

**Pengaruh Kombinasi Semen Trikalsium Silikat dengan
Kitosan Sisik Ikan Papuyu (*Anabas testudineus*) terhadap
Jumlah Sel Makrofag
(Studi In Vivo pada Pulpa Gigi Tikus Wistar (*Rattus norvegicus*))**

Skripsi

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

Diajukan oleh
Ryanda Kirani Satwikaputri
2211111220032



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

Juni, 2026

**Pengaruh Kombinasi Semen Trikalsium Silikat dengan
Kitosan Sisik Ikan Papuyu (*Anabas testudineus*) terhadap
Jumlah Sel Makrofag
(Studi In Vivo pada Pulpa Gigi Tikus Wistar (*Rattus norvegicus*))**

Skripsi

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

Diajukan oleh
Ryanda Kirani Satwikaputri
2211111220032



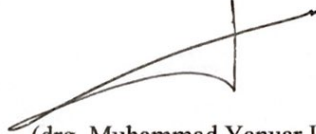
**UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
PROGRAM STUDI KEDOKTERAN GIGI
BANJARMASIN**

Juni, 2026

HALAMAN PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI

Skripsi oleh Ryanda Kirani Satwikaputri ini
Telah diperiksa dan disetujui untuk diseminarkan

Banjarmasin, 25 Mei 2026
Pembimbing Utama



(drg. Muhammad Yanuar Ichrom Nahzi, Sp.KG)
NIP. 198612292014041001

Banjarmasin, 25 Mei 2026
Pembimbing Pendamping

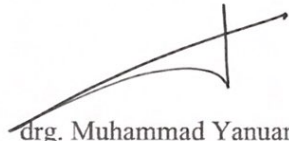


drg. Rahmad Arifin, Sp.Prof
NIP. 198810282019031011

HALAMAN PENETAPAN PANITIA PENGUJI SKRIPSI

Skripsi oleh Ryanda Kirani Satwikaputri
Telah dipertahankan di depan dewan penguji
Pada tanggal 9 Juni 2026

Dewan Penguji
Ketua (Pembimbing Utama)



drg. Muhammad Yanuar Ichrom Nahzi, Sp.KG

Anggota (Pembimbing Pendamping)



drg. Rahmad Arifin, Sp.Pros

Anggota



drg. Amy Nindia Carabelly, M.Si

Anggota



drg. Patricia Iskandar, Sp.Ort

Skripsi

**PENGARUH KOMBINASI SEMEN TRIKALSIUM SILIKAT
DENGAN KITOSAN SISIK IKAN PAPUYU (*Anabas testudineus*)
TERHADAP JUMLAH SEL MAKROFAG
(Studi In Vivo pada Pulpa Gigi Tikus Wistar (*Rattus norvegicus*))**

dipersiapkan dan disusun oleh

Ryanda Kirani Satwikaputri

telah dipertahankan di depan dewan penguji
pada tanggal **9 Juni 2026**

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing Utama

drg. M. Yanuar Ichrom Nahzi, Sp.KG

Pembimbing Pendamping

drg. Rahmad Arifin, Sp. Pros

Penguji

drg. Amy Nindia Carabelly, M.Si

Penguji

drg. Patricia Iskandar, Sp.Ort

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 dan dirujuk dalam skripsi ini telah saya sebutkan dalam daftar pustaka.

Banjarmasin, 25 Mei 2026



Ryanda Kirani Satwikaputri

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

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

Nama : Ryanda Kirani Satwikaputri
NIM : 2211111220032
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:

“Pengaruh Kombinasi Semen Trikalsium Silikat dengan Kitosan Sisik Ikan Papuyu (*Anabas testudineus*) terhadap Jumlah Sel Makrofag (Studi In Vivo pada Pulpa Gigi Tikus Wistar (*Rattus norvegicus*))”

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: 25 Mei 2026

Yang menyatakan



Ryanda Kirani Satwikaputri

RINGKASAN

Pengaruh Kombinasi Semen Trikalsium Silikat dengan Kitosan Sisik Ikan Papuyu (*Anabas testudineus*) terhadap Jumlah Sel Makrofag (Studi In Vivo pada Pulpa Gigi Tikus Wistar (*Rattus norvegicus*))

