

DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL



%	: Persen
ALP	: <i>Alkaline Phosphatase</i>
AVMA	: <i>American Veterinary Medical Association</i>
BMP	: <i>Bone Morphogenetic Protein</i>
BMP-2	: <i>Bone Morphogenetic Protein-2</i>
BMP-7	: <i>Bone Morphogenetic Protein-7</i>
Ca(OH) ₂	: <i>Calcium Hydroxide</i>
CBFA-1	: <i>Core Binding Factor-I</i>
cm	: Centimeter
CMC-Na	: <i>Carboxymethyl Cellulose Sodium</i>
COX	: <i>Cyclooxygenase</i>
FeCl ₃	: <i>Iron(III) Chloride</i>
FGF	: <i>Fibroblastic Growth Factors</i>
g	: Gram
HCl	: <i>Hydrochloride</i>
HHE	: <i>Harris Hematoxylin Eosin</i>
HPA	: <i>Histopatologi Anatomi</i>
HPMC	: <i>Hydroxypropyl Methylcellulose</i>
IGF	: <i>Insulin-like Growth Factors</i>
IL-1	: <i>Interleukin-1</i>
IL-6	: <i>Interleukin-6</i>
IL-8	: <i>Interleukin-8</i>
LOX	: <i>Liquid Oxygen</i>
m	: Meter
mg	: Miligram
MSCs	: <i>Mesenchymal Stem Cells</i>
NBF	: <i>Neutral Buffer Formalin</i>
OSE-2	: <i>Osteoblast Specific Cis Acting Element</i>
PDGF	: <i>Platelet-Derived Growth Factors</i>
PTH	: <i>Parathyroid Hormone</i>
RANKL	: <i>Receptor Activator of Nuclear Factor kappa-B Ligand</i>

ROS	: <i>Reactive Oxygen Species</i>
RUNX2	: <i>Runt-related Transcription Factor 2</i>
TGF- α	: <i>Transforming Growth Factors-Alpha</i>
TGF- β	: <i>Transforming Growth Factors-Beta</i>
TGF-1	: <i>Transforming Growth Factors-1</i>
UV	: <i>Ultraviolet</i>
β	<i>Beta</i>



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bedah pre prostetik merupakan prosedur yang dilakukan untuk mempersiapkan kondisi jaringan keras dan lunak rongga mulut agar mendukung keberhasilan pembuatan dan pemasangan gigi tiruan. Namun, prosedur ini sering kali melibatkan pengangkatan tulang alveolar berlebih seperti pada kasus torus, eksostosis, atau alveoloplasty, yang secara tidak langsung dapat menyebabkan terbentuknya defek tulang. Defek tulang yang terjadi akibat tindakan bedah pre prostetik dapat mengganggu kontur alveolar, menurunkan daya dukung jaringan terhadap gigi tiruan, serta memengaruhi proses penyembuhan dan regenerasi tulang.

Kerusakan jaringan tulang yang terjadi akibat tindakan bedah pre prostetik dapat memengaruhi proses penyembuhan jaringan serta kualitas tulang alveolar yang tersisa (Zhen et al., 2023). Kehilangan volume dan kepadatan tulang berpotensi menghambat stabilitas jaringan pendukung, meningkatkan risiko resorpsi, serta dapat memperpanjang fase inflamasi pasca operasi, kondisi tersebut dapat berdampak pada menurunnya kemampuan tulang alveolar dalam menopang beban fungsional gigi tiruan (Hajira et al., 2020).

Proses penyembuhan jaringan tulang alveolar dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk luas dan kedalaman kerusakan tulang, kondisi vaskularisasi jaringan, serta respon biologis tubuh terhadap trauma bedah (Kumar Singh et al., 2017). Pada kerusakan tulang yang cukup besar, kemampuan regenerasi alami

tulang sering kali tidak mencukupi, sehingga proses pembentukan tulang baru berjalan lambat dan beresiko menghasilkan jaringan tulang dengan kualitas yang kurang optimal. Keadaan ini dapat berdampak pada perubahan kontur tulang alveolar yang tidak menguntungkan bagi keberhasilan rehabilitasi prostetik (Zhen et al., 2023).

Dalam pelaksanaannya, prosedur bedah pre prostetik tidak jarang terhambat oleh berbagai faktor, seperti infeksi dan peradangan pasca pembedahan, yang berisiko mengganggu proses penyembuhan jaringan keras dan jaringan lunak (Sorrentino et al., 2019). Kondisi ini memerlukan terapi tambahan yang tidak hanya bersifat antiinflamasi, tetapi mampu merangsang proliferasi sel osteoblas untuk mempercepat proses regenerasi tulang (Hanafiah et al., 2022).

Upaya untuk mengatasi kerusakan jaringan tulang pasca tindakan bedah pre prostetik telah banyak dikembangkan, berbagai metode perawatan seperti penggunaan bahan *graft*, cangkok tulang, maupun agen bioaktif digunakan untuk merangsang pembentukan tulang baru dan mempercepat proses regenerasi tulang alveolar (Hajira et al., 2020).

Penggunaan bahan alami menjadi salah satu alternatif yang menjanjikan karena cenderung memiliki efek samping yang lebih rendah dibandingkan obat kimia (Dewi et al., 2022). Tanaman seperti singkong (*Manihot esculenta*) dan binahong (*Anredera cordifolia*) diketahui mengandung senyawa bioaktif yang berpotensi mendukung proses penyembuhan luka dan regenerasi jaringan tulang (Sa'diyah et al., 2020).

Tanaman singkong dan binahong merupakan tanaman yang mudah dan banyak ditemui di Indonesia. Tanaman singkong adalah tanaman yang dapat

tumbuh sepanjang tahun di daerah tropis dan memiliki daya adaptasi tinggi terhadap kondisi diberbagai tanah (Ratna Devi, Parmin, 2019). Tanaman binahaong merupakan tanaman menjalar yang bersifat perenial (berumur lama) yang tumbuh di dataran rendah maupun dataran tinggi di Indonesia (Amelia, 2022).

Berbagai penelitian telah mengungkapkan bahwa kedua tanaman tersebut mengandung senyawa bioaktif yang berperan penting dalam proses regenerasi tulang. Daun singkong juga memiliki kandungan Flavonoid yang terbukti dapat menstimulasi diferensiasi osteoblas (Amelia, 2022). Daun binahong diketahui mengandung flavonoid yang dapat mempercepat diferensiasi osteoblas menjadi osteosit, serta asam askrobat yang merangsang pertumbuhan dan aktivitas osteoblas (Sa'diyah et al., 2020).

Berdasarkan penelitian sebelumnya, ekstrak daun singkong (*Manihot esculenta*) efektif meningkatkan jumlah osteoblas dan menurunkan jumlah osteoklas pada tikus wistar yang diinduksi *Porphyromonas gingivalis* (Amelia, 2022); Dewi et al., 2022). Selain itu gel ekstrak daun binahong (*Anredera cordifolia*) konsentrasi 5 % telah terbukti efektif dalam meningkatkan ekspresi BMP-2 dan memiliki pengaruh terhadap peningkatan osteoblas pada proses penyembuhan luka pasca pencabutan gigi tikus putih (*Rattus norvegicus*) strain wistar (Sa'diyah et al., 2020).

