di bawah permukaan), dan merupakan hasil dari proses di mana struktur kristal mineral gigi mengalami demineralisasi oleh asam organik yang dihasilkan oleh bakteri biofilm dari metabolisme makanan. Karbohidrat yang dapat difermentasi, terutama gula. Meskipun berbagai macam asam organik dapat dihasilkan oleh mikroorganisme biofilm gigi, asam laktat adalah produk akhir utama dari metabolisme gula dan dianggap sebagai asam utama yang terlibat dalam pembentukan karies. Saat asam terbentuk dalam fase cair biofilm, pH turun ke titik di mana kondisi pada antarmuka biofilm-enamel menjadi kurang jenuh, dan asam sebagian demineralisasi lapisan permukaan gigi. Hilangnya mineral menyebabkan peningkatan porositas, pelebaran ruang antara kristal enamel dan pelunakan permukaan, yang memungkinkan asam berdifusi lebih dalam ke dalam gigi sehingga terjadi demineralisasi mineral di bawah permukaan (demineralisasi bawah permukaan). Penumpukan produk reaksi, terutama kalsium dan fosfat, dari pelepasan permukaan dan bawah permukaan meningkatkan derajat kejenuhan dan sebagian dapat melindungi lapisan permukaan dari demineralisasi lebih lanjut. Selain itu, keberadaan fluorida dapat menghambat demineralisasi lapisan permukaan. Setelah gula dibersihkan dari mulut dengan menelan dan pengenceran air liur, asam biofilm dapat dinetralkan oleh aksi penyangga air liur. pH cairan



biofilm kembali ke netralitas dan menjadi cukup jenuh dengan ion kalsium, fosfat, dan fluorida sehingga demineralisasi berhenti dan pengendapan ulang mineral (remineralisasi) lebih disukai. Karena sifat dinamis dari proses penyakit, tahap awal (subklinis) karies dapat dibalik atau dihentikan terutama dengan adanya fluoride.<sup>21</sup>

Ketika demineralisasi berlanjut ke bawah permukaan enamel dan dentin dalam kasus karies akar, dengan tantangan asam dan penurunan pH yang terus berlanjut, tingkat kehilangan mineral menjadi lebih besar di bawah permukaan daripada di permukaan, menghasilkan pembentukan lesi di bawah permukaan. . Ketika mineral yang hilang cukup, lesi muncul secara klinis sebagai bercak putih. Pada tahap perkembangan ini, karies tahap awal (kode ICDAS 1 dan 2) mengalami demineralisasi.<sup>21</sup>

Jika proses karies berkembang lebih jauh, porositas permukaan meningkat dengan pembentukan kavitas mikro pada enamel (kode ICDAS 3) atau, pada karies akar, pelunakan progresif lapisan dentin permukaan. Pada karies mahkota gigi, lapisan permukaan lesi pada akhirnya dapat kolaps, menghasilkan kavitas fisik (lubang makroskopis — kode ICDAS 5 atau 6), bahkan pada tahap keparahan karies yang lebih luas ini, lesi mungkin dalam keadaan optimal masih berhenti, meskipun rongga penahan biofilm akan tetap ada. Ketika tahap ireversibel luas lesi tercapai (biasanya, di sebagian besar negara maju, pada kode ICDAS 5 dan 6), dikombinasikan dengan gejala dan/atau pertimbangan kebutuhan fungsional atau estetika pasien, diindikasikan intervensi operatif. Jika proses karies berlanjut, pada akhirnya pulpa gigi akan terganggu dan diperlukan perawatan saluran akar atau pencabutan gigi akan diperlukan.<sup>21</sup>

## **2.2 Trauma Pada Gigi**

*Traumatic Dental Injury* (TDIs) merupakan salah satu keluhan utama pada konsultasi medis dalam kedokteran gigi. Meskipun daerah mulut hanya terdiri dari 1% dari seluruh tubuh, namun menyumbang 5% dari semua 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>22</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>23</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>24</sup>

## **2.3 Pulp Capping**

*Pulp capping* digunakan untuk mempertahankan vitalitas pulpa kompleks dan menginduksi sel pulpa untuk membentuk jaringan keras dentin reparatif.<sup>25</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>8,26,27</sup>

### **2.3.1 Kalsium Hidroksida**

Kalsium hidroksida diperkenalkan sebagai material kedokteran gigi oleh Hermann pada tahun 1921.<sup>28</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>29</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>30-32</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>27,29,30</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>30</sup>

Jaringan yang berkontak dengan pasta kalsium hidroksida menjadi alkalis karena  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  merupakan basa kuat dengan pH yang tinggi yaitu sekitar 12,5-12,8.<sup>31</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 kunjung pada perawatan saluran akar.<sup>31</sup>

Penempatan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  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  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  terurai dan larut.<sup>10,31</sup>  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  memiliki sifat antibakteri yang dapat meminimalkan dan menghilangkan penetrasi bakteri yang masuk dalam pulpa.