Prevalensi karies gigi di Provinsi Kalimantan Selatan mencapai 43,9% berdasarkan Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023. Karies yang tidak ditangani dapat menyebabkan terbukanya jaringan pulpa gigi sehingga menimbulkan peradangan atau pulpitis. Pulpitis reversibel merupakan peradangan akut yang berpotensi pulih melalui prosedur pulp capping. Perawatan direct pulp capping dilakukan dengan mengaplikasikan bahan secara langsung pada pulpa yang terbuka. Salah satu bahan yang mulai dikembangkan dalam bidang kedokteran gigi adalah semen trikalsium silikat (Biodentine), yang memiliki sifat biologis baik serta kemampuan sealing yang optimal. Namun, bahan ini dapat memicu respons inflamasi yang cukup tinggi pada fase awal, yang jika tidak dikelola dengan baik dapat memperpanjang fase inflamasi.

Kitosan merupakan bahan alam turunan kitin yang bersifat tidak toksik, biokompatibel, dan biodegradabel. Kitosan sisik ikan papuyu (*Anabas testudineus*) memiliki derajat deasetilasi sebesar 97,40%, lebih tinggi dibandingkan kitosan komersil (93,80%) dan kitosan sisik ikan haruan (85,21%). Derajat deasetilasi yang tinggi menghasilkan struktur kitosan yang kaya gugus amina (-NH₂) dan bersifat kationik, sehingga kitosan dapat diinternalisasi oleh sel imun bawaan dan mengaktifkan makrofag. Aktivasi ini bersifat imunomodulator dan bergantung pada konteks polarisasi makrofag: pada fase awal inflamasi, kitosan memperkuat respons proinflamasi, sedangkan pada fase resolusi, kitosan justru memperkuat respons antiinflamasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kombinasi semen trikalsium silikat dengan kitosan sisik ikan papuyu konsentrasi 3% terhadap jumlah sel makrofag pada pulpa gigi tikus wistar hari ke-1, ke-3, dan ke-5.

Penelitian ini menggunakan metode true experimental dengan rancangan posttest only with control group design. Sampel berupa 27 ekor tikus wistar jantan

yang dibagi menjadi 9 kelompok perlakuan berdasarkan jenis bahan yang diberikan kombinasi semen trikalsium silikat dengan kitosan sisik ikan papuyu sebagai kelompok perlakuan, semen trikalsium silikat sebagai kelompok kontrol positif, dan HPMC sebagai kelompok kontrol negatif serta waktu observasi (hari ke-1, ke-3, dan ke-5). Jaringan pulpa diambil, dibuat preparat histopatologi dengan pewarnaan *Hematoxylin Eosin*, kemudian dilakukan penghitungan jumlah sel makrofag menggunakan mikroskop cahaya.

Data dianalisis menggunakan uji normalitas Shapiro-Wilk dan uji homogenitas Levene's test, dilanjutkan dengan Two-way ANOVA dan Post Hoc Bonferroni. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan bermakna jumlah sel makrofag antar kelompok perlakuan maupun waktu pengamatan ($p < 0,05$). Kelompok kombinasi semen trikalsium silikat dengan kitosan sisik ikan papuyu menunjukkan rata-rata jumlah sel makrofag tertinggi pada hari ke-1 dan hari ke-3, kemudian mengalami penurunan paling cepat pada hari ke-5, dibandingkan kelompok kontrol positif dan kontrol negatif. Pola peningkatan yang diikuti penurunan jumlah sel makrofag pada kelompok kombinasi mencerminkan kerja imunomodulator kitosan, yaitu memicu rekrutmen makrofag secara optimal pada fase awal inflamasi sekaligus mendorong resolusi inflamasi yang lebih cepat pada fase akhir dibandingkan kelompok kontrol. Dengan demikian, kombinasi semen trikalsium silikat dengan kitosan sisik ikan papuyu konsentrasi 3% berpotensi menjadi bahan pulp capping alternatif yang efektif dalam mendukung penyembuhan jaringan pulpa.

SUMMARY

The Effect of the Combination of Tricalcium Silicate Cement and Papuyu Fish Scale Chitosan (*Anabas testudineus*) on the Number of Macrophage Cells

(An In Vivo Study on the Dental Pulp of Wistar Rats (*Rattus norvegicus*))

The prevalence of dental caries in South Kalimantan Province reached 43.9% based on the 2023 Indonesian Health Survey (SKI). Untreated caries can lead to exposure of the dental pulp tissue, resulting in inflammation, or pulpitis. Reversible pulpitis is an acute inflammation that can potentially recover through pulp capping procedures. Direct pulp capping is performed by applying a material directly onto the exposed pulp. One material that has been increasingly developed in dentistry is tricalcium silicate cement (Biodentine), which has good biological properties and optimal sealing ability. However, this material may trigger a relatively high inflammatory response in the early phase, which, if not properly managed, may prolong the inflammatory phase.

