

**UJI DAYA HAMBAT GEL KITOSAN DARI CANGKANG KEPITING RAJUNGAN  
(*PORTUNUS PELAGICUS*) TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI  
*PORPHYROMONAS GINGIVALIS***

***SKRIPSI***

*Diajukan kepada Universitas Hasanuddin untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Untuk*

*Mencapai Gelar Sarjana Kedokteran Gigi*



**BAIQ GRISELDA NADHIRA AWINDYA**

**J011201127**

**DEPARTEMEN PERIODONSIA  
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2023**

**UJI DAYA HAMBAT GEL KITOSAN DARI CANGKANG KEPITING RAJUNGAN  
(*PORTUNUS PELAGICUS*) TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI  
*PORPHYROMONAS GINGIVALIS***

***SKRIPSI***

*Diajukan kepada Universitas Hasanuddin untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Untuk  
Mencapai Gelar Sarjana Kedokteran Gigi*

**OLEH :**

**BAIQ GRISELDA NADHIRA AWINDYA**

**J011201127**

**DEPARTEMEN PERIODONSIA  
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2023**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Uji Daya Hambat Gel Kitosan Dari Cangkang Kepiting Rajungan  
(*Portunus pelagicus*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Porphyromonas*  
*gingivalis*

Oleh : Baiq Griselda Nadhira Awindya / J011201127

Telah Diperiksa dan Disahkan  
Pada Tanggal 16 November 2023

Oleh :

Pembimbing

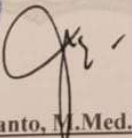
  
Dr. Asdar Gani, drg., M.Kes.

NIP. 19661229 199702 1001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Kedokteran Gigi  
Universitas Hasanuddin



  
drg. Irfan Sugianto, M.Med.Ed., Ph.D

NIP.198102152008011009

### SURAT PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tercantum di bawah ini :

Nama : Baiq Griselda Nadhira Awindya

NIM : J011201127

Judul : Uji Daya Hambat Gel Kitosan Dari Cangkang Kepiting Rajungan (*Portunus pelagicus*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Porphyromonas gingivalis*

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

Makassar, 16 November 2023

Koordinator Perpustakaan FKG UNHAS



Agilruddin.S.Sos  
19661121 199201 1 003

## PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Baiq Griselda Nadhira Awindya

NIM : J011201127

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "**Uji Daya Hambat Gel Kitosan Dari Cangkang Kepiting Rajungan (*Portunus pelagicus*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Porphyromonas gingivalis***" adalah benar merupakan karya sendiri dan tidak melakukan tindakan plagiat dalam penyusunannya. Adapun kutipan yang ada dalam penyusunan karya ini telah saya cantumkan sumber kutipannya dalam skripsi. Saya bersedia melakukan proses yang semestinya sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku jika ternyata skripsi ini sebagian atau keseluruhan merupakan plagiat dari orang lain.

Demikian pernyataan ini dibuat untuk dipergunakan seperlunya

Makassar, 16 November 2023



  
BAIQ GRISELDA NADHIRA AWINDYA

NIM J011201127

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT Sang Maha Segalanya, atas seluruh curahan rahmat, dan kasih sayang-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Uji Daya Hambat Gel Kitosan Dari Cangkang Kepiting Rajungan (*Portunus pelagicus*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Porphyromonas gingivalis***” ini tepat pada waktunya. Skripsi ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi dalam mencapai gelar Sarjana Kedokteran Gigi pada Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin. Salawat serta salam juga penulis haturkan kepada junjungan nabi besar Rasulullah Muhammad SAW sebagai teladan yang membawa manusia dari alam kegelapan menuju alam yang terang-benderang.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan, bimbingan, saran serta nasehat yang tidak ternilai harganya dari banyak pihak. Ucapan terima kasih serta penghormatan penulis haturkan kepada :

1. **Allah SWT** karena atas izin, rahmat, dan karunia-Nya penulis diberikan kelancaran dan kemudahan dalam penyusunan dan penyelesaian skripsi ini tepat waktu.
2. Kedua orang tua penulis, ayah **Lalu Wardihan Supriadi** dan ibu **Rr. Sri Mulyaningsih** yang selalu mendoakan dimanapun penulis berada, mendengarkan keluhan serta memberikan dukungan dan kasih sayang kepada penulis sehingga penulis dapat terus berjuang dalam meraih mimpi dan cita-cita.
3. Saudara-saudari penulis, **Baiq Ailsa Tsania** dan **Lalu Nakhla Tristan Virendra** yang menjadi motivasi penulis untuk terus belajar dan tidak lelah dalam meraih cita-cita, agar penulis bisa menjadi panutan yang baik bagi mereka.
4. **Drg. Irfan Sugianto, M.Med.Ed.,Ph.D** selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin.

5. **Dr. Asdar Gani, drg., M.Kes.** selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa membimbing, memberikan arahan dan nasehat bagi penulis selama penyusunan skripsi ini.
6. **Prof. Dr. Sri Oktawati, drg., Sp.Perio(K)** dan **Dr. Arni Irawaty Djais, drg., Sp.Perio(K)** selaku Dosen Penguji yang telah memberikan masukan serta saran yang membangun sehingga penyusunan skripsi ini dapat lebih sempurna.
7. Seluruh **Sivitas Akademika FKG UNHAS** yang telah banyak membantu penulis selama menjalani proses perkuliahan.
8. Sahabat sekaligus keluarga penulis selama perkuliahan, **Kintara Putri, Giatri Fadila, Raniyah Azzahra, Putri Athifah, Nurul Arifah, A. Fadhilah Putri, dan Sitty Aisyah**, yang selalu siap sedia memberikan waktu dan tenaganya untuk mendengarkan cerita, memberikan kekuatan, serta berbagi tawa dan tangis bersama penulis di perantauan.
9. **Sitti Annisa Haerani, Lale Rahma Syafira, Lalu Ikhwan Alvaredha, Nabel Muflih, Aditya Abraar, Lalu Ahmad Ikhwan, Helmalia Amanda Putri, Sofia Ayu dan Dela Safitri**, selaku sahabat penulis sejak duduk di bangku SMP yang senantiasa selalu memberikan dukungan serta mendengarkan cerita penulis meskipun terpisah dengan jarak.
10. **Pengurus BEM FKG UNHAS Periode 2021 – 2022, Pengurus MAPERWA FKG UNHAS Periode 2022 – 2023** serta **Pengurus HMI Komisariat Kedokteran Gigi UNHAS Periode 1444 – 1445 H.**, yang sudah berbagi cerita selama masa kepengurusan.
11. Keluarga besar **ARTIKULASI 2020** yang sudah berjuang bersama selama perkuliahan.
12. Teruntuk pihak lainnya yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Semoga semua bantuan yang telah diberikan kepada penulis bernilai amal dan Allah balas dengan kebaikan lebih dari hanya sekedar ucapan terima kasih dari penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini terdapat banyak kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis memohon maaf apabila terdapat kesalahan dalam penulisan skripsi ini. Penulis berharap adanya kritik dan saran yang membangun sebagai pembelajaran untuk masa yang akan datang. Besar harapan penulis, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan bernilai positif bagi semua pihak yang membutuhkan serta mendapat berkah dari Allah SWT.