Melihat potensi kedua tanaman tersebut yang dapat meningkatkan jumlah osteoblas, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk membandingkan dan mengombinasi efektivitas ekstrak daun singkong dan daun binahong dalam meningkatkan jumlah osteoblas pasca dilakukan tindakan bedah pre prostetik. Namun, penting untuk dicatat bahwa respon biologis terhadap pemberian ekstrak

herbal dapat bervariasi dan berbeda antara individu, tergantung kondisi sistemik, usia, status imun, dan adanya penyakit penyerta seperti diabetes atau gangguan metabolik lainnya (Studi et al., 2025)

Berdasarkan uraian diatas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh pemberian kombinasi topikal gel ekstrak daun singkong (*Manihot esculenta*) dan daun binahong (*Anredera cordifolia*) terhadap peningkatan jumlah osteoblas pada tulang alveolar tulang tikus wistar (*Rattus Norvegicus*). Diharapkan bahan herbal alami ekstrak daun singkong dan daun binahong dapat digunakan sebagai bahan alternatif alami dan aman bagi pasien untuk peningkatan jumlah sel osteoblas pasca dilakukan tindakan bedah pre prostetik.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh pemberian topikal gel ekstrak daun singkong (*Manihot esculenta*) dengan konsentrasi 20% selama 7 hari, 14 hari, dan 21 hari terhadap peningkatan jumlah sel osteoblas pada tulang alveolar tikus wistar jantan (*Rattus norvegicus*).
2. Bagaimana pengaruh pemberian topikal gel ekstrak daun binahong (*Anredera cordifolia*) dengan konsentrasi 20% selama 7 hari, 14 hari, dan 21 hari terhadap peningkatan jumlah sel osteoblas pada tulang alveolar tikus wistar jantan (*Rattus norvegicus*).

3. Bagaimana pengaruh pemberian topikal gel kombinasi ekstrak daun singkong (*Manihot esculenta*) dan daun binahong (*Anredera cordifolia*) dengan konsentrasi 20% selama 7 hari, 14 hari, dan 21 hari terhadap peningkatan jumlah sel osteoblas pada tulang alveolar tikus wistar jantan (*Rattus norvegicus*).
4. Bagaimana pengaruh pemberian topikal gel kombinasi ekstrak daun singkong (*Manihot esculenta*) dan daun binahong (*Anredera cordifolia*) dengan konsentrasi 20% selama 7 hari, 14 hari, dan 21 hari terhadap penyembuhan tulang alveolar pasca tindakan bedah pre prostetik.

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1. Tujuan Umum

Untuk melihat pengaruh kombinasi gel ekstrak daun singkong dan daun binahong dalam meningkatkan jumlah sel osteoblas pasca pembedahan torus mandibularis.

1.3.2. Tujuan Khusus

1. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh pemberian topikal gel ekstrak daun singkong (*Manihot esculenta*) dengan konsentrasi 20% selama 7 hari, 14 hari, dan 21 hari terhadap peningkatan jumlah sel osteoblas pada tulang alveolar tikus wistar (*Rattus norvegicus*).
2. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh pemberian topikal gel ekstrak daun binahong (*Anredera cordifolia*) dengan konsentrasi 20% selama 7 hari, 14 hari, dan 21 hari terhadap peningkatan jumlah sel osteoblas pada tulang alveolar tikus wistar (*Rattus norvegicus*).

3. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh pemberian topikal gel kombinasi ekstrak daun singkong (*Manihot esculenta*) dan daun binahong (*Anredera cordifolia*) dengan konsentrasi 20% selama 7 hari, 14 hari, dan 21 hari terhadap peningkatan jumlah sel osteoblas pada tulang alveolar tikus wistar (*Rattus norvegicus*).

1.4. Manfaat Penelitian

1.4.1. Manfaat Akademik

1. Menambah wawasan pembaca mengenai tanaman singkong dan binahong yang dapat meningkatkan jumlah osteoblas pada tulang alveolar tikus wistar (*Rattus norvegicus*).
2. Diharapkan penelitian ini dapat dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya yang memanfaatkan daun singkong dan daun binahong dalam proses pembentukan sel osteoblas pasca pembedahan pada tulang alveolar tikus wistar (*Rattus norvegicus*).

1.4.1. Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai gel ekstrak daun singkong dan daun binahong yang dapat digunakan sebagai terapi khususnya pada pasien dalam proses pembentukan sel osteoblas pasca pembedahan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pre Prostetik

2.1.1. Definisi Prostetik

Prostetik berasal dari kata Yunani "*prosthesis*" yang berarti penambahan atau sesuatu yang ditempatkan untuk menggantikan. Dalam konteks medis, prostetik mengacu pada alat bantu buatan seperti tangan palsu, kaki palsu, atau bagian tubuh lainnya yang dirancang untuk mengembalikan fungsi dan atau estetika tubuh (Cicciù, 2019). Prostetik bertujuan untuk memulihkan fungsi tubuh, meningkatkan kualitas hidup pasien, dan dalam beberapa kasus, memperbaiki aspek estetika. Prostetik didefinisikan sebagai perangkat buatan yang menggantikan bagian tubuh yang hilang (Gavette et al., 2023).

Prostetik gigi (prostodontik) adalah cabang ilmu kedokteran gigi yang berfokus pada rehabilitasi gigi dan jaringan mulut yang hilang melalui penggunaan mahkota, jembatan, gigi tiruan lepasan, dan implant . Prostetik gigi berfokus pada pembuatan dan pemasangan protesa untuk menggantikan gigi yang hilang, dengan tujuan memulihkan fungsi pengunyahan, estetika, dan kesehatan jaringan penyangga. Jenis protesa ini meliputi gigi tiruan lepasan, gigi tiruan tetap, dan implan gigi, yang dirancang sesuai dengan kondisi pasien dan prinsip biomekanik untuk memastikan kenyamanan dan keberhasilan jangka panjang (Sari & Sultan, 2021).

2.1.2. Definisi Pre Prostetik

Bedah preprostetik didefinisikan sebagai prosedur bedah yang dirancang untuk mempermudah pembuatan protesis atau untuk meningkatkan prognosis perawatan prostodontik. Bedah preprostetik melibatkan operasi yang bertujuan untuk menghilangkan lesi atau kelainan tertentu pada jaringan keras dan lunak rahang, sehingga pemasangan alat prostetik selanjutnya dapat berhasil. Selama bertahun-tahun, bedah mulut preprostetik terdiri dari pencabutan gigi dan pengurangan benjolan, tonjolan, serta tepi yang tajam (Chari & Shaik, 2016).

Dalam lima belas tahun terakhir, terdapat minat baru terhadap bedah preprostetik yang telah mendorong perkembangan berbagai teknik baru. Tujuan dari bedah preprostetik adalah untuk menciptakan struktur penyangga yang sesuai guna mendukung pemasangan alat prostetik di kemudian hari (Pramudita Ramadhany et al., 2023). Beberapa karakteristik bentuk ideal mencakup kemampuan memberikan dukungan dan stabilitas semaksimal mungkin, serta tidak mengganggu fungsi normal rongga mulut (Silvia, 2013).

2.1.3. Perawatan Non Bedah Pre Prostetik

Perawatan non bedah preprostetik merupakan serangkaian prosedur perawatan rongga mulut yang dilakukan sebelum pembuatan gigi tiruan dengan tujuan untuk mempersiapkan kondisi jaringan lunak dan keras agar optimal dalam menerima protesis (Masulili et al., 2013). Berbeda dengan pendekatan bedah yang bersifat invasif, perawatan non-bedah lebih mengutamakan pendekatan konservatif dan preventif. Tujuan utamanya adalah menciptakan kondisi rongga mulut yang sehat, bebas dari infeksi, dan stabil, sehingga proses adaptasi dan keberhasilan pemakaian gigi tiruan meningkat (Budi et al., 2024).

