

**AKTIVITAS ANTIBAKTERI NANOPARTIKEL KITOSAN
SISIK IKAN HARUAN (*Channa striata*) TERHADAP
PATOGENITAS BAKTERI *Streptococcus mutans* ATCC 25175
(Tinjauan pada Konsentrasi Hambat Minimum [KHM] dan Konsentrasi
Bunuh Minimum [KBM])**

Skripsi

Diajukan guna memenuhi sebagian syarat
untuk memperoleh derajat Sarjana Kedokteran Gigi
Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Lambung Mangkurat

Diajukan Oleh
Verliani Nor Rahmad
2111111220018



**UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
PROGRAM STUDI KEDOKTERAN GIGI
BANJARMASIN**

Maret, 2025

**AKTIVITAS ANTIBAKTERI NANOPARTIKEL KITOSAN
SISIK ikan HARUAN (*Channa striata*) TERHADAP
PATOGENITAS BAKTERI *Streptococcus mutans* ATCC 25175
(Tinjauan pada Konsentrasi Hambat Minimum dan Konsentrasi Bunuh
Minimum)**

Skripsi
Diajukan guna memenuhi sebagian syarat
untuk memperoleh derajat Sarjana Kedokteran Gigi
Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Lambung Mangkurat

Diajukan Oleh
Verliani Nor Rahmad
2111111220018



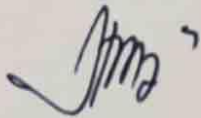
**UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
PROGRAM STUDI KEDOKTERAN GIGI
BANJARMASIN**

Maret, 2025

**HALAMAN PENETAPAN PANITIA PENGUJI
USULAN PENELITIAN SKRIPSI**

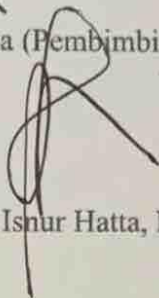
Usulan Penelitian Skripsi oleh Verliani Nor Rahmad ini
Telah dipertahankan di depan dewan penguji
Pada tanggal 16 Juli 2024

Dewan Penguji
Ketua (Pembimbing Utama)



drg. Deby Kania Tri Putri, M. Kes

Anggota (Pembimbing Pendamping)



drg. H. Isnur Hatta, MAP

Anggota



drg. Nurdiana Dewi, M.DSc., Sp.KGA

Anggota

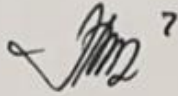


Dra. Hj. Lia Yulia Budiarti, M. Kes

HALAMAN PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI

Skripsi oleh Verliani Nor Rahmad ini
Telah diperiksa dan disetujui untuk diseminarkan

Banjarmasin, 17 Maret 2025
Pembimbing Utama



(drg. Deby Kania Tri Putri, M. Kes)
NIP. 19791218 200912 2 001

Banjarmasin, 17 Maret 2025
Pembimbing Pendamping



(drg. H. Isnur Hatta, MAP)
NIP. 19680509 199303 1 008

HALAMAN PENETAPAN PANITIA PENGUJI SKRIPSI

Skripsi oleh Verliani Nor Rahmad ini
Telah dipertahankan di depan dewan penguji
Pada tanggal 24 Maret 2025

Dewan Penguji
Ketua (Pembimbing Utama)



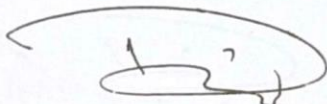
drg. Deby Kania Tri Putri, M. Kes

Anggota (Pembimbing Pendamping)



drg. H. Isnur Hatta, MAP

Anggota



drg. Nurdiana Dewi, M.DSc., Sp. KGA

Anggota



Dra. Lia Yulia Budiarti, M. Kes

Skripsi

AKTIVITAS ANTIBAKTERI NANOPARTIKEL KITOSAN SISIK IKAN HARUAN (*Channa striata*) TERHADAP PATOGENITAS BAKTERI *Streptococcus mutans* ATCC 25175 (Tinjauan pada Konsentrasi Hambat Minimum [KHM] dan Konsentrasi Bunuh Minimum [KBM])