Makassar, 16 November 2023

Penulis



## ABSTRAK

### Uji Daya Hambat Gel Kitosan Dari Cangkang Kepiting Rajungan (*Portunus pelagicus*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Porphyromonas gingivalis*

Baiq Griselda Nadhira Awindya

Mahasiswa S1 Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin

**Latar Belakang :** Prevalensi periodontitis pada masyarakat usia  $\geq 15$  tahun menurut data Riskesdas 2018 adalah 67,8% ini berarti dari sepuluh orang penduduk Indonesia sebanyak 7 orang yang menderita periodontitis. Penyakit periodontal adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan kondisi inflamasi gingiva (gingivitis) atau periodonsium (periodontitis) atau keduanya. Penyakit ini dapat disebabkan oleh faktor lokal dan sistemik. Faktor lokal berupa akumulasi plak pada permukaan gigi yang mengandung kumpulan bakteri, salah satunya adalah bakteri *Porphyromonas gingivalis* yang merupakan bakteri gram negatif anaerob yang sering ditemukan pada plak subgingiva. Prosedur perawatan yang dilakukan pada infeksi bakteri ini fokus pada proses menghilangkan bakteri tersebut di lokasi infeksi biasanya dengan debridement yaitu dengan *scaling* dan *root planning*. Namun, dokter gigi sekarang telah melakukan terapi suportif dengan menggunakan antibiotik sebagai tambahan terhadap debridement untuk memberikan manfaat yang lebih banyak dalam hal kehilangan perlekatan klinis dan perubahan kedalaman poket serta mengurangi resiko kehilangan perlekatan tambahan. Adapun, antibiotik yang banyak digunakan adalah tetrasiklin, doksisisiklin, metronidazole, dan amoksisilin. Namun, akhir-akhir ini dunia kesehatan sedang gencargencarnya memanfaatkan bahan-bahan alami, salah satunya adalah kitosan. Kitosan merupakan polisakarida yang dibuat dari kitin dan merupakan polimer alam yang terkandung dalam beberapa makhluk hidup seperti udang, kepiting, kerang, serangga dan yeast. Sifat bakteriostatik kitosan mampu menghambat bakteri pathogen dan mikroorganisme pembusuk misalnya jamur, bakteri gram positif, dan negatif. **Tujuan :** Mengetahui daya hambat gel kitosan dari cangkang kepiting rajungan (*Portunus pelagicus*) terhadap pertumbuhan bakteri *Porphyromonas gingivalis*. **Metode Penelitian :** Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah eksperimental laboratoris dengan desain penelitian *control group post test only design*, dan hasilnya dimasukkan dalam bentuk tabel dan grafik. **Hasil :** Berdasarkan uji yang telah dilakukan, pada bakteri *P. gingivalis* didapatkan konsentrasi yang paling tinggi yaitu pada gel kitosan konsentrasi 1%. **Simpulan :** Gel kitosan dari cangkang kepiting rajungan (*Portunus pelagicus*) efektif menghambat pertumbuhan bakteri *Porphyromonas gingivalis*.

**Kata Kunci :** Cangkang Kepiting Rajungan, Gel Kitosan, Daya Hambat, Pertumbuhan Bakteri, *Porphyromonas gingivalis*

**ABSTRACT**  
**The Effect Of Crab Shells (*Portunus pelagicus*) Chitosan Gel  
On Inhibitory Strength Of Bacterial Growth *Porphyromonas gingivalis***

Baiq Griselda Nadhira Awindya

Preclinical Student, Faculty of Dentistry, Hasanuddin  
University, Makassar

**Background :** The prevalence of periodontitis in people aged  $\geq 15$  years according to 2018 Riskesdas data is 67.8%, this means that out of ten Indonesians, 7 people suffer from periodontitis. Periodontal disease is a term used to describe inflammatory conditions of the gingiva (gingivitis) or periodontium (periodontitis) or both. This disease can be caused by local and systemic factors. Local factors include the accumulation of plaque on the tooth surface which contains a collection of bacteria such as bacteria *Porphyromonas gingivalis*, is an anaerobic gram-negative bacterium that is often found in subgingival plaque. The treatment procedures carried out for bacterial infections focus on the process of eliminating the bacteria at the site of infection, usually by debridement, namely by scaling and root planning. However, dentists now have supportive therapy using antibiotics in addition to debridement provides greater benefit in terms of clinical attachment loss and changes in pocket depth and reduces the risk of additional attachment loss. The antibiotics that are widely used are tetracycline, doxycycline, metronidazole, and amoxicillin. However, recently the world of health has been intensively utilizing natural ingredients, one of which is chitosan. Chitosan is a polysaccharide made from chitin and is a natural polymer contained in several living creatures such as shrimp, crabs, shellfish, insects and yeast. The bacteriostatic properties of chitosan are able to inhibit pathogenic bacteria and spoilage microorganisms such as fungi, gram-positive and negative bacteria. **Objectives :** This research is aimed to determine the inhibitory strength of crab shells (*Portunus pelagicus*) chitosan gel on bacterial growth of *Porphyromonas gingivalis*. **Methods:** This research is using experimental laboratory studies with control group post test only design, then the results were included in distribution tables and graphs. **Results :** Based on the tests that have been carried out, the highest concentration of *P. gingivalis* bacteria was obtained, namely in chitosan gel with a concentration of 1%. **Conclusion :** Chitosan gel from the shells of crabs (*Portunus pelagicus*) with a concentration of 1% is effective in inhibiting bacterial growth *Porphyromonas gingivalis*.

**Keywords :** Crab Shells, Chitosan Gel, Inhibitory Strength, Bacterial Growth, *Porphyromonas gingivalis*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Penyakit Periodontal .....	4
2.1.1 Definisi Penyakit Periodontal .....	4
2.1.2 Klasifikasi Penyakit Periodontal .....	4
2.2 Periodontitis .....	6
2.2.1 Definisi Periodontitis .....	6
2.2.2. Klasifikasi Periodontitis .....	6
2.2.3 Tampak Klinis Periodontitis .....	7
2.3 Gingivitis .....	8
2.3.1 Definisi Gingivitis .....	8
2.3.2 Klasifikasi Gingivitis .....	8
2.3.3 Tampak Klinis Gingivitis .....	9
2.4 Bakteri Pathogen Penyebab Penyakit Periodontal.....	10
2.4.1 <i>Aggregatibacter actinomycetemcomitans</i> .....	10
2.4.2 <i>Prevotella intermedia</i> .....	11
2.4.3 <i>Fusobacterium nucleatum</i> .....	12
2.4.4 <i>Porphyromonas gingivalis</i> .....	12
2.5 Kitosan .....	13
2.5.1 Definisi Kitosan .....	13