Kondisi jaringan yang tidak sehat seperti peradangan gusi, penumpukan plak dan kalkulus, atau sisa akar gigi yang terinfeksi dapat menghambat kenyamanan dan retensi gigi tiruan serta menurunkan kualitas hidup pasien. Salah satu bentuk perawatan non-bedah paling umum adalah *scaling* dan *root planing*. Prosedur ini bertujuan untuk membersihkan plak dan kalkulus (karang gigi) yang menempel pada permukaan gigi dan akar, terutama di bagian subgingiva (Tjandra et al., 2022)

Pembersihan ini sangat penting untuk mengurangi peradangan dan mengembalikan kesehatan jaringan periodontal, yang menjadi dasar bagi stabilitas gigi yang masih tersisa. Pada pasien dengan gigi tiruan sebagian lepasan, kondisi periodontal yang buruk dapat menyebabkan mobilitas gigi penyangga dan mempercepat kehilangan gigi. Oleh karena itu, *scaling* dan *root planing* sebaiknya dilakukan sebelum pencetakan atau perencanaan akhir gigi tiruan (Sari R & Oktarinasari D, 2021).

Dalam banyak kasus, perawatan ini juga perlu disertai edukasi kebersihan mulut untuk mencegah kekambuhan. Selain *scaling*, perawatan non-bedah juga mencakup eliminasi faktor-faktor lokal yang dapat menyebabkan iritasi, seperti gigi tajam, tambalan yang berlebih (*overhanging restorations*), atau permukaan akar yang terbuka (Gajavalli et al., 2025). Semua faktor tersebut dapat mengganggu jaringan lunak, menyebabkan luka kronis, dan mempengaruhi kenyamanan saat menggunakan gigi tiruan. Penyesuaian permukaan jaringan lunak, seperti pemakaian salep atau pelindung mukosa, dapat dilakukan pada area yang mengalami iritasi ringan atau trauma dari gigi tiruan lama. Terapi jaringan lunak ini

penting untuk mengembalikan ketebalan dan elastisitas mukosa, yang dibutuhkan sebagai bantalan alami untuk gigi tiruan (Jovanović et al., 2024).

Pada pasien dengan beberapa gigi yang masih tersisa (parsial edentulous), penting untuk menjaga dan merawat gigi tersebut secara menyeluruh. Perawatan saluran akar, penambalan gigi berlubang, serta pembuatan mahkota sementara bisa menjadi bagian dari perawatan non bedah pre prostetik. Gigi yang tersisa berfungsi sebagai penyangga dan sangat berperan dalam menstabilkan gigi tiruan sebagian (Sari R & Oktarinasari D, 2021).

Selain itu, edukasi pasien mengenai kebersihan gigi tiruan, teknik menyikat gigi yang benar, serta pentingnya kontrol rutin ke dokter gigi sangat diperlukan agar hasil perawatan bertahan lama. Pendekatan holistik ini tidak hanya meningkatkan keberhasilan penggunaan gigi tiruan, tetapi juga meningkatkan kualitas hidup pasien secara keseluruhan (Ardinansyah et al., 2025).

2.1.4. Perawatan Bedah Pre Prostetik

Bedah pre prostetik adalah suatu tindakan pembedahan pada jaringan lunak maupun jaringan keras di rongga mulut yang dilakukan dalam rangka pembuatan suatu protesa (*denture*), sehingga protesa dapat dipakai senyaman mungkin. Bedah pre prostetik pada dasarnya adalah persiapan bedah untuk mulut yang sepenuhnya atau sebagian tidak bergigi atau edentulous sebelum pembuatan gigi tiruan (Chari & Shaik, 2016).

Bedah ini berkembang dari koreksi sederhana pada masalah gigi dan rahang seperti ketidakaturan, eksostosis, dan jaringan hiperplastik, hingga operasi besar seperti augmentasi onlay dan inlay, dan kemudian memasuki era implan yang telah diuji secara ilmiah dan berhasil (Pramudita Ramadhany et al., 2023).

Prosedur bedah dapat bervariasi, tetapi tujuan utama bedah adalah untuk menghilangkan penyakit, menjaga integritas struktur rongga mulut sebisa mungkin, serta menyediakan jaringan sisa yang optimal untuk menahan tekanan pengunyahan, mempertahankan fungsi, serta menjaga estetika untuk pasien gigi tiruan (Langdon et al., 2017). Kehilangan gigi mengakibatkan resorpsi bertahap pada puncak alveolar yang menjadi masalah besar dalam penggantian prostetik (Chari & Shaik, 2016). Berikut macam-macam bedah pre prostetik (Chari & Shaik, 2016) :

a. Bedah Jaringan Lunak

Bedah pre prostetik jaringan lunak adalah prosedur bedah minor atau mayor yang dilakukan untuk mengkondisikan jaringan lunak rongga mulut agar mendukung keberhasilan rehabilitasi prostetik. Prosedur ini dapat melibatkan mukosa, frenulum, tuberositas, dan area vestibular. Dengan tujuan, menyediakan jaringan lunak yang sehat dan stabil untuk mendukung basis protesa; menghilangkan gangguan anatomi seperti frenulum tinggi, tuberositas berlebih, atau jaringan hiperplastik; meningkatkan retensi dan stabilitas protesa; dan meningkatkan kenyamanan pasien. Berikut macam-macam bedah jaringan lunak pre prostetik :

1) Frenektomi atau Frenuloplasti

Frenektomi adalah suatu tindakan bedah untuk merubah ikatan frenulum baik frenulum labialis atau frenulum lingualis. Frenulum merupakan lipatan mukosa yang terletak pada vestibulum mukosa bibir,

pipi dan lidah. Cara pembedahan dilakukan dengan insisi vertikal dan tindakannya lebih dikenal sebagai ankilotomi (Syahriel et al., 2023).

2) Eksisi Epulis Fissuratum

Epulis fissuratum adalah suatu kondisi hiperplasia atau pertumbuhan jaringan berlebih pada epitel sulkus, yang disebabkan oleh iritasi kronis akibat penggunaan gigi tiruan yang tidak pas atau gigi tiruan yang mengalami pergeseran karena resorpsi tulang alveolar. Hiperplasia ini biasanya terbentuk dalam dua lipatan jaringan, satu di bagian luar dan satu di bagian dalam dengan sulkus (celah) di antaranya yang dapat mengalami ulserasi (luka) akibat gesekan terus-menerus (Muslim et al., 2023).