dipersiapkan dan disusun oleh

Verliani Nor Rahmad

telah dipertahankan di depan dewan penguji
pada tanggal **24 Maret 2025**

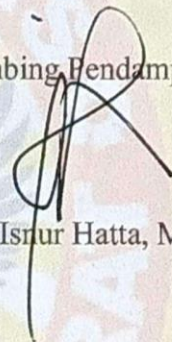
Susunan Dewan Penguji

Pembimbing Utama




drg. Deby Kania Tri Putri, M. Kes

Pembimbing Pendamping



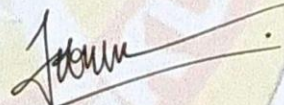
drg. H. Isnur Hatta, MAP

Penguji



drg. Nurdiana Dewi, M.DSc., Sp.KGA

Penguji



Dra. Hj. Lia Yulia Budiarti, M. Kes

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Kedokteran Gigi



drg. Amy Nindia Carabelly, M.Si
Koordinator Program Studi Kedokteran Gigi

HALAMAN PERNYATAAN ORIGINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi. Semua sumber yang dikutip atau dirujuk dalam skripsi ini telah saya sebutkan dalam daftar pustaka.

Banjarmasin, 24 Maret 2025



Verliani Nor Rahmad

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Lambung Mangkurat, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Verliani Nor Rahmad
NIM : 2111111220018
Program Studi : Kedokteran Gigi
Fakultas : Kedokteran Gigi
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Lambung Mangkurat Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“AKTIVITAS ANTIBAKTERI NANOPARTIKEL KITOSAN SISIK IKAN HARUAN (*Channa striata*) TERHADAP PATOGENITAS BAKTERI *Streptococcus mutans* ATCC 25175 (Tinjauan pada Konsentrasi Hambat Minimum [KHM] dan Konsentrasi Bunuh Minimum [KBM])”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Lambung Mangkurat berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Banjarmasin
Pada tanggal : 24 Maret 2025
Yang menyatakan



Verliani Nor Rahmad

RINGKASAN

AKTIVITAS ANTIBAKTERI NANOPARTIKEL KITOSAN SISIK IKAN HARUAN (*Channa striata*) TERHADAP PATOGENITAS BAKTERI *Streptococcus mutans* ATCC 25175 (Tinjauan pada Konsentrasi Hambat Minimum [KHM] dan Konsentrasi Bunuh Minimum [KBM])

Permasalahan kesehatan gigi dan mulut seperti karies gigi masih menjadi isu global di seluruh dunia baik di negara yang maju maupun berkembang, terutama di Asia Tenggara. Presentase karies di Indonesia sendiri berdasarkan Survei Kesehatan Indonesia Tahun 2023 masih cukup tinggi yaitu sekitar 82,8%. Karies gigi sebagai penyakit kronis dengan etiologinya yang multifaktorial melibatkan peran mikroorganisme. *Streptococcus mutans* telah dianggap sebagai patogen utama dalam inisiasi dan perkembangan karies gigi. Berdasarkan masalah tersebut, maka diperlukan upaya dalam mengontrol patogenesis karies. Upaya tersebut dapat dilakukan secara mekanis yaitu dengan menyikat gigi dan penggunaan benang gigi (*dental floss*) serta dibantu secara kimiawi dengan penggunaan obat kumur. Hasil penelitian observasional menunjukkan 70% obat kumur yang beredar di pasaran mengandung 5-26% alkohol dan terbukti memiliki efek samping sehingga diperlukan suatu alternatif lain yang dapat menggantikan obat kumur tersebut dengan memakai ekstrak bahan dari alam. Kitosan sebagai polimer alami diidentifikasi sebagai senyawa antimikroba dan antibiofilm yang kuat sehingga kitosan sering digunakan pada pengaplikasian biomedis seperti obat kumur. Kitosan yang disintesis menjadi nanopartikel memiliki sifat antibakteri yang lebih baik dikarenakan partikel dengan ukuran yang kecil memiliki tingkat penetrasi yang lebih tinggi dan kemampuan adsorpsi yang lebih baik. Hal ini dibuktikan oleh penelitian yang dilakukan oleh Aliasghari, et al. (2016) mengenai efisiensi kitosan dan nanopartikel kitosan pada bakteri *Streptococcus mutans* dengan konsentrasi 1,25 mg/ml, 2,5 mg/ml, dan 5 mg/ml. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan aktivitas antibakteri pada kitosan yang disintesis menjadi nanopartikel jika dibandingkan dengan kitosan biasa.