#### **2.4 Daun Kelor (*Moringa oleifera*)**

*Moringa oleifera* banyak dikenal masyarakat dengan sebutan daun kelor. Bagian tanaman yang sering dipakai adalah daun, baik untuk sayur atau untuk terapi herbal secara empiris. Daun kelor yang dikenal sebagai sayur-sayuran juga mempunyai banyak manfaat dan terbukti ampuh mengatasi berbagai penyakit diantaranya diabetes, hepatitis, jantung dan kolestrol tinggi. Berbagai riset ilmiah membuktikan bahwa daun kelor mengandung sejumlah senyawa aktif dan memiliki kandungan nutrisi paling lengkap dibanding dengan tumbuhan jenis apapun. *Moringa oleifera* kaya akan  $\beta$ -karoten, vitamin C, vitamin E, polifenol. Beberapa penelitian melaporkan pengguna daun kelor

ini dapat meningkatkan fungsi biologis diantaranya antiinflamasi, antikanker, hepatoprotektif dan neuroprotektif. Daun kelor ini satu tanaman yang telah dibuktikan memiliki aktivitas sebagai antiinflamasi.<sup>33,34,35</sup>



**Gambar 2.4** Daun kelor

(Sumber: Marhaeni, 2021)

#### **2.4.1 Karakteristik Daun Kelor (*Moringa oleifera*)**

Tanaman kelor (*Moringa oleifera*) merupakan tanaman yang banyak dijumpai di Indonesia, tanaman ini tidak mengenal musim dan dapat tumbuh dalam berbagai iklim, mampu tumbuh di berbagai jenis tanah, tidak memerlukan perawatan yang intensif dan mudah dikembangbiakkan. Tanaman kelor ini disebut *Moringa pterygosperma*, pada beberapa negara kelor dikenal dengan sebutan *benzolive*, *drumstick tree*, *kelor*, *marango*, *mlonge*, *mulangay*, *nebeday*, *sajihan* dan *sajna* dikenal sebagai pohon kehidupan.<sup>36,37</sup> Selama ribuan tahun, telah dibudidayakan secara luas untuk nilai industri dan pengobatannya. Semua bagian dari tanaman kelor memiliki kandungan gizi, berkhasiat untuk kesehatan dan manfaat di bidang industri. Hampir seluruh

bagian tanaman telah dimanfaatkan dalam pengobatan rumahan dan pengobatan tradisional.<sup>38</sup>

Kelor (*Moringa oleifera*) adalah tanaman yang kaya nutrisi dan sering disebut miracle tree dikarenakan semua bagian tumbuhan kelor sangat bermanfaat bagi kehidupan masyarakat. Kandungan nutrisi tersebar pada seluruh bagian tanaman kelor, mulai dari daun, kulit batang, bunga, buah (polong), biji, sampai akarnya dan sudah dikenal luas sebagai tumbuhan obat.<sup>18,37,38</sup>

#### **2.4.2 Taksonomi Klasifikasi Daun Kelor (*Moringa oleifera*)**

Menurut *Integrated Taxonomic Information System* (2017), klasifikasi tanaman kelor sebagai berikut:<sup>39</sup>

Kingdom : *Plantae*  
Divisi : *Spermatophyta*  
Subdivisi : *Angiospermae*  
Klas : *Dicotyledoneae*  
Ordo : *Brassicales*  
Familia : *Moringaceae*  
Genus : *Moringa*  
Spesies : *Moringa oleifera* L.