3) Vestibuloplasti

Vestibuloplasty adalah suatu tindakan bedah yang bertujuan untuk meninggikan sulkus vestibular dengan cara melakukan reposisi mukosa, ikatan otot dan otot yang melekat pada tulang yang dapat dilakukan baik pada maksila maupun pada mandibula dan akan menghasilkan sulkus vestibular yang dalam untuk menambah stabilisasi dan retensi protesa. Vestibulum dangkal dapat disebabkan resorpsi tulang alveolar, perlekatan otot terlalu tinggi, adanya infeksi atau trauma (Budijono & Supandi, 2019).

b. Bedah Jaringan Keras

Bedah pre prostetik jaringan keras adalah prosedur pembedahan yang bertujuan memodifikasi atau mengkondisikan jaringan keras (tulang alveolar dan sekitarnya) untuk menciptakan landasan yang ideal dalam

pembuatan protesa gigi, baik konvensional maupun berbasis implan (Fu et al., 2023). Prosedur bedah ini akan menciptakan kontur alveolar ridge yang mendukung stabilitas, retensi, kenyamanan protesa dan menyediakan ruang vertikal dan horizontal yang cukup untuk protesa (Musmarihan, 2025). Berikut macam-macam bedah jaringan keras pre prostetik :



Gambar 2.1 Salah satu bedah jaringan keras alveolectomy
(Pramudita Ramadhany et al., 2023)

1) Alveoloplasty

Alveoloplasty adalah prosedur bedah yang biasanya dilakukan untuk mempersiapkan linggir alveolar karena adanya bentuk yang irreguler pada tulang alveolar berkisar dari satu gigi sampai seluruh gigi dalam rahang, dapat dilakukan segera sesudah pencabutan atau dilakukan tersendiri sebagai prosedur korektif yang dilakukan kemudian. Banyak istilah yang digunakan untuk menyatakan tindakan pembuangan sebagian maupun seluruh prosesus alveolaris yang kadang-kadang rancu. Istilah-istilah tersebut antara lain alveolektomi, alveolotomi, dan alveoplasti (Pramudita Ramadhany et al., 2023).

2) Alveolectomy

Alveolektomi adalah prosedur bedah mulut yang bertujuan untuk mengangkat sebagian atau seluruh tulang alveolar di sekitar gigi yang terinfeksi atau mengalami kelainan struktural. Prosedur ini

termasuk dalam kategori bedah preprostetik, yaitu tindakan bedah yang dilakukan untuk mempersiapkan jaringan keras dan lunak rongga mulut agar siap menerima gigi tiruan atau implan gigi (Pramudita Ramadhany et al., 2023).

3) Exostosis Removal

Exostosis removal adalah prosedur bedah untuk mengangkat pertumbuhan tulang berlebih (exostosis) pada rongga mulut, yang dapat mengganggu kenyamanan, fungsi, atau estetika pasien. Exostosis merupakan pertumbuhan tulang jinak yang sering ditemukan pada area seperti palatum, mandibula, atau bukal rahang atas (Herlina & Putra 2021).

4) Ridge Augmentation (Bone Grafting)

Ridge Augmentation (Bone Grafting) adalah prosedur bedah dalam kedokteran gigi yang bertujuan untuk memperbaiki atau menambah volume tulang alveolar yang hilang atau menyusut, guna mempersiapkan area tersebut untuk pemasangan gigi tiruan atau implan gigi. Prosedur ini penting karena kehilangan tulang dapat terjadi akibat pencabutan gigi, cedera, infeksi, atau penyakit periodontal, yang dapat mengurangi stabilitas dan keberhasilan implan gigi (Putra et al., 2024)

Bedah preprostetik yang berhasil bergantung pada evaluasi yang hati-hati dan rencana perawatan. Bedah merupakan salah satu pertimbangan yang dapat dijadikan pilihan untuk memperoleh hasil yang optimal pada pembuatan gigi tiruan yang ideal.

2.1.5. Komplikasi Pasca Bedah Pre Prostetik

Bedah pre prostetik merupakan tindakan bedah oral yang dilakukan untuk mempersiapkan jaringan keras dan jaringan lunak rongga mulut sebelum pemasangan gigi tiruan, dengan tujuan menciptakan dasar yang ideal secara anatomi dan fisiologis agar prostesis atau gigi tiruan dapat terpasang dengan stabil, nyaman, dan fungsional (John, 2021). Beberapa prosedur umum dalam bedah preprotetik meliputi alveoloplasti, pengangkatan torus palatinus dan torus mandibularis, eksisi jaringan lunak hiperplastik, dan vestibuloplasti (Kolokythas et al., 2015).

Namun demikian, prosedur ini memiliki potensi komplikasi, baik intraoperatif maupun pascaoperatif. Komplikasi tersebut antara lain perdarahan, edema, infeksi, fraktur tulang, serta cedera saraf seperti nervus lingualis atau mentalis. Secara khusus, pengangkatan torus mandibularis yang berukuran besar dapat meningkatkan risiko fraktur mandibula, sedangkan eksisi torus palatinus yang dalam dapat menyebabkan perforasi ke rongga hidung atau sinus (Pramudita Ramadhany et al., 2023).

Penanganan komplikasi pasca bedah sangat bergantung pada pencegahan dan perencanaan yang matang, termasuk evaluasi radiografik sebelum tindakan dan teknik bedah yang atraumatik (Musmarihan, 2025). Penggunaan alat dengan irigasi yang memadai, teknik jahitan yang baik, serta pemberian antibiotik dan analgesik post-operatif merupakan bagian dari protokol standar (Nugroho et al., 2025).

Pasien juga perlu diberi edukasi mengenai perawatan luka, pola makan lunak, serta pentingnya menjaga kebersihan rongga mulut. Dalam kasus komplikasi seperti infeksi atau perdarahan sekunder, intervensi lanjutan seperti drainase atau

re-eksplorasi luka mungkin diperlukan. Oleh karena itu, keterampilan operator dan kepatuhan pasien menjadi dua faktor kunci keberhasilan dalam pembedahan preprotetik dan pemasangan gigi tiruan yang optimal (Jędrzejewski et al., 2015; Kozlovsky et al., 2018).

2.2. Osteoblas

Osteoblas merupakan sel pembentuk tulang yang bertanggung jawab terhadap proses mineralisasi matriks tulang dengan mensekresi kolagen tipe I dan melepas kalsium, magnesium, dan ion fosfat. Osteoblas berbentuk polyhedral, berukuran 20 hingga 30 μm dan memiliki sitoplasma basophil (Mizoguchi & Ono, 2020). Sel ini berasal dari sel osteoprogenitor dari jaringan mesenkim yang berasal dari sumsum tulang yang diferensiasinya dipengaruhi oleh *parathyroid hormone* (PTH) dengan memproduksi *osteocalcin*, *bone sialoprotein* dan *extracellular matrix proteins* spesifik untuk tulang (Ardhiyanto, 2012).

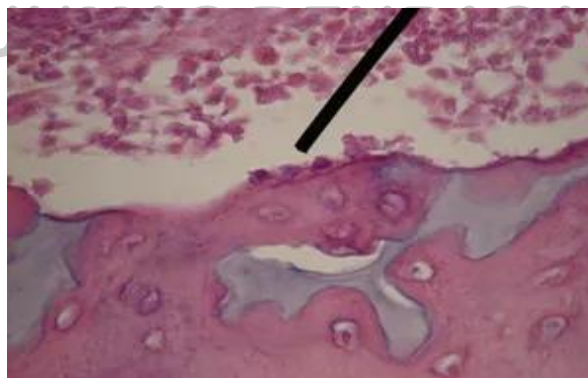
Osteoblas sebagai sel sekretori yang aktif secara metabolik, menghasilkan sejumlah *bone morphogenetic proteins* (BMP) *superfamily*, yaitu BMP-2, BMP-7, dan perubahan pertumbuhan faktor β , dengan tambahan *insulin-like growth factors* (IGF-I dan IGF-II), *platelet-derived growth factors* (PDGF), *fibroblastic growth factors* (FGF), TGF- β , Interleukin I dan PDGF (Platelet_Derived Growth Factor) dan osteoid yang Sebagian besar terdiri dari kolagen tipe I (Visconti et al., 2019).