*Chitosan is a natural material derived from chitin that is non-toxic, biocompatible, and biodegradable. Papuyu fish scale chitosan (*Anabas testudineus*) has a degree of deacetylation of 97.40%, higher than that of commercial chitosan (93.80%) and haruan fish scale chitosan (85.21%). A high degree of deacetylation results in a chitosan structure rich in amine groups (-NH₂) with a cationic character, allowing chitosan to be internalized by innate immune cells and activate macrophages. This activation is immunomodulatory and depends on macrophage polarization: in the early inflammatory phase, chitosan enhances the proinflammatory response, whereas in the resolution phase, chitosan instead enhances the anti-inflammatory response. This study aimed to analyze the effect of the combination of tricalcium silicate cement and papuyu fish scale chitosan at a concentration of 3% on the number of macrophage cells in the dental pulp of Wistar rats on days 1, 3, and 5.*

This study employed a true experimental method with a posttest-only with control group design. The samples consisted of 27 male Wistar rats divided into 9

treatment groups based on the type of material administered (the combination of tricalcium silicate cement and papuyu fish scale chitosan as the treatment group, tricalcium silicate cement as the positive control group, and HPMC as the negative control group), as well as the observation time points (days 1, 3, and 5). Pulp tissue was collected and processed into histopathological preparations using Hematoxylin and Eosin staining, followed by macrophage cell counting under a light microscope.

Data were analyzed using the Shapiro-Wilk normality test and Levene's homogeneity test, followed by Two-way ANOVA and the Bonferroni post hoc test. The results showed a significant difference in the number of macrophage cells among treatment groups and observation time points ($p < 0.05$). The combination group of tricalcium silicate cement and papuyu fish scale chitosan showed the highest mean number of macrophage cells on days 1 and 3, followed by the fastest decrease on day 5, compared with the positive and negative control groups. This pattern of increase followed by decrease in macrophage numbers in the combination group reflects the immunomodulatory action of chitosan, namely promoting optimal macrophage recruitment during the early inflammatory phase while accelerating inflammation resolution in the later phase, compared with the control groups. Therefore, the combination of tricalcium silicate cement and papuyu fish scale chitosan at a concentration of 3% has the potential to serve as an effective alternative pulp capping material in supporting pulp tissue healing.

ABSTRAK

Pengaruh Kombinasi Semen Trikalsium Silikat dengan Kitosan Sisik Ikan Papuyu (*Anabas testudineus*) terhadap Jumlah Sel Makrofag

(Studi In Vivo pada Pulpa Gigi Tikus Wistar (*Rattus norvegicus*))