2.5.2	Kitosan dari Cangkang Kepiting .....	14
2.5.3	Daya Hambat Kitosan Terhadap Bakteri <i>Porphyromonas gingivalis</i> .....	15
<b>BAB III</b>	<b>KERANGKA TEORI DAN KERANGKA KONSEP.....</b>	<b>17</b>
3.1	Kerangka Teori .....	17
3.2	Kerangka Konsep .....	18
<b>BAB IV</b>	<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>19</b>
4.1	Jenis Penelitian .....	19
4.2	Desain Penelitian .....	19
4.3	Tempat dan Waktu Penelitian .....	19
4.3.1	Tempat .....	19
4.3.2	Waktu.....	19
4.4	Metode Sampling .....	19
4.5	Besaran Sampel .....	19
4.6	Variabel Penelitian.....	20
4.6.1	Variabel Menurut Fungsinya .....	20
4.6.2	Variabel Menurut Skala Pengukurannya .....	20
4.7	Definisi Operasional Variabel.....	20
4.7.1	Gel Kitosan .....	20
4.7.2	Daya Hambat .....	20
4.8	Sampel Penelitian .....	20
4.9	Kriteria Sampel .....	21
4.9.1	Kriteria Inklusi .....	21
4.9.2	Kriteria Eksklusi .....	21
4.10	Alat dan Bahan Penelitian.....	21
4.10.1	Alat.....	21
4.10.2	Bahan .....	22
4.11	Sterilisasi Alat.....	22
4.12	Prosedur Penelitian .....	22
4.12.1	Pembuatan Gel Kitosan dari Cangkang Kepiting .....	22
4.12.2	Pembuatan Medium Kultur.....	24
4.12.3	Pembuatan Biakan Murni .....	24
4.12.4	Uji Daya Hambat .....	24
4.12.5	Pengamatan Zona Hambat .....	25
4.13	Analisis Data.....	25
4.14	Alur Penelitian .....	26
<b>BAB V</b>	<b>HASIL PENELITIAN .....</b>	<b>27</b>
<b>BAB VI</b>	<b>PEMBAHASAN .....</b>	<b>33</b>
<b>BAB VII</b>	<b>PENUTUP .....</b>	<b>37</b>
7.1	Kesimpulan .....	37
7.2	Saran .....	37
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>38</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Periodontitis.....	8
<b>Gambar 2.2</b> Gingivitis .....	9
<b>Gambar 2.3</b> <i>Necrotizing Ulcerative Gingivitis</i> .....	9
<b>Gambar 2.4</b> <i>Porphyromonas gingivalis</i> .....	13
<b>Gambar 5.1</b> Replikasi uji daya hambat bakteri <i>P. gingivalis</i> .....	27
<b>Gambar 5.2</b> Spektra analisis sampel uji FT-IR Kitosan .....	32

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Presentasi kitin pada hewan .....	15
<b>Tabel 5.1</b> Hasil pengukuran diameter zona hambat .....	28
<b>Tabel 5.2</b> Hasil pengolahan data uji normalitas .....	29
<b>Tabel 5.3</b> Hasil pengolahan data uji homogenitas.....	29
<b>Tabel 5.4</b> Perbandingan rerata dan simpang baku daya hambat .....	30
<b>Tabel 5.5</b> Hasil uji LSD.....	30

## DAFTAR GRAFIK

<b>Grafik 5.1</b> Perbandingan zona hambat terhadap bakteri <i>P. gingivalis</i> .....	29
--	----

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Salah satu penyakit gigi dan mulut yang banyak ditemukan pada masyarakat yaitu penyakit periodontal. Berdasarkan data dari Riskesdas 2018, penduduk Indonesia yang bermasalah dengan gigi dan mulutnya sebesar 57,6%. Dimana yang menerima perawatan dan pengobatan oleh tenaga medis gigi sebesar 10,2%, sementara yang lainnya 89,2% tidak memperoleh perawatan. Prevalensi periodontitis pada masyarakat usia  $\geq 15$  tahun menurut data Riskesdas 2018 adalah 67,8% ini berarti dari sepuluh orang penduduk Indonesia sebanyak 7 orang yang menderita periodontitis.<sup>1</sup>

Penyakit periodontal adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan kondisi inflamasi gingiva (gingivitis) atau periodonsium (periodontitis) atau keduanya. Penyakit periodontal biasanya berkembang dari gingivitis ke periodontitis. Ini mungkin merupakan manifestasi dari kondisi sistemik seperti diabetes melitus, gangguan kolagen, leukemia atau gangguan fungsi leukosit lainnya, anemia, atau keadaan defisiensi vitamin.<sup>2</sup> Penyakit ini dapat disebabkan oleh faktor lokal dan sistemik. Faktor lokal berupa akumulasi plak pada permukaan gigi yang mengandung kumpulan bakteri seperti bakteri *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Porphyromonas gingivalis*, *Tannerella forsythia*, *Fusobacterium nucleatum*, *Prevotella intermedia*, *Treponema*, *Campylobacter rectus*, *Eikenella corrodens*, *Peptostreptococcus micros*, dan spesies *Eubacterium*. Produk bakteri ini menyebabkan terjadinya kerusakan jaringan gingiva dan menghilangkan perlekatan gingiva.<sup>3</sup>

*Porphyromonas gingivalis* merupakan bakteri gram negatif anaerob yang sering ditemukan pada plak subgingiva. Bakteri ini berpigmen hitam, ditemukan dengan prevalensi 28% dalam pulpa nekrotik dan menjadi salah satu penyebab utama infeksi saluran akar dan berhubungan dengan penyakit periodontal. *P. gingivalis* mempunyai faktor virulensi seperti lipopolisakarida (LPS), fimbriae, kapsul, protease, protein dan vesikel membran luar. Bakteri ini diketahui dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan periodontal seperti gingivitis dan periodontitis dikarenakan dapat berpenetrasi kedalam sulkus gingiva yang akhirnya menyebabkan bertambahnya kedalaman sulkus. Prosedur perawatan yang dilakukan pada infeksi bakteri ini fokus pada proses menghilangkan bakteri tersebut di lokasi infeksi biasanya dengan debridement yaitu dengan *scaling* dan *root planning*. Namun, dokter gigi sekarang telah melakukan terapi



suportif dengan menggunakan antibiotik sebagai tambahan terhadap debridement untuk memberikan manfaat yang lebih banyak dalam hal kehilangan perlekatan klinis dan perubahan kedalaman poket serta mengurangi resiko kehilangan perlekatan tambahan.<sup>4,5,6</sup>

Antibiotik yang ideal untuk digunakan dalam pencegahan dan pengobatan penyakit periodontal harus spesifik untuk bakteri patogen penyebab penyakit periodontal, alogenik dan tidak beracun, substantif, tidak digunakan secara umum untuk pengobatan penyakit lain, dan harganya terjangkau. Adapun, antibiotik yang banyak digunakan adalah tetrasiklin, doksisisiklin, metronidazole, dan amoksisilin.<sup>7</sup> Namun, akhir-akhir ini dunia kesehatan sedang gencar-gencarnya memanfaatkan bahan-bahan alami, salah satunya adalah kitosan. Kitosan merupakan polisakarida yang dibuat dari kitin dan merupakan polimer alam yang terkandung dalam beberapa makhluk hidup seperti udang, kepiting, kerang, serangga dan yeast.<sup>8</sup> Sifat bakteriostatik kitosan mampu menghambat bakteri pathogen dan mikroorganisme pembusuk misalnya jamur, bakteri gram positif, dan negatif.<sup>9</sup>

Berdasarkan uraian di atas, maka timbul gagasan untuk melakukan sebuah penelitian yang mengkaji mengenai uji daya hambat gel kitosan dari cangkang kepiting rajungan (*Portunus pelagicus*) terhadap pertumbuhan bakteri *Porphyromonas gingivalis*.