Osteoblas terletak dalam kelompok sel yang membentuk lapisan Tunggal di sepanjang permukaan tulang dan tidak bekerja secara terpisah. Osteoblas menempel pada permukaan tulang dengan molekul adhesi termasuk integrin. Osteoblas berfungsi mensintesis dan mensekresi matriks organik tulang, mengatur perubahan

elektrolit cairan ekstraselular pada proses mineralisasi. Osteoblas mengandung reticulum endoplasmic, membrane glogi dan mitokondria. Pematangan osteoblas memerlukan *fibroblastic growth factors* (FGF), bone morphogenetic proteins (BMPs), *core binding factor-I* (CBFA-I) dan *osteoblast specific cis acting element* (OSE-2) (Zhu et al., 2024).

Proses pembentukan osteoblas melalui tiga proses yaitu produksi (proliferasi), maturasi matriks osteoid, kemudian dilanjutkan dengan mineralisasi. Selama proliferasi beberapa protein matriks ekstraseluler (procollagen I, TGF β , dan fibronectin) dapat dideteksi. Fase maturasi matriks ditandai dengan adanya ekspresi alkalin fosfatase (ALP). Deposisi kalsium dapat divisualisasikan menggunakan metode pewarnaan (Machirah, 2023).

Pembentukan osteoblas dapat berlangsung secara independent tanpa memerlukan interaksi dengan progenitor osteoklas. Sebaliknya, pembentukan osteoklas membutuhkan interaksi yang kompleks dengan progenitor osteoblas, dimana diferensiasi colony formation unit granulosit-makrofag menjadi osteoklas tidak dapat berlangsung tanpa adanya interaksi seluler komponen sel-sel stroma yang memproduksi osteoblas (Machirah, 2023).



Gambar 2.2 Osteoblas

(Pramudita Ramadhany et al., 2023)

2.3. Tanaman Singkong

2.3.1. Definisi

Singkong atau ubi kayu (*Manihot esculenta*) merupakan salah satu sumber karbohidrat di Indonesia yang menempati urutan tiga terbesar setelah padi dan jagung. Tanaman ini dapat tumbuh sepanjang tahun karena memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap kondisi berbagai tanah serta memiliki banyak manfaat, biasanya dijadikan olahan pangan karena kandungan karbohidratnya yang tinggi, sedangkan daunnya biasa dijadikan sayuran (Borku et al., 2025).

2.3.2. Taksonomi tanaman singkong

Kedudukan atau taksonomi tanaman singkong diklasifikasikan sebagai berikut :



Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Spermatophyta</i> (tumbuhan berbiji)
Subdivisi	: <i>Angiospermae</i> (berbiji tertutup)
Kelas	: <i>Dicotyledonae</i>
Ordo	: <i>Euphorbiales</i>
Family	: <i>Euphorbiaceae</i>
Genus	: <i>Manihot</i>
Spesies	: <i>Manihot esculenta</i> crantz sin. <i>M.utilissima</i>

2.3.3. Morfologi Tanaman Singkong

Tanaman singkong (*Manihot esculenta*) terdiri dari beberapa bagian seperti akar, umbi, batang, daun, kulit, bunga dan buah (Gambar 2.6). Singkong merupakan tanaman serbaguna yang memiliki banyak manfaat pada bagian-bagian tanaman

tersebut seperti batang, daun, dan umbinya yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai industri (Borku et al., 2025).



Gambar 2.3 Daun singkong
(Restiani et al., 2014; Siswati et al., 2019)

2.3.4. Kandungan Daun Singkong

Kandungan yang terdapat dalam daun singkong yaitu air, fosfor, karbohidrat, kalsium, Vitamin A, vitamin C (asam askorbat) sekitar 27,5%, protein, lemak, vitamin B1, zat besi, flavonoid, triterpenoid, saponin dan tanin (Sefi Megawati, Nuraini & Kurniasih, 2020). Daun singkong telah dilaporkan memiliki efek antiinflamasi, antioksidan, antialergi, antidiabetes, antibakteri, antivirus, dan antikanker (Solikhah et al., 2019).

Flavonoid adalah kelompok polifenol yang terdiri dari 15 atom karbon dan merupakan turunan dari 2-phenyl-benzyl- γ -pyrone. Flavonoid memiliki ikatan dengan gugus gula yang menyebabkan flavonoid bersifat polar (Solikhah et al., 2019). Flavonoid merupakan salah satu metabolit sekunder penting pada tumbuhan yang berperan untuk melindungi struktur sel, memberi warna, rasa pada biji, bunga, buah dan memberi aroma pada tumbuhan serta sebagai perlindungan dari paparan sinar UV. Dalam bidang kesehatan, flavonoid dapat meningkatkan efektivitas vitamin C dan memiliki efek antimikroba, antibakteri, antiinflamasi, antivirus,

antijamur, antialergi, antikanker, antidiabetes serta antioksidan (Sefi Megawati, Nuraini & Kurniasih, 2020).

Flavonoid yang terkandung pada daun singkong dapat berperan sebagai antiinflamasi dengan cara memblokir siklus siklooksigenase (COX) dan lipoksigenase, sehingga terbatasnya migrasi sel radang dan tanda-tanda klinis peradangan berkurang (Anggraini et al., 2017). Hambatan pada jalur siklooksigenase menyebabkan terjadinya penurunan produksi prostaglandin sehingga akan mengurangi permeabilitas vaskuler, vasodilatasi pembuluh darah, dan aliran darah lokal sehingga terjadinya penurunan jumlah sel radang neutrofil dan mediator inflamasi seperti IL-1, IL-6, IL-8, dan TNF- α pada jaringan yang mengalami inflamasi (Edrizal et al., 2018).

Flavonoid yang memberikan efek antiinflamasi juga berpengaruh terhadap proliferasi sel fibroblas dan menghambat sekresi enzim lisosom serta dapat menghambat degranulasi neutrofil yang menyebabkan terhambatnya radikal bebas. Efek antiinflamasi yang diberikan oleh flavonoid tersebut dapat menghambat proses inflamasi sehingga proses inflamasi yang terjadi dapat berlangsung lebih singkat (Anggraini et al., 2017).

Flavonoid yang terdapat pada daun singkong mempunyai kandungan quercetin dan merupakan polisakarida glikosaminoglikan yang bersifat osteokonduktif sehingga dapat menstimulasi pembentukan dan diferensiasi osteoblas serta dapat menurunkan aktivitas osteoklas dengan cara menghambat aktivitas IL-6 (Sefi Megawati, Nuraini & Kurniasih, 2020); (Meilawaty et al., 2020).

Saponin dalam daun singkong berfungsi sebagai antimikroba dan antiinflamasi. Ketika berinteraksi dengan sel bakteri, Saponin dapat berdifusi melalui membran kemudian mengikat sitoplasma sehingga mengganggu dan mengurangi kestabilan membran serta menyebabkan keluarnya sitoplasma dari sel. Hal tersebut pada akhirnya dapat meningkatkan permeabilitas membran sel bakteri sehingga terjadi hemolisis sel bakteri dan mengakibatkan kematian bakteri. Saponin juga dikenal memiliki efek antiinflamasi yang hampir sama dengan flavonoid (Dewi et al., 2022).

Mekanismenya yaitu dengan menghambat kenaikan permeabilitas vascular dan dengan memblokir jalur prostaglandin sebagai penghambat aktifasinya, tetapi tidak memiliki pengaruh terhadap sintesisnya. Aktivitas pelepasan prostaglandin yang terhambat ini menyebabkan keluarnya sel radang yang dapat ditekan. Adanya saponin dalam ekstrak daun singkong diduga dapat mengurangi lamanya fase inflamasi dan mempercepat proses penyembuhan luka dengan meminimalisir kontaminasi bakteri sehingga mendukung regenerasi sel-sel epitel dan jaringan ikat (Sefi Megawati, Nuraini & Kurniasih, 2020); Sa'diyah *et al.*, 2020).