Ryanda Kirani Satwikaputri, Muhammad Yanuar Ichrom Nahzi, Rahmad

Arifin, Amy Nindia Carabelly, Patricia Iskandar

Latar Belakang: Pulpa terbuka akibat karies gigi yang tidak ditangani dapat menyebabkan inflamasi. Salah satu perawatan untuk mempertahankan vitalitas pulpa adalah *direct pulp capping* menggunakan bahan bioaktif. Semen trikalsium silikat (Biodentine) bersifat bioaktif dan biokompatibel, namun dapat memicu respons inflamasi awal yang cukup tinggi. Kitosan dari sisik ikan papuyu (*Anabas testudineus*) memiliki sifat biokompatibel dan imunomodulator. Kombinasi keduanya diharapkan dapat memodulasi respons inflamasi dan mempercepat penyembuhan pulpa. **Tujuan:** Menganalisis pengaruh kombinasi semen trikalsium silikat dengan kitosan sisik ikan papuyu konsentrasi 3% terhadap jumlah sel makrofag pada pulpa gigi tikus wistar (*Rattus norvegicus*) hari ke-1, ke-3, dan ke-5. **Metode:** Penelitian true experimental dengan rancangan *posttest-only with control group design*. Sampel 27 ekor tikus wistar jantan dibagi menjadi 3 kelompok perlakuan, yaitu kombinasi semen trikalsium silikat dan kitosan sisik ikan papuyu, kontrol positif (semen trikalsium silikat), dan kontrol negatif (HPMC). Jumlah sel makrofag dinilai pada hari ke-1, ke-3, dan ke-5 menggunakan preparat histopatologi dengan pewarnaan *Hematoxylin Eosin*. **Hasil:** Uji *Two-way ANOVA* menunjukkan perbedaan bermakna jumlah sel makrofag berdasarkan kelompok perlakuan, waktu pengamatan, dan interaksi keduanya ($p < 0,05$). Kelompok kombinasi menunjukkan peningkatan jumlah sel makrofag yang lebih tinggi pada hari ke-1 dan ke-3, serta penurunan yang lebih cepat pada hari ke-5, dibandingkan kelompok kontrol positif dan kontrol negatif. **Kesimpulan:** Kombinasi semen trikalsium silikat dengan kitosan sisik ikan papuyu konsentrasi 3% lebih efektif meningkatkan jumlah sel makrofag pada fase awal inflamasi sekaligus mempercepat resolusi inflamasi pada hari ke-5, sehingga berpotensi menjadi alternatif bahan *pulp capping* yang efektif.

Kata kunci: semen trikalsium silikat, kitosan, sisik ikan papuyu, makrofag, kaping pulpa

ABSTRACT

The Effect of the Combination of Tricalcium Silicate Cement and Papuyu Fish Scale Chitosan (*Anabas testudineus*) on the Number of Macrophage Cells

(An In Vivo Study on the Dental Pulp of Wistar Rats (*Rattus norvegicus*))

Ryanda Kirani Satwikaputri, Muhammad Yanuar Ichrom Nahzi, Rahmad

Arifin, Amy Nindia Carabelly, Patricia Iskandar

Background: Pulp exposure caused by untreated dental caries can lead to inflammation. One treatment to maintain pulp vitality is direct pulp capping using bioactive materials. Tricalcium silicate cement (Biodentine) is bioactive and biocompatible; however, it may induce a relatively high early inflammatory response. Chitosan derived from papuyu fish scales (*Anabas testudineus*) has biocompatible and immunomodulatory properties. The combination of these two materials is expected to modulate the inflammatory response and accelerate pulp healing. **Objective:** To analyze the effect of the combination of tricalcium silicate cement and papuyu fish scale chitosan at a concentration of 3% on the number of macrophage cells in the dental pulp of Wistar rats (*Rattus norvegicus*) on days 1, 3, and 5. **Methods:** This study employed a true experimental method with a posttest-only with control group design. Twenty-seven male Wistar rats were divided into three treatment groups, namely a combination of tricalcium silicate cement and papuyu fish scale chitosan, a positive control (tricalcium silicate cement), and a negative control (HPMC). The number of macrophage cells was evaluated on days 1, 3, and 5 using histopathological preparations stained with Hematoxylin and Eosin. **Results:** Two-way ANOVA showed a significant difference in the number of macrophage cells based on treatment group, observation time, and their interaction ($p < 0.05$). The combination group showed a higher increase in macrophage numbers on days 1 and 3, followed by a faster decrease on day 5, compared with the positive and negative control groups. **Conclusion:** The combination of tricalcium silicate cement and papuyu fish scale chitosan at a concentration of 3% was more effective in increasing the number of macrophage cells during the early inflammatory phase while accelerating inflammation resolution on day 5, indicating its potential as an effective alternative pulp capping material.

Keywords: *tricalcium silicate cement, chitosan, papuyu fish scales, macrophages, pulp capping*

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Kombinasi Semen Trikalsium Silikat dengan Kitosan Sisik Ikan Papuyu (*Anabas testudineus*) terhadap Jumlah Sel Makrofag (Studi In Vivo pada Pulpa Gigi Tikus Wistar (*Rattus norvegicus*))”**, 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 Fakultas Kedokteran Gigi Bidang Akademik drg. Isnur Hatta, MAP, Wakil Dekan Bidang Keuangan & Umum drg. I Wayan Arya Krishnawan Firdaus, M. Kes, dan Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan & Alumni drg. Deby Kania Tri Putri, M. Kes yang telah memberi kesempatan dan fasilitas dalam pelaksanaan penelitian.

Koordinator Program Studi Kedokteran Gigi drg. Amy Nindia Carabelly, M.Si yang telah memberi kesempatan dan fasilitas dalam pelaksanaan penelitian.