## **1.2 Rumusan Masalah**

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

Bagaimana daya hambat gel kitosan dari cangkang kepiting rajungan (*Portunus pelagicus*) terhadap pertumbuhan bakteri *Porphyromonas gingivalis*?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui daya hambat gel kitosan dari cangkang kepiting rajungan (*Portunus pelagicus*) terhadap pertumbuhan bakteri *Porphyromonas gingivalis*

## **1.4 Manfaat Penelitian**

### **1.4.1 Manfaat Teoritis**

**1.4.2.1** Bagi penulis, diharapkan dapat menambah pengetahuan mengenai daya hambat gel kitosan dari cangkang kepiting rajungan (*Portunus pelagicus*) terhadap pertumbuhan bakteri *Porphyromonas gingivalis*.

**1.4.2.2** Bagi pihak lain, diharapkan dapat menjadi referensi bagi yang ingin melakukan penelitian lebih lanjut mengenai daya hambat gel kitosan dari cangkang kepiting rajungan (*Portunus pelagicus*) terhadap pertumbuhan bakteri *Porphyromonas gingivalis*.

### **1.4.2 Manfaat Praktis**

**1.4.2.1** Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam pencegahan serta perawatan penyakit periodontal akibat pertumbuhan bakteri *Porphyromonas gingivalis*.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penyakit Periodontal**

##### **2.1.1 Definisi Penyakit Periodontal**

Jaringan periodontal adalah jaringan yang mengelilingi gigi dan berfungsi sebagai penyangga gigi, terdiri dari gingiva, sementum, jaringan ikat periodontal dan tulang alveolar. Penyakit periodontal merupakan penyakit rongga mulut yang menempati urutan pertama dalam catatan buku rekor dunia tahun 2001 sebagai penyakit yang paling sering dialami manusia. Penyakit periodontal adalah suatu kelompok atau kondisi yang dapat menyebabkan peradangan dan kerusakan pada jaringan penyangga gigi. Peradangan pada periodontal akan semakin parah jika kondisi oral hygiene buruk, dan mempunyai riwayat penyakit sistemik seperti diabetes mellitus.<sup>10,11</sup>

##### **2.1.2 Klasifikasi Penyakit Periodontal**

Menurut *International Workshop for Classification of Periodontal Diseases and Conditions* tahun 1999, penyakit periodontal diklasifikasikan menjadi.<sup>12,13</sup>

1. Penyakit gingiva
  - a. Diinduksi oleh dental plak
    - Terkait dengan plak gigi hanya dengan/tanpa faktor pendukung lokal lainnya
    - Penyakit gingiva yang dipengaruhi oleh faktor sistemik
    - Penyakit gingiva yang dipengaruhi oleh obat-obatan
    - Penyakit gingiva yang dipengaruhi oleh malnutrisi
  - b. Lesi gingiva yang diinduksi oleh non plak
    - Disebabkan oleh bakteri
    - Disebabkan oleh virus
    - Disebabkan oleh jamur
    - Disebabkan oleh genetik
    - Manifestasi kondisi sistemik
    - Karena lesi traumatik
    - Reaksi tubuh terhadap benda asing

2. Periodontitis kronis

Periodontitis kronis biasa terjadi pada orang dewasa tetapi dapat terjadi juga pada anak-anak. Jumlah kerusakan sesuai dengan faktor lokal, pola mikroba variable, adanya kalkulus subgingival, tingkat perkembangan lambat hingga sedang, dimodifikasi oleh penyakit sistemik, faktor lokal, dan faktor lingkungan.

3. Periodontitis agresif

4. Periodontitis sebagai manifestasi dari penyakit sistemik

a. Berhubungan dengan gangguan hematologi

- Neutropenia acquired
- Leukemia

b. Berhubungan dengan gangguan genetik

- Neutropenia familial dan siklik
- *Down syndrome*
- Defisiensi adhesi leukosit sindrom
- Gangguan penyimpanan glikogen
- Agranulositosis genetic infantile
- *Cohen syndrome*

5. Penyakit nekrosis periodontal

- *Necrotizing ulserative gingivitis*
- *Necrotizing ulserative periodontitis*

6. Abses periodonsium

- Abses gingiva
- Abses periodontal
- Abses perikoronar

7. Periodontitis terkait dengan lesi endodontik

8. *Developmental or Acquired Deformities and Conditions*

a. Faktor terkait gigi yang memodifikasi atau menjadi predisposisi terhadap penyakit gingiva/periodontitis yang diinduksi oleh plak.

- Faktor anatomi gigi
- Restorasi dental
- Fraktur akar

- b. Deformitas mucogingival dan kondisi sekitar gigi
  - Resesi gingiva / jaringan lunak, permukaan fasial atau lingual, interproksimal
  - Gingiva yang kurang keratin
  - Dekresi kedalaman vestibular

## 2.2 Periodontitis

### 2.2.1 Definisi Periodontitis

Periodontitis adalah peradangan pada jaringan pendukung gigi yang disebabkan oleh mikroorganisme spesifik atau kelompok mikroorganisme spesifik yang mengakibatkan kerusakan progresif jaringan ikat periodontal dan tulang alveolar, dengan pembentukan pocket, kegoyangan gigi, hilangnya perlekatan dan resesi gingiva.<sup>14</sup>

Tindakan metabolik dari koloni bakteri di celah gingiva mengubah lingkungan rongga mulut dan memfasilitasi terjadinya kolonisasi bakteri. Kesesuaian dari berbagai faktor virulensi bakteri, aktivitas dan komposisi bakteri komensal, serta faktor imun host, diperlukan untuk inisiasi proses terjadinya periodontitis. Ada empat bakteri yang sangat relevan dalam inisiasi dan perkembangan penyakit periodontal yaitu: bakteri *Actinobacillus actinomycetemcomitans (Aa)*, *Porphyromonas gingivalis (Pg)*, *Tannerella forsythensis*, dan *Prevotella intermedia*.<sup>15</sup>

### 2.2.2 Klasifikasi Periodontitis

#### a. Periodontitis kronis<sup>16</sup>

Ciri-ciri yang umum ditemui pada pasien dengan periodontitis kronis:

- Sering terjadi pada orang dewasa, tapi dapat terjadi pada anak-anak
- Jumlah kerusakan konsisten dengan faktor lokal
- Berhubungan dengan variable pola mikroba
- Sering ditemukannya kalkulus subgingiva
- Laju perkembangan lambat hingga sedang
- Dapat dipengaruhi oleh beberapa hal berikut:
  - Penyakit sistemik seperti diabetes mellitus dan infeksi *human immunodeficiency virus (HIV)*