Daun singkong mengandung vitamin C sebesar 27,5% atau sekitar 275 mg setiap 100 gr daun singkong. Vitamin C merupakan nutrisi yang berguna untuk mencegah dan mengobati sariawan atau kelainan mulut lainnya. Selain itu, vitamin C dapat berfungsi meningkatkan sistem imun, memiliki peran dalam pembentukan kolagen, sebagai pencegah kanker, antioksidan, serta dapat berfungsi sebagai antiinflamasi, (Anggraini et al., 2017). Vitamin C juga berperan dalam proses pembentukan tulang baru atau osteogenesis dengan menginduksi mesenchymal stem

cell untuk mempercepat pertumbuhan dan diferensiasi osteoblas (Sa'diyah et al., 2020).

Tanin merupakan golongan senyawa polifenol yang dapat membentuk senyawa kompleks dengan protein. Tannin banyak dijumpai pada tanaman dengan berat molekul lebih dari 1000 g/mol. Tannin mempunyai peranan biologis yang besar karena fungsinya sebagai pengendap protein (Noer et al., 2018). Tanin telah dilaporkan dapat berperan sebagai antioksidan dan antibakteri. Tannin bersifat sebagai antibakteri karena dapat menghambat enzim reverse transkriptase dan DNA topoisomerase sehingga membrane sel bakteri rusak dan sel bakteri tidak dapat terbentuk (Meilawaty et al., 2020; Sa'diyah et al., 2020).

Triterpenoid merupakan salah satu zat yang sering ditemukan pada banyak tanaman obat dan diketahui memiliki aktivitas antibakteri, antivirus, serta dapat mengobati kerusakan pada kulit. Triterpenoid berfungsi meningkatkan aktifitas makrofag, meningkatkan fagositosis dan memiliki peran dalam aktivitas antiinflamasi (Renda et al., 2022). Senyawa triterpenoid memiliki kemampuan menghambat aktivitas enzim siklooksigenase dalam mengkonversikan asam arakidonat menjadi prostaglandin sebagai mediator proinflamasi (Wenas et al., 2020).

2.3.5. Manfaat Daun Singkong Pada Osteoblas

Daun singkong (*Manihot esculenta*) telah lama dikenal sebagai tanaman dengan berbagai manfaat kesehatan, termasuk potensi dalam mendukung regenerasi tulang. Pemberian ekstrak daun singkong pada tikus model periodontitis dapat meningkatkan jumlah osteoblas pada tulang alveolar. Hal ini disebabkan oleh

kandungan senyawa aktif dalam daun singkong, seperti flavonoid, saponin, tannin, dan triterpenoid, yang memiliki sifat antiinflamasi dan antibakteri (Amelia, 2022).

Senyawa-senyawa tersebut dapat mengurangi peradangan dan merangsang aktivitas osteoblas, sel yang berperan dalam pembentukan tulang baru. Ekstrak daun singkong memiliki potensi sebagai agen terapeutik dalam meningkatkan jumlah osteoblas dan berkontribusi pada proses remodeling tulang alveolar yang lebih baik, yang penting dalam penyembuhan jaringan periodontal yang rusak akibat infeksi bakteri seperti *Porphyromonas gingivalis* regenerasi tulang alveolar (Amelia, 2022).

2.4. Tanaman Binahong

2.4.1. Definisi

Tanaman binahong adalah tanaman asli yang berasal dari amerika selatan yang di sebut *Anredera cordifolia*. Binahong merupakan tumbuhan menjalar yang berumur panjang dan panjangnya bisa mencapai kurang lebih 5 m. Tanaman ini tumbuh baik di cuaca tropis dan sub-tropis. Binahong dengan nama latin *Anredera cordifolia*, adalah sebutan atau penaman tanaman yang agak aneh didengar. Binahong adalah tanaman obat tumbuh menjalar dan merambat, berumur panjang (parenial), bisa mencapai panjang lebih kurang 5 m (Sanjaya et al., 2022).

2.4.2. Taksonomi Tanaman Binahong

Secara ilmiah binahong atau dengan nama Latin *Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis diklasifikasikan sebagai berikut :

Kindom : *Plantae* (Tumbuhan)

Sub kingdom : *Tracheobionta* (Tumbuhan berpembuluh)

Super Divisi	: <i>Spermatophyta</i> (Menghasilkan biji)
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i> (Tumbuhan berbunga)
Kelas	: <i>Dicotyledoneae</i> (Berkeping biji dua / dikotil)
Sub Kelas	: <i>Hamamelidae</i>
Ordo	: <i>Caryophyllales</i>
Famili	: <i>Basellaceae</i>
Genus	: <i>Anredera</i>
Spesies	: <i>Anredera cordifolia</i> (Ten.) Steenis

2.4.3. Morfologi Tanaman Binahong

Binahong merupakan tumbuhan daun tunggal dengan tangkai yang dikatakan pendek atau subssile dengan tulang daun menyirip dan tersusun berselang-seling. Bentuknya menyerupai jantung manusia atau cordata dengan warna hijau muda sampai hijau tua dengan panjang 5-10 cm dan lebar 3-7 cm (Anata, 2022). Terdapat batang sekaligus daun yang bisa tumbuh di tanah yang disebut juga dengan rhizome. Bagian ini bukan disebut akar melainkan bagian dari batang yang berfungsi sebagai wadah cadangan makanan dan alat untuk berkembang biak (Sa'diyah et al., 2020).

Binahong merupakan salah satu tumbuhan dengan rhizome yang tumbuh mendatar dan bercabangcabang. Sedangkan akarnya sendiri berjenis akar tunggang dengan tekstur lunak berwarna coklat tua (Rofida, 2010). Tumbuhan Binahong juga memiliki bunga majemuk berbentuk tandan atau malai yang cukup panjang. Kelopaknya berwarna putih dengan tangkai panjang yang tumbuh di ketiak daun dan memiliki lima helai mahkota yang tidak saling melekat. Panjangnya sekitar 0,5-1 cm beraroma wangi (Anata, 2022).



Gambar 2.4 Daun binahong hijau dan daun binahong merah

(Nurul 2022)

2.4.4. Kandungan Daun Binahong

Tanaman binahong merupakan tanaman merambat yang mudah ditemui di Indonesia. Tanaman binahong memiliki ciri-ciri daun menyerupai jantung, tersusun berseling, berwarna hijau, daunnya tipis, akar tunggang, dan batang yang lunak. Daun binahong (*Anredera cordifolia*) ini mengandung flavonoid, alkaloid, terpenoid, asam askorbat, saponin, tanin dan asam oleanolik. Flavonoid memiliki sifat antiinflamasi yang berpengaruh terhadap proliferasi sel fibroblas. Flavonoid mempunyai kandungan quercetin yang dapat membersihkan radikal dan dapat menstimulasi diferensiasi osteoblas (Sa'diyah et al., 2020).

Alkaloid merupakan bahan organik yang mengandung nitrogen sebagai bagian dari sistem heterosiklik. Terpenoid berfungsi untuk membantu tubuh dalam proses sintesa organik dan pemulihan selsel tubuh. Kandungan asam askorbat dapat merangsang pertumbuhan dan diferensiasi osteoblas. Kandungan saponin dalam daun binahong berfungsi sebagai antimikroba dan memicu pertumbuhan sel-sel baru pada luka. Sifat antimikrobia pada saponin berperan dalam proses penyembuhan luka dengan mengurangi lamanya fase inflamasi. Tanin bersifat sebagai antibakteri karena dapat merusak membran sel bakteri. Kandungan asam

oleanolik sebagai antiinflamasi dan antibakteri serta antioksidan yang mampu menstimulasi sel fibroblas dan fibronectin (Sa'diyah et al., 2020).