Penelitian ini merupakan studi eksperimental murni dengan desain *post test only control group*, yang melibatkan 5 perlakuan dengan 5 kali pengulangan. Perlakuan tersebut terdiri dari konsentrasi 0,125%, 0,25%, 0,5%, minyak atsiri, dan asam asetat 1% terhadap bakteri *Streptococcus mutans* ATCC 25175, dengan total sampel sebanyak 25. Setiap kelompok perlakuan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C dalam kondisi anaerob. Nilai KHM diperoleh dari selisih pengukuran absorbansi menggunakan *spektrofotometer UV-Vis*, sedangkan nilai KBM ditentukan berdasarkan perhitungan jumlah koloni secara visual menggunakan *colony counter*. Hasil Uji *One Way ANOVA* dan *Post-Hoc Bonferroni* menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada selisih rata-rata absorbansi. Selain itu, Uji *One Way ANOVA* dan *Post-Hoc Games Howell* juga menunjukkan perbedaan yang signifikan pada jumlah koloni bakteri. Dalam penelitian ini, KHM ditemukan pada

konsentrasi 0,125% dan KBM ditemukan pada konsentrasi 0,5%. Disimpulkan bahwa nanopartikel kitosan sisik ikan haruan konsentrasi 0,5% mempunyai daya bunuh yang setara dengan kontrol positif terhadap pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*.

SUMMARY

ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF CHITOSAN NANOPARTICLES FROM HARUAN FISH SCALES (*Channa striata*) AGAINST THE PATHOGENICITY OF *Streptococcus mutans* ATCC 25175 BACTERIA (Review on Minimum Inhibitory Concentration [MIC] and Minimum Kill Concentration [MBC])

Oral health problems such as dental caries are still a global issue throughout the world in both developed and developing countries, especially in Southeast Asia. The percentage of caries in Indonesia itself based on the Indonesian Health Survey in 2023 is still quite high, which is around 82.8%. Dental caries as a chronic disease with its multifactorial etiology involves the role of microorganisms. *Streptococcus mutans* has been considered the main pathogen in the initiation and development of dental caries. Based on these problems, efforts are needed to control the pathogenesis of caries. These efforts can be done mechanically, namely by brushing teeth and using dental floss and chemically assisted by the use of mouthwash. Observational research shows that 70% of mouthwashes on the market contain 5-26% alcohol and are proven to have side effects, so an alternative that can replace these mouthwashes is needed using extracts from natural ingredients. Chitosan as a natural polymer is identified as a strong antimicrobial and antibiofilm compound so chitosan is often used in biomedical applications such as mouthwash. Chitosan synthesized into nanoparticles has better antibacterial properties because particles with small size have a higher penetration rate and better adsorption ability. This is proven by research conducted by Aliasghari, et al. (2016) on the efficiency of chitosan and chitosan nanoparticles on *Streptococcus mutans* bacteria with concentrations of 1.25 mg/ml, 2.5 mg/ml, and 5 mg/ml. The results showed an increase in antibacterial activity in chitosan synthesized into nanoparticles when compared to ordinary chitosan.

This research is a pure experimental study with a post test only control group design, which involves 5 treatments with 5 repetitions. The treatments consisted of concentrations of 0.125%, 0.25%, 0.5%, essential oil, and 1% acetic acid against *Streptococcus mutans* ATCC 25175 bacteria, with a total sample of 25. Each treatment group was incubated for 24 hours at 37°C under anaerobic conditions. The MIC value was obtained from the difference in absorbance measurements using a UV-Vis spectrophotometer, while the MBC value was determined based on the visual calculation of the number of colonies using a colony counter. The results of the One Way ANOVA and Post-Hoc Bonferroni tests showed a significant difference in the average difference in absorbance. In addition, One Way ANOVA and Post-Hoc Games Howell tests also showed significant differences in the number of bacterial colonies. In this study, MIC was found at 0.125% concentration and MBC was found at 0.5% concentration. It was concluded that chitosan nanoparticles from haruan fish scales at a concentration of 0.5% had a killing

power equivalent to the positive control against the growth of Streptococcus mutans bacteria.

ABSTRAK

**AKTIVITAS ANTIBAKTERI NANOPARTIKEL KITOSAN SISIK IKAN HARUAN (*Channa striata*) TERHADAP PATOGENITAS BAKTERI *Streptococcus mutans* ATCC 25175
(Tinjauan pada Konsentrasi Hambat Minimum [KHM] dan Konsentrasi Bunuh Minimum [KBM])**