- Predisposisi factor local yang menyebabkan periodontitis
  - Faktor lingkungan seperti merokok dan stres
- b. Periodontitis agresif
- Ciri-ciri yang umum ditemui pada pasien dengan periodontitis agresif:
- Kehilangan perlekatan yang cepat dan kerusakan tulang
  - Agregasi familial dari individu yang sakit
- Karakteristik berikut adalah umum tetapi tidak universal:
- Jumlah deposit mikroba tidak sesuai dengan tingkat keparahan penyakit
  - Peningkatan kadar *A. actinomycetemcomitans*
  - Kelainan pada fungsi fagosit
  - Hyper-responsive makrofag, meningkatnya produksi prostaglandin E<sub>2</sub> (PGE<sub>2</sub>) and interleukin-1 $\beta$  (IL-1 $\beta$ )
- c. Periodontitis sebagai manifestasi penyakit sistemik
- Gangguan hematologis (acquired neutropenia, leukemia, dll)
  - Gangguan genetik

### 2.2.3 Tampilan Klinis Periodontitis

Periodontitis merupakan penyakit inflamasi yang memengaruhi periodonsium yang akan melibatkan hilangnya progresif dari tulang alveolar pada sekitar gigi, dan bila tidak diobati maka dapat menyebabkan melonggarnya perlekatan jaringan ikat dan hilangnya gigi.<sup>17</sup> Periodontitis berkembang sebagai lanjutan dari gingivitis. Meskipun gingivitis bersifat reversibel ke keadaan sehat, periodontitis tetap ada seumur hidup bahkan setelah berhasil terapi. Hilangnya jaringan periodontal akibat periodontitis bersifat ireversibel, dan jaringan yang hilang tidak dapat dikembalikan ke struktur aslinya. Pada periodontitis, proses inflamasi lokal menyebabkan kerusakan jaringan periodontal kronis yang menyebabkan migrasi apikal perlekatan epitel, kehilangan perlekatan ligamen periodontal, kehilangan tulang alveolar, dan akhirnya terjadi mobilitas gigi dan kemungkinan hilangnya gigi.<sup>16</sup>



Gambar 2.1 Periodontitis (Newman dkk. 2019)

## 2.3 Gingivitis

### 2.3.1 Definisi Gingivitis

Gingivitis adalah bentuk penyakit periodontal yang ringan dengan tanda gejala klinis berupa gingiva berwarna merah, membesar dan mudah berdarah tanpa ditemukan kerusakan tulang alveolar.<sup>18</sup> Peradangan pada gingiva disebut gingivitis. Peradangan ini adalah hasil dari perkembangan plak yang melekat pada permukaan gigi. Gingivitis biasanya ringan dan tidak menyebabkan kerusakan *attachment fibers* dan tulang yang mendasari gingiva. Namun, pada individu dengan *dental hygiene* yang buruk, dapat berlanjut ke bagian periodonsium yang lebih dalam yang menyebabkan kerusakan jaringan dan resorpsi tulang alveolar. Dengan demikian, gingivitis yang tidak diobati dapat berkembang menjadi penyakit periodontal yang serius.<sup>19</sup>

### 2.3.2 Klasifikasi Gingivitis

a. Menurut durasi:<sup>19</sup>

- Gingivitis akut: Onsetnya tiba-tiba, durasi pendek dan biasanya menyakitkan.
- Gingivitis kronis: Onsetnya lambat, durasinya panjang dan sebagian besar tidak menimbulkan rasa sakit. Gingivitis kronis merupakan jenis gingivitis yang paling sering ditemui.

b. Menurut distribusi:

- *Localized gingivitis*: Gingivitis yang melibatkan gingiva pada satu atau beberapa gigi
- *Generalized gingivitis*: Gingivitis yang melibatkan seluruh gingiva
- *Marginal gingivitis*: Melibatkan margin gingiva dan mungkin sebagian *attached gingiva*

- *Papillary gingivitis*: Gingivitis yang melibatkan interdental papilla dan meluas sampai ke bagian dekat margin gingiva
- *Diffuse gingivitis*: Melibatkan margin gingiva, interdental papilla dan *attached gingiva*



Gambar 2.2 Gingivitis (Bathla S. 2017)

### 2.3.3 Tampilan Klinis Gingivitis

Gambaran klinis pada gingivitis ditandai dengan munculnya pembengkakan, warna kemerahan pada gingiva, pembesaran pembuluh darah di jaringan ikat sub-epitel, hilangnya keratinisasi dan tekstur pada permukaan gingiva serta terjadi pendarahan pada saat dilakukan probing.<sup>20,21</sup>



Gambar 2.3 *Necrotizing Ulcerative Gingivitis* (Bathla S. 2017)

Proses terjadinya gingivitis dibagi menjadi empat tahapan.<sup>19</sup>

a. Tahap I: *The Initial Lesion*

Perubahan awal dalam perkembangan gingivitis terjadi setelah 2-4 hari akumulasi plak. Perubahan inisial pada inflamasi gingiva ditandai dengan dilatasi vaskular kapiler, arteriol, dan venula pleksus dentogingival serta peningkatan aliran darah .

b. Tahap II: *The Early Lesion*

Lesi awal mungkin bersifat sementara dan dapat cepat disembuhkan setelah plak dihilangkan. Namun, tanda-tanda klinis peradangan muncul dalam 4-7 hari setelah akumulasi plak. Hal ini terkait dengan proliferasi kapiler dan pembentukan loop kapiler antara *rete pegs*



atau *ridges* dan dengan demikian mengakibatkan pendarahan pada saat dilakukan probing.

c. Tahap III: *The Established Lesion*

Pembuluh darah yang membesar dan tersumbat menyebabkan rona kebiruan pada gingiva. Aliran darah menjadi lamban karena gangguan aliran balik vena. Ekstravasasi dari sel darah merah ke dalam jaringan ikat dan hemoglobin yang pecah juga bisa memperparah warna gingiva yang meradang secara kronis. Hal ini terkait dengan eksudasi cairan dan migrasi leukosit ke dalam jaringan dan celah gingiva. Lesi ini didominasi oleh sel plasma.

d. Tahap IV: *Advanced Lesion*

Tahap akhir gingivitis ini ditandai dengan ekstensi lateral dan apikal oleh infiltrasi sel inflamasi ke dalam jaringan ikat. *Advanced lesion* memiliki semua fitur dari *established lesion*. Namun, *advanced lesion* berbeda karena disertai dengan kehilangan tulang alveolar, kerusakan serat yang luas dan migrasi apikal JE dari cementoenamel junction (CEJ). Sel plasma ditemukan sebagai jenis sel yang dominan di tahap *advanced lesion*.