2.4.5. Manfaat Daun Binahong Pada Osteoblas

Kandungan zat aktif yang terkandung dalam daun binahong, seperti flavonoid pada daun binahong mampu mempercepat proses diferensiasi osteoblas menjadi osteosit pada proses osteogenesis. Flavonoid diklasifikasikan sebagai fitoestrogen karena memiliki kemiripan aktivitas yang sama dengan estrogen. Fitoestrogen juga berperan sebagai zat alternatif yang efektif untuk mencegah kerusakan tulang akibat defisiensi estrogen (Sa'diyah et al., 2020).

Flavonoid merupakan polisakarida yang terdiri atas glikosaminoglikan yang memiliki sifat osteokonduktif sel sehingga dapat menstimulasi pembentukan osteoblas dan menurunkan aktivitas osteoklas dengan cara menghambat aktivitas IL-6. Flavonoid mampu menstimulasi proliferasi sel osteoblas menjadi osteosit dengan cara meningkatkan aktivitas reseptor-reseptor estrogen dan meningkatkan faktor pertumbuhan seperti TGF1 sehingga dapat menstimulasi proliferasi dari sel osteoblas. Selain itu, flavonoid juga berperan dalam mencegah kematian sel dan sebagai antiinflamasi sehingga dapat mempercepat waktu inflamasi dan mempercepat memasuki fase proliferasi sel (Sa'diyah et al., 2020).

Daun binahong memiliki kandungan asam askorbat atau biasa yang dikenal dengan vitamin C yang berperan dalam proses pembentukan tulang baru atau osteogenesis untuk mempercepat pertumbuhan dan proliferasi osteoblas. Osteoprogenitor akan berkembang menjadi osteoblas dalam periosteum. Vitamin C dapat menginduksi *mesenchymal stem cell* untuk berproliferasi menjadi osteoblas (Sa'diyah et al., 2020).

2.5. Gel

2.5.1. Definisi

Gel adalah sediaan semisolid terdiri dari suspensi yang mengandung partikel anorganik kecil atau molekul organik besar dan permabel terhadap cairan. Keunggulannya dari sediaan ini yaitu tidak mudah mengalir pada kulit, memiliki sifat melembabkan sehingga mudah menyebar dan merata, tidak menimbulkan bekas dan lapisan tebal saat digunakan, mudah dicuci, dan efek *cooling* setelah pengaplikasian mampu menembus lebih dalam daripada *cream*, cocok digunakan pada area berbulu, gel mudah menyatu pada kulit dan penyerapannya pada kulit lebih baik dari *cream* (Rosida et al., 2018).



Gambar 2.5 Sediaan gel
(Pramudita Ramadhany et al., 2023)

2.5.2. Klasifikasi Gel

Gel merupakan sediaan semisolid yang tersusun atas sistem dua fase, terdiri dari zat cair sebagai medium pendispersi dan zat padat berupa polimer sebagai agen pembentuk gel yang membentuk struktur tiga dimensi. Gel digunakan secara luas dalam bidang farmasi dan biomedis karena kemampuannya dalam melepaskan zat aktif secara terkontrol dan memberikan kenyamanan dalam penggunaan topikal

(Agustiani et al., 2022). Berdasarkan karakteristik dan komponennya, gel dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

a. Berdasarkan sifat pelarutnya, gel diklasifikasikan sebagai berikut

(Agustiani et al., 2022) :

1) Hydrogel adalah gel yang menggunakan air sebagai media pendispersi.

Umumnya digunakan dalam produk perawatan luka dan sediaan topical karena sifatnya yang mudah diserap oleh kulit.

2) Organogel adalah gel yang menggunakan pelarut organik seperti alkohol atau minyak. Organogel cocok digunakan untuk bahan aktif yang bersifat lipofilik.

b. Berdasarkan struktur polimernya, gel diklasifikasikan sebagai berikut

(Agustiani et al., 2022) :

1) Single-phase gel adalah gel yang menggunakan polimer larut air, seperti karbopol atau HPMC yang membentuk jaringan seragam dalam cairan.

2) Two-phase gel adalah gel yang mengandung partikel tidak larut, seperti bentonite yang terdispersi dalam cairan dan tampak keruh.

c. Berdasarkan sumber bahan pembentuknya, gel diklasifikasikan sebagai berikut (Agustiani et al., 2022) :

1) Gel alami ,berasal dari bahan seperti gelatin, agar, pektin, dan natrium alginate.

2) Gel sintetis atau semi sintetis, berasal dari bahan seperti Carbopol, HPMC (Hidroxypropyl Methylcellulose) dan CMC-Na (Carboxymethyl Cellulose Sodium)

d. Berdasarkan tujuan penggunaannya, diklasifikasikan sebagai berikut (Agustiani et al., 2022) :

- 1) Gel topical digunakan pada permukaan kulit untuk memberikan efek local seperti antiinflamasi atau antiseptik.
- 2) Gel oral digunakan dalam rongga mulut atau untuk ditelan, seperti gel untuk stomatitis.
- 3) Gel rektal atau vagina digunakan untuk aplikasi local melalui rute rektal atau vagina.
- 4) Gel oftalmik digunakan untuk pengobatan pada area mata dan biasanya berbasis hydrogel steril.

2.5.3. Keuntungan dan Kerugian

Sediaan gel topikal memiliki beberapa keunggulan utama, yaitu kemampuannya menyebar merata saat dioleskan, memberikan sensasi dingin yang nyaman, serta mudah dibersihkan dengan air tanpa meninggalkan residu berminyak (Putri et al., 2021). Selain itu, daya lekat yang baik menjadikan gel ideal untuk aplikasi pada daerah bermobilitas tinggi seperti sendi atau mukosa, dan sifat transparannya membuatnya estetik serta tidak mengganggu penampilan.

Sediaan gel, terutama jenis hidrogel, memiliki beberapa keunggulan yang menjadikannya favorit untuk aplikasi topikal dan dermatologis. Gel memiliki *sensasi dingin* saat digunakan, mudah menyebar merata di atas kulit, serta membentuk lapisan tipis yang *halv* transparan dan mudah dicuci, sehingga tidak mengganggu fungsi fisiologis kulit. Gel topikal juga tidak lengket, memberikan kenyamanan, dan tahan lama saat diaplikasikan pada area berambut ataupun lembab (Adliyah, 2024).

Meskipun banyak manfaatnya, gel juga memiliki kekurangan. Untuk tipe hidrogel berbasis air, diperlukan zat aktif yang larut air—ini sering membutuhkan penambahan surfaktan agar tetap jernih saat suhu berubah. Namun, penggunaan surfaktan dalam jumlah besar dapat meningkatkan risiko iritasi kulit dan biaya produksi. Selain itu, gel juga mudah terhapus saat berkeringat atau terkena air, yang bisa mengurangi efektivitas terapeutik jika tidak diproteksi dengan baik (Muliasari et al., 2023).