Kedua dosen pembimbing, drg. M. Yanuar Ichrom Nahzi, Sp.KG dan drg. Rahmad Arifin, Sp.Pros yang berkenan memberikan saran serta arahan dalam penyelesaian skripsi ini.

Kedua dosen penguji, drg. Amy Nindia Carabelly, M.Si dan drg. Patricia Iskandar, Sp.Ort yang telah memberikan kritik dan saran sehingga skripsi ini menjadi semakin baik.

Seluruh staf pengajar di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Lambung Mangkurat yang telah mendidik, membantu dan memberikan masukan kepada penulis selama menjalani masa pendidikan dan menyelesaikan skripsi ini.

Seluruh karyawan dan laboran Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Banjarbaru serta Laboratorium Patologi Anatomi RSUD Ulin Banjarmasin yang telah memberikan izin, fasilitas, ilmu, dan bantuan sehingga penelitian berjalan dengan lancar.

Kedua orang tua, Bapak Peltu (Purn) Mohadi dan Ibu Sulasi, S.Pd dan Kakak saya Friska Asita Dewi, A.Md.AK yang selalu memberikan perhatian dan dukungan penuh baik moril, materil, motivasi, harapan, dan doa sampai terselesaikannya skripsi ini.

Sahabat saya Shaula Nada A, Siti Arika Pelangi C.B dan Indira N. Pasha yang selalu memberikan dukungan, bantuan, dan semangat selama penyusunan skripsi ini.

Rekan-rekan seperjuangan di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Lambung Mangkurat angkatan 2022 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.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, akan tetapi penulis berharap penelitian ini bermanfaat bagi dunia ilmu pengetahuan terutama di bidang Kedokteran Gigi.

Banjarmasin, 25 Mei 2026



Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PENETAPAN PANITIA PENGUJI SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORIGINALITAS.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
RINGKASAN	vii
<i>SUMMARY</i>.....	ix
ABSTRAK	xi
<i>ABSTRACT</i>	xii
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR SINGKATAN	xviii
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR GAMBAR.....	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
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 Klinis.....	6
1.4.3 Manfaat Masyarakat.....	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Pulpa.....	7
2.2 Inflamasi Pulpa.....	7
2.2.1 Pulpitis Reversibel	8

2.3	Makrofag dalam Proses Inflamasi Pulpa.....	9
2.4	Pulp Capping.....	10
2.5	Bahan Pulp Capping.....	10
2.5.1	Semen Trikalsium Silikat.....	11
2.5.2	Kalsium Hidroksida	11
2.6	Ikan Papuyu.....	12
2.6.1	Taksonomi Ikan Papuyu.....	13
2.7	Limbah Sisik Ikan Papuyu	14
2.8	Kitosan Sisik Ikan Papuyu	14
2.9	Tikus Wistar	16
2.9.1	Taksonomi Tikus Wistar	17
2.10	In Vivo	18
2.11	Kerangka Teori.....	19
BAB 3	KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS	24
3.1	Kerangka Konsep	24
3.2	Hipotesis.....	25
BAB 4	METODE PENELITIAN	26
4.1	Rancangan Penelitian	26
4.2	Populasi dan Sampel	26
4.2.1	Populasi	26
4.2.2	Teknik Pengambilan Sampel.....	27
4.2.3	Besar Sampel (<i>Sample Size</i>).....	28
4.3	Variabel Penelitian	29
4.3.1	Variabel Bebas	29
4.3.2	Variabel Terikat	30
4.3.3	Variabel Terkendali.....	30
4.3.4	Definisi Operasional.....	31
4.4	Bahan Penelitian.....	33
4.5	Alat Penelitian.....	33
4.6	Tempat dan Waktu Penelitian	34
4.6.1	Tempat Penelitian.....	34
4.6.2	Waktu Penelitian	34