## 2.4 Bakteri Pathogen Penyebab Penyakit Periodontal

### 2.4.1 *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*

*A. actinomycetemcomitans* pertama kali diisolasi oleh Klinger di Jerman pada tahun 1912 dari kasus aktinomikosis pada manusia. Bakteri ini adalah gram negatif, nonmotil, kapnofilik, tidak membentuk spora, kecil, batang anaerobik fakultatif. Sel *A. actinomycetemcomitans* berukuran 1.0-1.5 x 0.4-0.5 µm dalam ukuran dan terjadi secara tunggal atau dalam rumpun. Koloni primer tembus cahaya dan berkilau serta menunjukkan struktur saraf seperti bintang. Mereka tumbuh paling baik pada serum atau agar darah suasana anaerobik atau dalam 10% CO<sub>2</sub> pada suhu tertentu dari 37°C.<sup>22</sup>

Organisme ini ditularkan dari satu anggota keluarga ke yang lain di periodontitis agresif lokal, dan mungkin dalam beberapa bentuk periodontitis kronis. Banyak pasien periodontitis menunjukkan peningkatan respon antibodi terhadap patogen ini. *A. actinomycetemcomitans* mampu melekat pada

permukaan melalui fimbriae, yang hadir pada permukaan sel mereka dan memungkinkan mereka untuk menjajah mukosa bukal serta plak gigi. *S. sanguis* menghambat pertumbuhan *A. actinomycetemcomitans* dengan memproduksi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.<sup>22</sup>

*A. actinomycetemcomitans* mampu menyerang jaringan inang dan menghasilkan beberapa faktor virulensi yang secara individu atau kolektif dapat terlibat dalam patogenesis bentuk agresif penyakit periodontal. Mereka menghasilkan eksotoksin yang labil terhadap panas yang dikenal sebagai leukotoksin, yang dapat membunuh neutrofil manusia. Monosit, makrofag, dan sel T dan B juga sensitif terhadap leukotoksin. Mungkin juga memiliki faktor immunosupresif yang dapat mempengaruhi sel limfoid. Organisme ini juga mampu menghambat fibroblas, dan aktivitas sel endotel dan epitel serta merangsang produksi antibodi poliklonal.<sup>22</sup>

#### 2.4.2 *Prevotella intermedia*

Ini adalah sekumpulan bakteri berpigmen hitam lainnya, yang membentuk koloni hitam, menghasilkan indole, dan berfermentasi sukrosa. Koloni *P. intermedia*, saat terpapar sinar ultraviolet, mengeluarkan fluoresensi merah terang yang membantu dalam membedakannya dari koloni berpigmen hitam lainnya.<sup>22</sup>

*P. intermedia* dapat melepaskan sejumlah faktor beracun seperti endotoksin, epitheliotoxin, gelatinase, asam dan basa fosfatase, *trypsin-like enzyme*, dan juga IgA dan IgG protease. Mereka menghasilkan dismutase superoksida dan melawan fagositosis dan pembunuhan intraseluler oleh sel imunokompeten. Yang menarik adalah fakta bahwa *P. intermedia* umumnya menghasilkan beta-laktamase dan mungkin resisten terhadap penisilin dan antibiotik lainnya. Bakteri ini dikaitkan dengan gingivitis terkait kehamilan, *necrotizing ulcerative gingivitis*, dan periodontitis kronis. Kelompok *Prevotella-Porphyrromonas* berpigmen adalah kelompok kedua yang paling umum dari bakteri anaerob yang ditemukan pada infeksi manusia.<sup>22</sup>

#### 2.4.3 *Fusobacterium nucleatum*

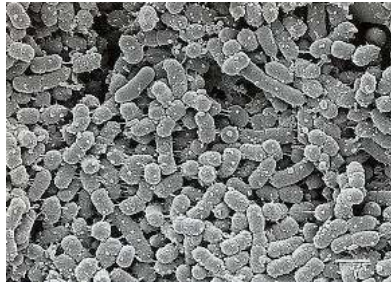
*F. nucleatum* adalah salah satu isolat umum yang ditemukan dalam studi kultur sampel plak subgingiva. Ini termasuk dalam bakteri gram negatif, anaerobik, batang berbentuk gelendong. Selnya panjang, filamen ramping dengan ujung meruncing dan panjang 5-10 µm. Pada agar darah anaerobik, koloni berdiameter 1-2 mm dan sedikit cembung dengan tepi tidak beraturan. Produksi asam butirat merupakan karakteristik penting pada bakteri ini. Meskipun *F. nucleatum* sering diisolasi dari situs penyakit periodontal aktif, perannya dalam patogenesis penyakit periodontal belum dipahami dengan jelas. Ketertarikan klinis baru-baru ini menemukan bahwa kemampuan organ ini untuk menghasilkan infeksi sistemik yang parah setelah kemoterapi pada pasien hematologi dengan neutropenia dan mukositis.<sup>21</sup>

#### 2.4.4 *Porphyromonas gingivalis*

Awalnya diklasifikasikan di bawah *Bacteroides*, mikroorganisme berpigmen hitam ini pertama kali diisolasi oleh Oliver dan Wherry pada tahun 1921. *P. gingivalis* adalah bakteri gram negatif, anaerob, dan berbatang pendek. *P. gingivalis* berbentuk pleomorfik dan dapat juga muncul sebagai kokus. Meskipun dapat ditemukan di tonsil, batas lateral lidah, dan mukosa bukal, *P. gingivalis* sebagian besar ditemukan terkait dengan plak subgingiva. Bakteri ini ditemukan dalam jumlah besar pada subgingival yang terkait dengan periodontitis dan mampu menyerang jaringan inang. Bakteri ini jarang ditemukan pada sulkus gingiva yang sehat. *P. gingivalis* memiliki kapsul yang menghambat fagositosis oleh sel imun inang dan polisakarida kapsular mungkin juga penting dalam adheren sel. Ia juga memiliki fimbria, struktur permukaan berfilamen yang dapat membantu organ untuk melekat pada permukaan gigi, sel epitel sulkular, atau bakteri lain.

*P. gingivalis* menghasilkan sejumlah faktor virulensi seperti kolagenase, keratinase, fosfolipase, uronidase hyal, asam fosfat, fosfatase alkalin, molisin, fibrinolisin, dan *trypsin-like* enzim. *Trypsin-like* enzim mampu mendegradasi *N-benzoyl-DL-arginin-2-naftilamid*, yang menjadi dasar untuk tes diagnostik cepat untuk mendeteksi keberadaan bakteri ini dalam sampel plak subgingiva.<sup>22</sup>

*P. gingivalis* biasanya ditemukan pada pasien dengan penyakit periodontal, bakteri ini mampu menyerang sel epitel mukosa gingiva, dan sel endotel. Bakteri ini dapat ditemukan di atas dan di dalam sel epitel, karena adanya fimbriae oleh bakteri. Setelah menyikat gigi dan pembentukan glikoprotein enamel gigi, biofilm bakteri mulai terbentuk di atasnya.<sup>23</sup>



Gambar 2.4 *Porphyromonas gingivalis* (LPS-BioSciences 2016)