#### **2.4.3 Kandungan Daun Kelor (*Moringa oleifera*)**

Hasil penelitian yang pernah dilakukan, menunjukkan potensi daun kelor (*Moringa oleifera*) pada kloroform dan ekstrak air yang digunakan

mengandung biokomponen yang memiliki potensi antibakteri terhadap bakteri Gram negatif dan Gram positif yang diuji. Aktivitas daun kelor ini dapat menjadi indikasi keberadaan luas spektrum senyawa bioaktif di daun kelor.<sup>39</sup>

Daun kelor mengandung banyak senyawa yang bersifat antibakteri seperti flavonoid, alkaloid, triterpenoid, dan saponin. Flavonoid berfungsi sebagai antioksidan yang mampu menjaga terjadinya oksidasi sel tubuh. Flavonoid menyebabkan terjadinya kerusakan permeabilitas dinding sel bakteri, mikrosom, dan lisosom sebagai hasil interaksi antara flavonoid dengan DNA bakteri. Saponin dapat mempengaruhi kemampuan membran sel bakteri, senyawa ini bisa mengubah struktur dan fungsi membran, menyebabkan denaturasi protein sehingga membran sel rusak dan lisis, dan menyebabkan kerusakan bakteri.<sup>39</sup>

#### **2.4.4 Antiinflamasi Daun Kelor**

Daun kelor memiliki kandungan senyawa kimia seperti alkaloid, flavonoid, fenolat, triterpenoid/ steroid, dan tanin yang berfungsi sebagai obat kanker dan antibakteri. Penggunaan daun kelor sering diformulasikan dalam sediaan farmasi. Daun kelor berpotensi sebagai bahan baku dalam industri kosmetik, obat-obatan dan minuman probiotik untuk kesehatan, atau ditambahkan dalam pangan sebagai fortifikan (zat gizi) untuk memperkaya gizinya. Senyawa metabolit sekunder pada daun kelor dapat diperoleh dengan cara ekstraksi.<sup>40</sup>

Beragam manfaat dapat diperoleh dari ekstrak daun kelor. Salah satunya yaitu untuk pengobatan penyakit kuning dengan meminum ramuan daun kelor



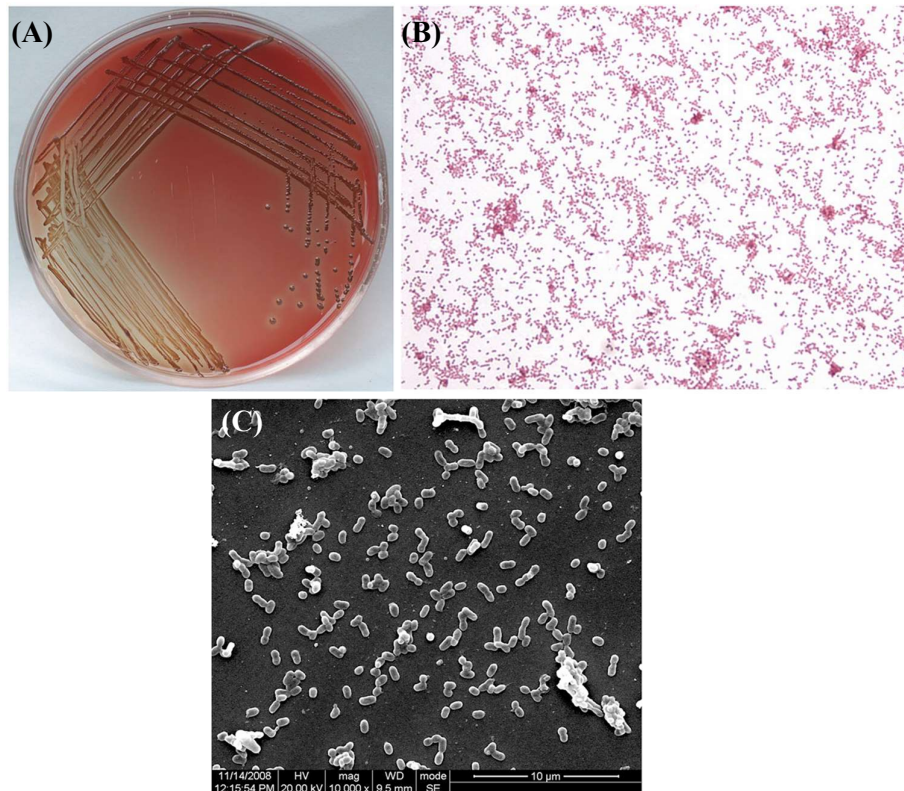
yang ditumbuk halus, ditambah air kelapa, disaring, dan ditambahkan madu. Dari hasil penelitian Alverina *et al* mengemukakan bahwa vitamin C juga terkandung di dalam daun kelor yaitu 220mg/100g daun. Hal ini menunjukkan bahwa daun kelor memiliki kandungan vitamin C lebih banyak dibandingkan daun lainnya seperti daun pepaya yang memiliki kandungan vitamin C 61,8mg/100mg daun dan daun kenikir yang memiliki kandungan vitamin C 64,6mg/100g daun.<sup>40</sup>