Verliani Nor Rahmad, Deby Kania Tri Putri, Isnur Hatta

Latar Belakang: Karies gigi merupakan masalah kesehatan global yang signifikan, terutama di Asia Tenggara. Prevalensi karies di Indonesia bahkan mencapai 82,8%. Penyakit ini disebabkan oleh mikroorganisme, terutama *Streptococcus mutans*, yang berperan dalam pembentukan biofilm. Kitosan memiliki aktivitas antibakteri yang baik sehingga kitosan sering digunakan pada pengaplikasian biomedis. Pengembangan nanopartikel kitosan diharapkan dapat meningkatkan efektivitasnya terhadap bakteri *Streptococcus mutans*. **Tujuan:** Mengukur dan menganalisis aktivitas antibakteri nanopartikel kitosan dari sisik ikan haruan (*Channa striata*) terhadap bakteri *Streptococcus mutans* ATCC 25175. **Metode:** Desain penelitian ini adalah penelitian eksperimental murni dengan *post test only with control group design*. Penelitian ini menggunakan 5 kelompok perlakuan yaitu nanopartikel kitosan sisik ikan haruan konsentrasi 0,125%, 0,25%, 0,5%, minyak atsiri sebagai kontrol positif, dan asam asetat 0,1% sebagai kontrol negatif dengan 5 kali pengulangan pada setiap perlakuan. Uji antibakteri dilakukan dengan metode dilusi cair untuk menentukan KHM dan dilusi padat untuk menentukan KBM. **Hasil:** Nilai KHM nanopartikel kitosan sisik ikan haruan terdapat pada konsentrasi 0,125% dengan nilai absorbansi sebesar -0,012 dan nilai KBM pada konsentrasi 0,5% dengan tidak adanya pertumbuhan koloni bakteri. Hasil uji ukuran partikel menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA) memenuhi parameter kriteria menurut *International Organization for Standardization* (ISO) dengan ukuran partikel yaitu 50,79-92,89 nm. **Kesimpulan:** Nanopartikel kitosan sisik ikan haruan (*Channa striata*) memiliki aktivitas antibakteri dalam menghambat bakteri *Streptococcus mutans* ATCC 25175.

Kata kunci : Nanopartikel kitosan, karies gigi, *Streptococcus mutans*, antibakteri, dilusi.

ABSTRACT

**ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF CHITOSAN NANOPARTICLES FROM HARUAN FISH SCALES (*Channa striata*) AGAINST THE PATHOGENICITY OF *Streptococcus mutans* ATCC 25175 BACTERIA
(Review on Minimum Inhibitory Concentration [MIC] and Minimum Kill Concentration [MBC])**

Verliani Nor Rahmad, Deby Kania Tri Putri, Isnur Hatta

Background: Dental caries is a significant global health issue, especially in Southeast Asia. The prevalence of caries in Indonesia even reached 82.8%. This disease is caused by microorganisms, especially *Streptococcus mutans*, which play a role in biofilm formation. Chitosan has good antibacterial activity so it is often used in biomedical applications. The development of chitosan nanoparticles is expected to increase its effectiveness against *Streptococcus mutans* bacteria. **Objective:** To measure and analyze the antibacterial activity of chitosan nanoparticles from haruan fish scales (*Channa striata*) against *Streptococcus mutans* ATCC 25175 bacteria. **Method:** This study design is a true experimental study with post-test only with control group design. The research used 5 treatment groups, namely chitosan nanoparticles from haruan fish scale at concentrations of 0.125%, 0.25%, 0.5%, essential oil as a positive control, and 0.1% acetic acid as a negative control with 5 repetitions for each treatment. Antibacterial test was performed using liquid dilution method to determine MIC and solid dilution to determine MBC. **Results:** The MIC value of chitosan nanoparticles from haruan fish scale is found at a concentration of 0,125% with an absorbance value of -0.012 and the MBC value at a concentration of 0.5% with no bacterial colony growth. Particle size test results using Particle Size Analyzer (PSA) meet the criteria parameters according to the International Organization for Standardization (ISO) with a particle size is 50,79-92,89 nm. **Conclusion:** Chitosan nanoparticles from haruan fish scales (*Channa striata*) have antibacterial activity in inhibiting *Streptococcus mutans* ATCC 25175 bacteria.

Keywords: Chitosan nanoparticles, dental caries, *Streptococcus mutans*, antibacterial, dilution.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“AKTIVITAS ANTIBAKTERI NANOPARTIKEL KITOSAN SISIK IKAN HARUAN (*Channa striata*) TERHADAP PATOGENITAS BAKTERI *Streptococcus mutans* ATCC 25175 (Tinjauan pada Konsentrasi Hambat Minimum [KHM] dan Konsentrasi Bunuh Minimum [KBM])”**, tepat pada waktunya.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi sebagian syarat guna memperoleh derajat Sarjana Kedokteran Gigi di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Lambung Mangkurat. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

Dekan Fakultas Kedokteran Gigi, Prof. Dr. drg. Maharani Laillyza Apriasari, Sp. PM yang telah memberi kesempatan dan fasilitas dalam pelaksanaan penelitian.

Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan dan Alumni Fakultas Kedokteran Gigi sekaligus selaku pembimbing utama, drg. Deby Kania Tri Putri, M.Kes yang telah memberi kesempatan dan fasilitas dalam pelaksanaan penelitian serta memberikan saran dan arahan dalam penyelesaian skripsi ini.

Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Kedokteran Gigi sekaligus selaku pembimbing pendamping, drg. Isnur Hatta, MAP yang telah memberi kesempatan dan fasilitas dalam pelaksanaan penelitian serta memberikan saran dan arahan dalam penyelesaian skripsi ini.

Wakil Dekan Bidang Keuangan dan Umum Fakultas Kedokteran Gigi, drg. I Wayan Arya Krishnawan Firdaus, M. Kes yang telah memberi kesempatan dan fasilitas dalam pelaksanaan penelitian.

Koordinator Program Studi Kedokteran Gigi Dr. drg. Bayu Indra Sukmana, M. Kes yang telah memberi kesempatan dan fasilitas dalam pelaksanaan penelitian.

Kedua dosen penguji, drg. Nurdiana Dewi, M.DSc., Sp.KGA dan Dra. Hj. Lia Yulia Budiarti, M. Kes yang telah memberikan kritik dan saran sehingga skripsi ini menjadi semakin baik.

Semua dosen Program Studi Kedokteran Gigi Universitas Lambung Mangkurat yang telah mendidik, membantu dan memberikan masukan yang sangat

berharga kepada penulis selama menjalani masa pendidikan dan menyelesaikan skripsi ini.

Seluruh staff Tata Usaha Program Studi Kedokteran Gigi Universitas Lambung Mangkurat yang telah membantu penulis selama mengikuti perkuliahan dan penulisan skripsi ini.

Seluruh karyawan dan laboran Laboratorium Farmasi Universitas Sari Mulia dan Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro yang telah memberikan izin, fasilitas, ilmu, dan bantuan sehingga penelitian berjalan dengan lancar.

Kedua orangtua, Bapak Rohmadi dan ibu Yeni Sumarminingsih dan saudari saya mba Renita Rahmad serta seluruh keluarga besar dan teman-teman terdekat, sebagai sumber semangat yang selalu memberikan perhatian dan dukungan penuh baik moril, materil, motivasi, harapan, dan doa sampai terselesaikannya skripsi ini.

Rekan-rekan seperjuangan di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Lambung Mangkurat angkatan 2021 yang selalu kebersamai dan memberikan masukan dan semua pihak yang telah membantu proses penelitian serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas sumbangan pikiran dan bantuan yang telah diberikan.

Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan yang telah diberikan berbagai pihak kepada penulis dalam mendukung selesainya penelitian dan penulisan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa karya tulis ilmiah ini masih jauh dari kesempurnaan, akan tetapi penulis berharap penelitian ini bermanfaat bagi dunia ilmu pengetahuan, terutama di bidang Kedokteran Gigi.

Banjarmasin, 24 Januari 2025



Verliani Nor Rahmad

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENETAPAN PANITIA PENGUJI USULAN PENELITIAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PENETAPAN PANITIA PENGUJI SKRIPSI	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
HALAMAN PERNYATAAN ORIGINALITAS	vi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xiii
KATA PENGANTAR	xiv
DAFTAR ISI	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xx
DAFTAR TABEL	xxii
DAFTAR GAMBAR	xxiii
DAFTAR LAMPIRAN	xxiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.3.1 Tujuan Umum.....	5
1.3.2 Tujuan Khusus	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.4.1 Manfaat Teoritis.....	6
1.4.2 Manfaat Praktis	6