Sepanjang evolusi, bakteri *P. gingivalis* telah mengembangkan mekanisme yang unik dan rumit, seperti perubahan jalur pensinyalan peradangan, sistem komplemen, siklus sel, dan apoptosis, serta interaksi dengan berbagai reseptor inang, sehingga merekayasa lingkungannya atau memodifikasi respon imun inang untuk memodulasi seluruh ekosistem dan bertahan dalam jaringan inang. Strategi kelangsungan hidup dan patogenisitas *P. gingivalis* sangat bergantung pada faktor virulensinya yang beragam, termasuk komponen strukturalnya sendiri (lipopolisakarida, fimbriae, *heat shock* protein, dll.) dan komponen sekretorik (gingipain dan vesikel membran luar).<sup>24</sup>

## 2.5 Kitosan

### 2.5.1 Definisi Kitosan

Kitosan merupakan produk isolasi limbah *crustacea* yang berupa serat hewan, tidak beracun dan bersifat ramah lingkungan. Kitosan terdiri dari poli (2- deoksi-2-asetilamin-2-glukosa) dan poli (2- deoksi-2-aminoglukosa) yang berikatan secara (1-4)  $\beta$ -glikosidik. Kitosan adalah gula yang unik, karena polimer ini mempunyai gugus amin bermuatan positif, sedangkan polisakarida lain umumnya bersifat netral atau bermuatan negatif.<sup>25</sup>

Kitosan sendiri merupakan produk alami berupa turunan dari polisakarida kitin. Kitosan sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan

antimikroba, karena mengandung enzim lysozim dan gugus aminopolysakarida yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba dan efisiensi daya hambat kitosan terhadap bakteri tergantung dari konsentrasi pelarutan kitosan.<sup>26</sup>

Kemampuan dalam menekan pertumbuhan bakteri disebabkan kitosan memiliki polikation bermuatan positif yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri dan jamur.<sup>26</sup>

### **2.5.2 Kitosan dari Cangkang Kepiting**

Kepiting merupakan hewan invertebrata air yang berkulit keras (Crustacea) dan merupakan salah satu kekayaan alam yang berasal dari perairan Indonesia serta mengandung kitin secara berlimpah. Pemanfaatan berbagai jenis kepiting umumnya baru terbatas untuk keperluan makanan, biasanya hanya dagingnya saja yang diambil sedangkan cangkangnya dibuang, padahal cangkang kepiting mengandung senyawa kitin yang cukup tinggi yaitu sekitar 70% dari Crustacea lainya dan sekitar 20-30% dari berat kulit keringnya, sedangkan kulit kepiting sendiri merupakan limbah kepiting yang belum diolah secara maksimal.<sup>27</sup>

Cangkang kepiting memiliki kandungan senyawa kimia kitin dan kitosan. Kitosan merupakan biopolimer hasil olahan kitin yang memiliki karakteristik sebagai penyerap atau pengikat ion. Kitin merupakan biopolimer organik terbanyak kedua yang ditemukan di alam setelah selulosa. Kitin dapat dijumpai di berbagai spesies binatang baik darat maupun perairan. Kitosan merupakan polisakarida yang memiliki gugus amina (NH<sub>2</sub>) yang diperoleh dengan cara penghilangan gugus asetil dari kitin serta bermuatan positif sehingga mampu berikatan dengan dinding sel bakteri yang bermuatan negatif dan dapat menghambat bakteri pembusuk. Kitosan juga merupakan salah satu jenis polisakarida yang bersifat sebagai penghalang karena dapat membentuk matriks yang kuat.<sup>28</sup>

Adapun kitin dapat diperoleh dari beberapa hewan seperti dalam tabel berikut:

Tabel 2.1 Presentasi kitin pada hewan

Sumber	% Kitin
Fungi (Jamur)	5-20%
Cacing	3-20%
Gurita	30%
Laba-Laba	38%
Kalajengking	38%
Kepiting	71%
Udang	20-30%

Sumber : Muzarelli (1985) dalam Pratiwi (2014)

### 2.5.3 Daya Hambat Kitosan Terhadap Bakteri *Porphyromonas gingivalis*

Penelitian Costa dkk (2014), melaporkan bahwa kitosan menunjukkan efek yang kuat terhadap bakteri periodontopatogen melalui penghambatan pembentukan biofilm. Kitosan dengan berat molekul rendah dan tinggi terhadap biofilm *P. gingivalis* memberikan persentase hambatan sekitar 82-88%. Hal ini menunjukkan bahwa kitosan memiliki efek antibakteri terhadap *P. gingivalis*. Mekanisme antibakteri kitosan melibatkan interaksi muatan positif dari kitosan dengan konstituen bermuatan negatif dinding sel mikroba sehingga menyebabkan terganggunya metabolisme sel normal mikroorganisme.<sup>29</sup>

Mekanisme pada bakteri gram negatif dan gram positif berbeda dikarenakan komposisi fosfolipid dan asam karboksilat dari dinding sel bakteri. Mekanisme pada bakteri gram positif, kitosan bermassa molekul tinggi dapat membentuk lapisan tipis di sekitar sel sehingga menghambat penyerapan nutrisi. Kitosan bermassa molekul rendah sebaliknya lebih mudah melakukan penetrasi dalam bakteri gram negatif yang mengakibatkan terganggunya metabolisme mikroorganisme tersebut.<sup>29</sup>