2.6. Tikus

2.6.1. Tikus Putih

Tikus putih merupakan hewan pengerat yang termasuk dalam ordo *Rodentia* dan famili *Muridae* yang banyak digunakan sebagai hewan coba dalam berbagai penelitian biomedis. Secara umum, tikus putih memiliki ukuran tubuh relatif kecil, siklus hidup singkat, kemampuan reproduksi tinggi, serta mudah beradaptasi dengan lingkungan laboratorium, sehingga memudahkan pengamatan perubahan biologis dalam waktu yang relatif singkat (Suckow et al., 2020). Tikus putih juga memiliki sistem organ dan mekanisme fisiologis yang telah dipelajari secara luas, termasuk sistem imun, metabolisme, serta proses penyembuhan jaringan, sehingga sering digunakan sebagai model penelitian untuk mempelajari respon tubuh terhadap trauma, penyakit, maupun pemberian suatu bahan atau terapi. Selain itu, ketersediaan yang luas, biaya pemeliharaan yang relatif rendah, serta kemudahan penanganan menjadikan tikus putih sebagai hewan model yang representatif dan efisien dalam penelitian eksperimental, termasuk penelitian di bidang kedokteran gigi dan regenerasi jaringan (Turner et al., 2019).

2.6.2. Tikus Wistar (*Rattus norvegicus*)

Tikus (*Rattus norvegicus*) merupakan tikus albino yang sering digunakan dalam penelitian. Strain ini berasal dari perkawinan tikus Wistar dengan tikus jantan liar Norwegia yang ditangkap di Berkeley, California. Melalui seleksi keturunan dan perkawinan silang, tikus Wistar berkembang menjadi strain yang stabil genetiknya, memberikan keandalan dalam penelitian ilmiah (Wati et al., 2024). Tikus putih (*Rattus norvegicus*) telah diketahui sifat-sifatnya secara baik, mudah dipelihara, dan merupakan hewan yang adaptif serta cocok untuk berbagai penelitian. Tikus wistar (*Rattus norvegicus*) memiliki frekuensi denyut jantung 330-480 kali per menit, frekuensi respirasi 85 kali per menit dan memasuki masa dewasa pada usia 40-60 hari. Tikus digunakan untuk penelitian karena tingkat reproduksinya yang tinggi, mudah dipelihara, hewan yang relatif sehat, dan cocok untuk berbagai macam penelitian (Fatmawati et al., 2018).

2.6.3. Taksonomi dan Ciri-ciri Tikus Wistar

Tikus (*Rattus norvegicus*) strain wistar merupakan tikus albino. *Rattus norvegicus* strain wistar memiliki karakteristik morfologi yaitu memiliki kepala yang lebar, telinga yang panjang, ekor yang panjangnya proposional dengan tubuhnya (panjangnya kurang dari panjang tubuh). Fenotip albino pada tikus Wistar termanifestasi dalam warna bulu yang pucat, dengan mata yang menonjol dalam warna merah muda atau merah (Wati et al., 2024). Selain itu, tikus ini memiliki ukuran tubuh yang moderat hingga besar untuk tikus laboratorium. memiliki usia reproduksi pada 7-10 minggu dengan berat badan 100-227 g, dan lama kehamilan 19-22 hari. Klasifikasi Tikus Wistar adalah sebagai berikut :

Kingdom	: <i>Animalia</i>
Filum	: <i>Chordata</i>
Kelas	: <i>Mamalia</i>
Ordo	: <i>Rodentia</i>
Subordo	: <i>Myomorpha</i>
Famili	: <i>Muridae</i>
Genus	: <i>Rattus</i>
Spesies	: <i>Ratus norvegicus</i>



Gambar 2.6 Tikus wistar (*Rattus norvegicus*)
(Pramudita Ramadhany et al., 2023)

2.6.4. Tikus Wistar Jantan Sebagai Hewan Percobaan

Penggunaan tikus Wistar jantan sebagai hewan percobaan telah menjadi praktik umum dalam penelitian biomedis karena stabilitas fisiologis dan kemudahan pemeliharaannya. Salah satu alasan utama adalah keseragaman genetik dan morfologis yang dimiliki oleh galur Wistar, yang memungkinkan hasil penelitian lebih mudah direplikasi. Selain itu, ukuran tubuh yang relatif besar dibanding galur lain seperti *Sprague-Dawley* memudahkan dalam proses pengambilan sampel darah, pemberian obat, dan prosedur bedah. Tikus Wistar jantan juga memiliki siklus hormonal yang stabil, sehingga meminimalkan variasi data yang dapat terjadi akibat fluktuasi hormon seperti yang ditemukan pada tikus betina selama estrus (Fitria et al., 2018).

Tikus Wistar juga sering digunakan karena mereka menunjukkan respon biologis yang dapat diprediksi terhadap berbagai agen kimia, toksikologi, maupun senyawa terapeutik. Kepekaan mereka terhadap zat-zat tertentu memberikan dasar ilmiah yang kuat untuk menguji efek farmakologis atau toksik dari suatu substansi. Tikus Wistar merupakan model standar dalam penelitian toksikologi kronis dan subkronis karena umur hidup yang cukup panjang dan profil pertumbuhan yang dapat dipantau dengan baik. Hal ini menjadikan tikus Wistar jantan sebagai hewan model ideal, terutama dalam studi metabolisme, farmakokinetik, serta pengembangan obat dan suplemen herbal (Fitria & Sarto, 2014).

Penggunaan tikus putih jantan sebagai binatang percobaan dapat memberikan hasil penelitian yang lebih stabil karena tidak dipengaruhi oleh adanya siklus menstruasi dan kehamilan seperti yang terdapat pada tikus putih betina. Selain itu, tikus putih Jantan juga memiliki kondisi biologis tubuh yang lebih stabil dibandingkan dengan tikus putih betina. Penggunaan tikus putih sebagai hewan percobaan juga didasari pada sifatnya yang relatif resisten terhadap infeksi (Pujiatiningsih, 2014). Tikus putih jantan juga mempunyai kecepatan metabolisme obat yang lebih cepat dan kondisi biologis tubuh yang lebih stabil dibanding tikus betina (Lahamendu et al., 2019).

BAB III

KERANGKA BERPIKIR, KONSEP, DAN HIPOTESIS PENELITIAN

3.1. Kerangka Berpikir

Tindakan bedah pre prostetik pada tulang alveolar dapat menyebabkan trauma jaringan keras yang berujung pada terbentuknya defek tulang alveolar. Defek tulang ini memicu proses penyembuhan luka yang diawali dengan fase inflamasi, ditandai oleh peningkatan mediator inflamasi dan infiltrasi sel radang di area luka. Apabila fase inflamasi berlangsung terlalu lama, maka proses regenerasi tulang dapat terhambat dan memengaruhi kualitas jaringan tulang alveolar yang terbentuk.

Penyembuhan jaringan tulang alveolar berlangsung melalui tahapan inflamasi, proliferasi, dan remodeling. Pada fase proliferasi dan remodeling, aktivitas dan jumlah sel osteoblas berperan penting dalam pembentukan matriks tulang baru dan proses mineralisasi. Oleh karena itu, peningkatan jumlah sel osteoblas dapat dijadikan indikator keberhasilan proses regenerasi tulang alveolar pasca tindakan bedah.

Kandungan daun singkong yang berperan sebagai antibakteri yaitu flavonoid, saponin, tanin, dan triterpenoid yang diduga mampu menghambat terjadinya peradangan akibat bakteri pasca tindakan bedah. Flavonoid dalam daun singkong mempunyai kandungan quercetin yang dapat menstimulasi diferensiasi osteoblas. Selain itu, kandungan flavonoid dalam daun binahong dapat mempercepat proses diferensiasi osteoblas menjadi osteosit pada proses