1.4.3 Manfaat Masyarakat	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Karies Gigi	7
2.2 <i>Streptococcus mutans</i>	8
2.2.1 Taksonomi <i>Streptococcus mutans</i>	8
2.2.2 Peran <i>Streptococcus mutans</i> dalam Karies Gigi	9
2.3 Minyak Atsiri dalam Obat Kumur.....	10
2.4 Asam Asetat 1%	10
2.5 Ikan Haruan (<i>Channa striata</i>)	11
2.6 Limbah Sisik ikan haruan (<i>Channa striata</i>).....	12
2.7 Kitosan Sisik ikan haruan (<i>Channa striata</i>).....	13
2.8 Nanopartikel Kitosan.....	14
2.9 Sintesis Nanopartikel Kitosan Menggunakan Gelasi Ionik.....	15
2.10 Mekanisme Antibakteri Nanopartikel Kitosan.....	18
2.11 Metode Pengujian Antibakteri.....	19
2.11.1 Metode Dilusi	19
2.12 Kerangka Teori.....	21
BAB 3 KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS	25
3.1 Kerangka Konsep	25
3.2 Hipotesis.....	26
BAB 4 METODE PENELITIAN.....	27
4.1 Rancangan Penelitian	27
4.2 Populasi dan Sampel	27
4.2.1 Populasi.....	27
4.2.2 Teknik Pengambilan Sampel	28
4.2.3 Besar Sampel	29
4.3 Variabel Penelitian	30
4.3.1 Variabel Bebas.....	30
4.3.2 Variabel Terikat	30
4.3.3 Variabel Terkendali	30
4.4 Definisi Operasional.....	31
4.5 Bahan Penelitian.....	33

4.6 Alat Penelitian	33
4.7 Tempat dan Waktu Penelitian	34
4.7.1 Tempat Penelitian	34
4.7.2 Waktu Penelitian.....	34
4.8 Prosedur Penelitian	34
4.8.1 Perolehan Sisik ikan haruan (<i>Channa striata</i>).....	34
4.8.2 Pembuatan Kitosan Sisik ikan haruan (<i>Channa striata</i>).....	35
4.8.2.1 Isolasi Kitin	35
4.8.2.2 Pembuatan Kitosan.....	36
4.8.3 Pembuatan Konsentrasi Kitosan Sisik ikan haruan (<i>Channa striata</i>) .	37
4.8.4 Pembuatan Nanopartikel Kitosan Sisik ikan haruan (<i>Channa striata</i>) Menggunakan Metode Gelasi Ionik.....	37
4.8.5 Pengemasan Sampel, Pengiriman Sampel, dan Karakterisasi Ukuran Partikel Nanopartikel Kitosan Sisik ikan haruan (<i>Channa striata</i>)	38
4.8.6 Pembiakan Sampel Bakteri.....	39
4.8.6.1 Pembuatan Media <i>Nutrient Agar</i> (NA).....	39
4.8.6.2 Pembuatan Media <i>Brain Heart Infusion Broth</i> (BHI-B).....	39
4.8.6.3 Peremajaan Bakteri <i>Streptococcus mutans</i> ATCC 25175.....	40
4.8.6.4 Pembuatan Suspensi <i>Streptococcus mutans</i> ATCC 25175	40
4.8.7 Uji Aktivitas Antibakteri	40
4.8.7.1 Konsentrasi Hambat Minimum (KHM)	40
4.8.7.2 Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM)	41
4.8.8 Alur Penelitian	43
4.9 Prosedur Pengambilan dan Pengumpulan Data.....	44
4.10 Cara Pengolahan dan Analisis Data	44
BAB 5 HASIL PENELITIAN	46
5.1 Data Penelitian	46
5.1.1 Hasil Uji FTIR Kitosan Sisik Ikan Haruan (<i>Channa striata</i>).....	46
5.1.2 Hasil Uji <i>Particle Size Analyzer</i> (PSA) dari Nanopartikel Kitosan Sisik Ikan Haruan (<i>Channa Striata</i>).....	47
5.1.3 Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Nanopartikel Kitosan Sisik Ikan Haruan (<i>Channa striata</i>) terhadap Pertumbuhan Bakteri <i>Streptococcus mutans</i>	48

5.2 Analisis Penelitian	50
5.2.1 Analisis dan Hasil Penelitian Kadar Hambat Minimum (KHM).....	50
5.2.2 Analisis dan Hasil Penelitian Kadar Bunuh Minimum (KBM).....	52
BAB 6 PEMBAHASAN	54
6.1 Uji <i>Particle Size Analyzer</i> (PSA) dari Nanopartikel Kitosan Sisik Ikan Haruan (<i>Channa Striata</i>)	54
6.2 Uji Aktivitas Antibakteri Nanopartikel Kitosan Sisik Ikan Haruan (<i>Channa striata</i>) terhadap Pertumbuhan Bakteri <i>Streptococcus mutans</i>	55
BAB 7 PENUTUP.....	61
7.1 Kesimpulan.....	61
7.2 Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	