4.7	Prosedur Penelitian.....	34
4.7.1	Pembuatan Kitosan Sisik Ikan Papuyu	35
4.7.2	Pembuatan Buffer Asetat pH 5	37
4.7.3	Pembuatan Sediaan Gel dari Kitosan.....	37
4.7.4	Pencampuran Semen Trikalsium Silikat dengan Kitosan Sisik Ikan Papuyu	38
4.7.5	Persiapan Hewan Coba	39
4.7.6	Tahap Hewan Coba yang dikorbankan	40
4.7.7	Pembuatan Sediaan Histopatologi.....	40
4.7.8	Tahapan Pengamatan dan Pengambilan Data	41
4.7.9	Penanganan Hewan Coba Setelah Pengambilan Jaringan	42
4.8	Alur Penelitian	43
4.9	Prosedur Pengambilan dan Pengumpulan Data	44
4.10	Cara Pengolahan dan Analisis Data	45
BAB 5	HASIL DATA PENELITIAN	47
5.1	Data Penelitian	47
5.2	Analisis dan Hasil Penelitian	53
BAB 6	PEMBAHASAN	56
BAB 7	PENUTUP.....	64
7.1	Kesimpulan	64
7.2	Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR SINGKATAN

AAE	: American Association of Endodontic
APC	: <i>Antigen Presenting Cell</i>
AVMA	: American Veterinary Medical Association
Ca ₃ SiO ₅	: Semen trikalsium silikat
COX-2	: <i>Siklooksigenase-2</i>
ESE	: European Society of Endodontology
g	: Gram
GIC	: <i>Glass ionomer cement</i>
HE	: <i>Haematoxylin Eosin</i>
IL	: Interleukin
IFN- γ	: Interferon gamma
LPS	: Lipopolysaccharides
MTA	: <i>Mineral Trioxide Aggregate</i>
PGE-2	: <i>Prostaglandin E2</i>
SPSS	: <i>Statistical Product and Service Solutions</i>
TGF- β	: <i>Transforming Growth Factor-β</i>
TNF- α	: <i>Tumor Necrosis Factor Alpha</i>

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1 Definisi Operasional	31
4.2 Pembuatan Sediaan Gel Kitosan.....	38
4.3 Dummy Pengumpulan Data.....	44
5.1 Hasil Uji Statistik Two Way ANOVA	53
5.2 Signifikansi dan Perbedaan Rata-rata Hasil Uji Statistik Post Hoc Bonferroni untuk Jumlah Sel Makrofag	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Ikan Papuyu. ⁵⁵	13
2.2 Perbedaan gugus kitin dan kitosan. ⁵⁹	15
2.3 Tikus Wistar (<i>Rattus norvegicus</i>). ⁶⁷	18
2.4 Kerangka Teori Pengaruh Kombinasi Semen Trikalsium Silikat dengan Kitosan Sisik Ikan Papuyu (<i>Anabas testudineus</i>) konsentrasi 3% sebagai Bahan Pulp Capping terhadap Jumlah Sel Makrofag.....	20
3.1 Kerangka Konsep Penelitian Pengaruh Kombinasi Semen Trikalsium Silikat dengan Kitosan Sisik Ikan Papuyu (<i>Anabas tertudineus</i>) dengan Konsetrasi 3% terhadap Jumlah Sel Makrofag pada Tikus Wistar (<i>Rattus norvegicus</i>).	24
4.1 Skema Prosedur Penelitian Pengaruh Kombinasi Semen Trikalsium Silikat dengan Kitosan Sisik Ikan Papuyu (<i>Anabas testudineus</i>) konsentrasi 3% sebagai bahan pulp capping terhadap jumlah sel makrofag.....	43
5.1 Gambaran Histopatologi Sel Makrofag (Panah hitam) hari ke-1 dengan perbesaran 400x menggunakan mikroskop cahaya: (A) Kombinasi Semen Trikasium Silikat dan Kitosan Sisik Ikan Papuyu, (B) Semen Trikalsium Silikat sebagai kontrol positif, (C) HPMC sebagai kontrol negatif.	48
5.2 Gambaran Histopatologi Sel Makrofag (Panah hitam) hari ke-3 dengan perbesaran 400x menggunakan mikroskop cahaya: (A) Kombinasi Semen Trikasium Silikat dan Kitosan Sisik Ikan Papuyu, (B) Semen Trikalsium Silikat sebagai kontrol positif, (C) HPMC sebagai kontrol negatif.	49
5.3 Gambaran Histopatologi Sel Makrofag (Panah hitam) hari ke-5 dengan perbesaran 400x menggunakan mikroskop cahaya: (A) Kombinasi Semen Trikasium Silikat dan Kitosan Sisik Ikan Papuyu, (B) Semen Trikalsium Silikat sebagai kontrol positif, (C) HPMC sebagai kontrol negatif.	50