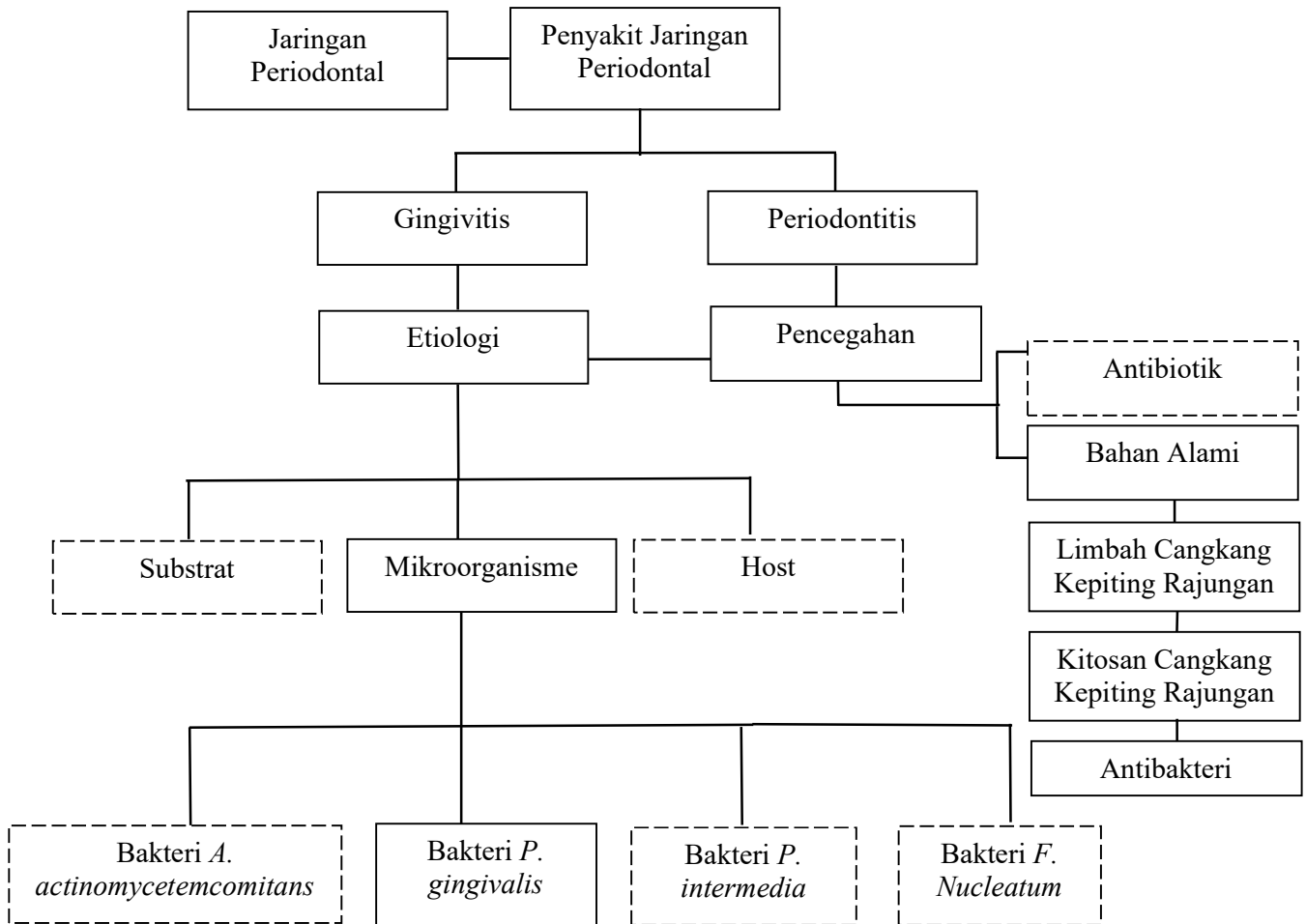
Kitosan menghambat biofilm *P. gingivalis* dan menunjukkan peningkatan persentase penghambatan biofilm diikuti oleh peningkatan konsentrasi kitosan. Hal ini memungkinkan terjadi oleh karena perbedaan jumlah gugus amina (-NH<sub>2</sub>) pada kitosan.

Gugus amina (-NH<sub>2</sub>) yang bermuatan positif pada kitosan yang akan mengikat permukaan benda kerja sel bakteri bermuatan negatif dimana semakin besar konsentrasi kitosan semakin banyak jumlahnya gugus amina (-NH<sub>2</sub>) yang dapat berikatan dengan permukaan sel bakteri, membuatnya akan lebih efektif dalam menghambat pembentukannya biofilm dan membunuh bakteri.<sup>29</sup>

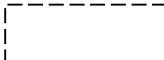
# BAB III

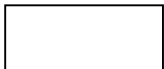
## KERANGKA TEORI DAN KERANGKA KONSEP

### 3.1 Kerangka Teori



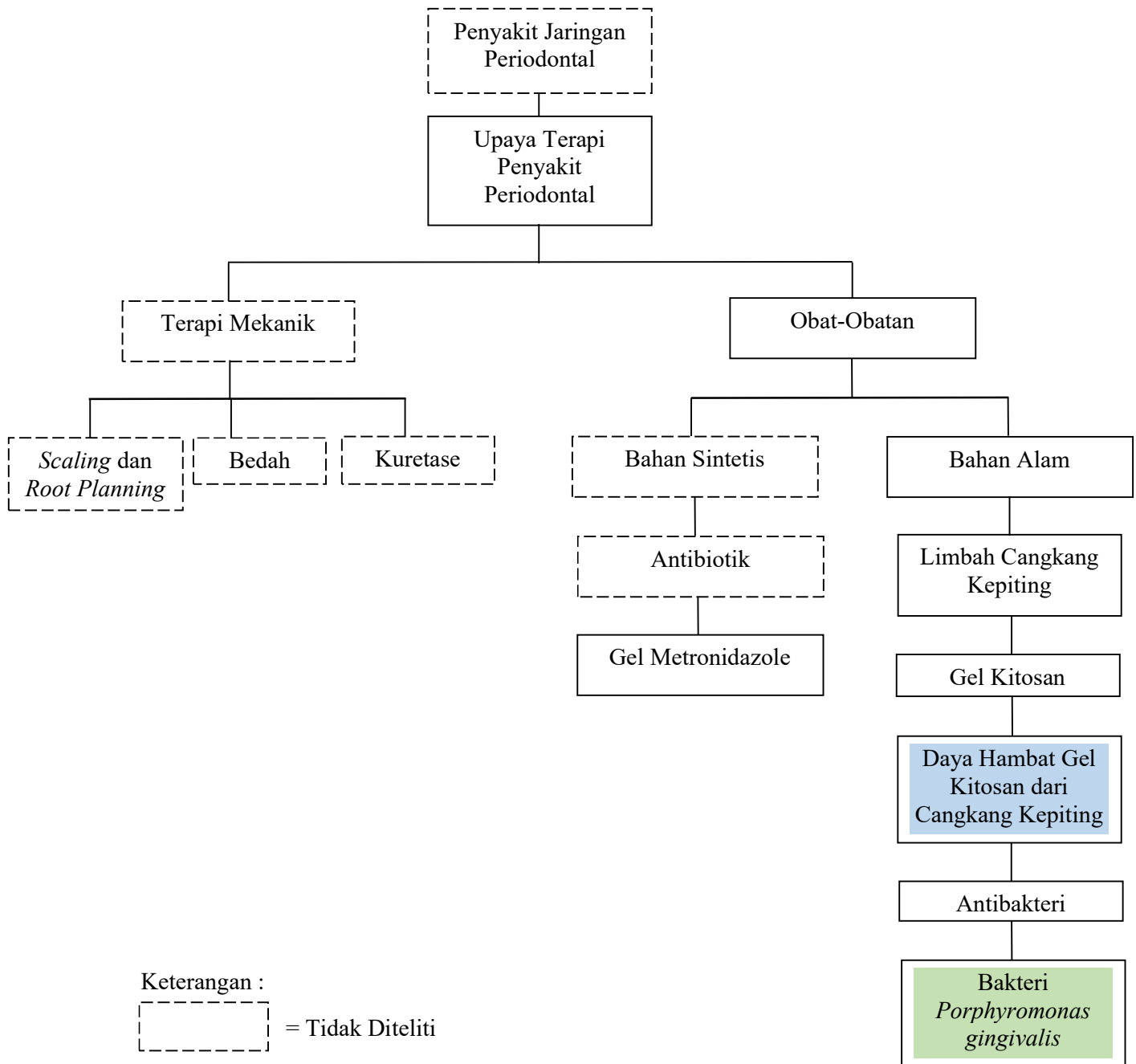
**Keterangan :**

 = Tidak Diteliti

 = Diteliti



### 3.2 Kerangka Konsep



Keterangan :

  = Tidak Diteliti

  = Diteliti

  = Variabel Independen

  = Variabel Dependen