Ekstrak daun kelor memberikan aktivitas antiinflamasi secara invitro dengan mekanisme penurunan kadar TNF- $\alpha$  melalui penghambatan NF-kB (Nuclear Factor Kappa B). Kandungan senyawa flavonoid dalam daun kelor diduga sebagai senyawa yang memberikan aktivitas antiinflamasi dengan menghambat aktivitas enzim siklooksigenase. Kuersetin yang merupakan golongan flavonoid merupakan komponen bioaktif utama kelor yang memiliki mekanisme sebagai antiinflamasi.<sup>41</sup> Penelitian menunjukkan kuersetin dapat menghambat ekspresi COX-2. Aktivitas penghambatan COX-2 oleh kuersetin disebabkan oleh gugus 3'4' OH pada cincin B. Mekanisme kerja ekstrak daun kelor dengan pelarut etanol dapat menghambat ekspresi COX-2 menyebabkan asam arakhidonat tidak berubah menjadi prostaglandin endoperoksida siklik. Prostaglandin endoperoksida siklik merupakan prazat untuk semua prostaglandin sehingga biosintesis prostaglandin terhenti. Prostaglandin berfungsi untuk meningkatkan permeabilitas pembuluh darah yang menyebabkan udem dan kemotaksis neutrofil. Dengan demikian penghambatan

terhadap aktivitas enzim siklooksigenase oleh ekstrak etanol daun kelor akan menurunkan volume udem dan ekspresi COX-2 melalui neutrofil.<sup>41,42</sup>

## **2.5 Bakteri *Porphyromonas gingivalis***

*Porphyromonas gingivalis* merupakan bakteri Gram-negatif, obligat anaerobik yang tidak membentuk spora dan menghasilkan melanin, peptidoglikan dinding selnya mengandung lisin. Apabila *Porphyromonas gingivalis* ditumbuhkan pada media BM atau PYG, asam terminal utama yang dihasilkan oleh *Porphyromonas gingivalis* adalah asam butirrat dan asam asetat, dengan sedikit asam propionat, asam isobutirat, isoamil propionat, dan fenilasetat. asam juga dihasilkan. *Porphyromonas gingivalis* menghasilkan indol, tidak menghasilkan *alfa fucosidase*, tidak mereduksi nitrat menjadi nitrit, dan tidak menghidrolisis aesculin dan pati. Tes sel positif untuk MDH dan glutamat dehidrogenase dan negatif untuk glukosa fosfat dehidrogenase glukosa 6-fosfat asam garam dehidrogenase. Karakteristik enzimatik serta kemampuannya menghasilkan asam asetat merupakan ciri penting yang membedakan *Porphyromonas gingivalis* dari bakteri lain yang secara morfologi serupa. Konten DNA G+C-nya adalah 46%–48%. Jenis strainnya adalah ATCC (American Type Culture Collection) 33277.<sup>43</sup>



**Gambar 2.5** Bakteri *Porphyromonas gingivalis* A. Black pigment B. Gram stain C. Gambaran SEM - berukuran 0,5 1-2 µm batang atau coccobacilli; pada medium padat membentuk coccobacilli atau batang yang sangat pendek.

(Sumber: Zhou X, *et al.* 2015)

Bakteri yang ditemukan pada lapisan lanjut karies dentin dapat berperan sebagai patogen potensial yang menyebabkan pulpitis dan peradangan pulpa. *Porphyromonas gingivalis* merupakan bakteri yang banyak ditemukan di rongga mulut, terutama pada poket periodontal dan plak gigi. *Porphyromonas gingivalis* telah ditemukan pada saluran akar yang terinfeksi dan terdeteksi lebih tinggi ditemui pada gigi dengan pulpitis ireversibel dibandingkan dengan gigi dengan pulpitis reversibel. *Porphyromonas gingivalis* dapat menyerang dan mengkolonisasi kamar pulpa, yang dapat menyebabkan peradangan dan

menyebabkan kerusakan permanen pada jaringan pulpa. Namun, keberadaan *Porphyromonas gingivalis*, yang umumnya ditemukan pada pasien pulpitis ireversibel, dapat mempengaruhi efektivitas pengobatan jika tidak dihilangkan.<sup>6</sup>