

**ANALISIS KANDUNGAN GLUKOSAMIN PADA TERIPANG
EMAS YANG BERPOTENSI DALAM PROSES REGENERASI
TULANG**

SKRIPSI



*Diajukan Kepada Universitas Hasanuddin Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Mencapai Gelar Sarjana Kedokteran Gigi*

NADHIYA NOBERYYA MAZITHA

J011201040

DEPARTEMEN PROSTODONSIA

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2023

**ANALISIS KANDUNGAN GLUKOSAMIN PADA TERIPANG EMAS
YANG BERPOTENSI DALAM PROSES REGENERASI TULANG**

SKRIPSI

*Diajukan Kepada Universitas Hasanuddin Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Mencapai Gelar Sarjana Kedokteran Gigi*

NADHIYA NOBERYYA MAZITHA

J011201040

DEPARTEMEN PROSTODONSIA

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2023

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Analisis Kandungan Glukosamin Pada Teripang Emas yang
Berpotensi Dalam Proses Regenerasi Tulang

Oleh : Nadhiya Noberyya Mazitha / J011201040

Telah diperiksa dan disahkan

Pada tanggal 10 November 2023

Oleh



Prof. Dr. Bahruddin Talib, drg., M.Kes., Sp.Pro., Subsp.PKIKG(K)

NIP. 19640814199103 1 002

Mengetahui,

Dekan Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Hasanuddin



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

NIP. 19810215 200801 1 009

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan mahasiswa yang tercantum di bawah ini:

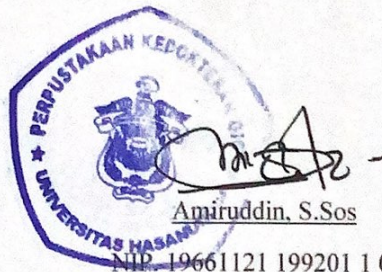
Nama : Nadhiya Noberyya Mazitha

NIM : J011201040

Judul : Analisis Kandungan Glukosamin Pada Teripang Emas Yang Berpotensi
Dalam Proses Regenerasi Tulang

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

Makassar, 13 November 2023
Koordinator Perpustakaan FKG Unhas



Amiruddin, S.Sos

NIP. 19661121 199201 1 003

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nadhiya Noberyya Mazitha

NIM : J011201040

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul "**Analisis Kandungan Glukosamin Pada Teripang Emas Yang Berpotensi Dalam Proses Regenerasi Tulang**" benar merupakan karya saya. Judul skripsi ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi. Jika di dalam skripsi ini terdapat informasi yang berasal dari sumber lain, saya nyatakan telah disebutkan sumbernya di dalam daftar pustaka.

Makassar, 11 November 2023



Nadhiya Noberyya Mazitha

J011201040

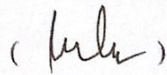
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI PEMBIMBING

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Pembimbing:

1. Prof. Dr. Bahruddin Talib, drg., M.Kes., Sp.Prof., Subsp. PKIKG(K)

Tanda Tangan

()

Judul Skripsi:

Analisis Kandungan Glukosamin Pada Teripang Emas Yang Berpotensi Dalam Regenerasi Tulang.

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul seperti tersebut di atas telah diperiksa, dikoreksi dan disetujui oleh pembimbing untuk di cetak dan/atau diterbitkan.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah yang Maha Pengasih Maha Penyayang. Puji dan syukur penulis haturkan kehadirat Allah SWT, karena atas berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Kandungan Glukosamin Pada Teripang Emas yang Berpotensi Dalam Proses Regenerasi Tulang”. Selawat dan salam senantiasa kita kirimkan kepada Nabi Muhammad SAW sang pemimpin manusia dari zaman kebodohan menuju zaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan.

Skripsi ini dibuat sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 di Program Studi Pendidikan Dokter Gigi di Universitas Hasanuddin. Selain itu, skripsi ini juga dibuat sebagai salah satu wujud implementasi Tri Dharma Perguruan Tinggi dengan memanfaatkan ilmu yang didapatkan selama masa perkuliahan di Program Studi Pendidikan Dokter Gigi di Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa skripsi masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis berharap dapat belajar lebih banyak lagi dalam mengimplementasikan ilmu yang didapatkan. Skripsi ini tentunya tidak lepas dari bimbingan, masukan, dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

- **Prof. Dr. Bahruddin Talib, drg., M.Kes., Sp.Pros., Subsp. PKIKG(K)** selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu memberikan dukungan, bimbingan dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
- **Eri Hendra Jubhari, drg., M.Kes., Sp.Pros., Subsp. PKIKG(K)** dan **Acing Habibie Mude, drg., Ph.D., Sp.Pros., Subsp. OGST(K)** selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktu serta memberikan saran dan masukan dalam Menyusun skripsi ini.
- Orangtua tercinta, **Ilham Jaya** dan **Armin Adela** serta kakak dan ipar saya **Alip** dan **Bibib** yang telah mendoakan, memberikan dukungan dan menemani saya begadang untuk menyelesaikan skripsi ini.

- Teman seperbimbingan skripsi saya, **Arfifah Armin** dan **Chindy Euaggelionita** yang kebersamai dalam seluruh rangkaian penyusunan skripsi ini.
- Sahabat saya sejak maba **Azzahra Dhaifatul, Khadijah Meirani, Muchlisa Aulia**, dan **Faraqna R Pahlevi** yang kebersamai selama berproses di FKG.
- Teman belajar saya **Cut Rahma Safitri** dan **Nabila Shinta Mutiarani** yang selalu memotivasi saya untuk tetap produktif belajar dan menyelesaikan skripsi.
- Sahabat SMA saya **Putri, Livi, Aurel, Nyai, dan Laras** yang selalu memberikan dukungan dari jauh untuk menyelesaikan skripsi.
- Sahabat SMP saya **Pandan, Naya, Lula, Puta, Dina, Tita, Farah, Sasa, dan Kiky** yang selalu memberikan dukungan untuk menyelesaikan skripsi.

Terima kasih juga kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu. Penulis menyadari bahwa tidak ada yang sempurna, penulis masih melakukan kesalahan dalam penyusunan skripsi. Oleh karena itu, penulis meminta maaf yang sedalam-dalamnya atas kesalahan yang dilakukan penulis. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat dijadikan referensi untuk pengembangan ilmu pengetahuan. Kebenaran datangnya dari Allah dan kesalahan datangnya dari diri penulis.

Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan Rahmat dan Ridho-Nya kepada kita semua. Aamiin.

Makassar, 20 Oktober 2023

Penulis

Analisis Kandungan Glukosamin Pada Teripang Emas yang Berpotensi Dalam Regenerasi Tulang

Nadhiya Noberyya Mazitha

Mahasiswa Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin

Abstrak

Pendahuluan : Gangguan temporomandibular (TMD) merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat yang signifikan yang mempengaruhi sekitar 5 sampai 12% dari keseluruhan populasi. Salah satu tipe dari gangguan temporomandibular adalah Osteoarthritis (OA) yang dikaitkan dengan degenerasi kolagen dan proteoglikan di tulang rawan yang menyebabkan fibrilasi, erosi, dan retak pada lapisan tulang rawan superfisial menyebabkan rasa sakit dan ketidaknyamanan. Glukosamin dapat mengatur aktivitas kolagenase untuk mencegah kerusakan pada tulang rawan artikular. Glukosamin mengurangi rasa sakit, meningkatkan fungsi sendi dan mobilitas, dan mengurangi kerusakan tulang rawan pada pasien dengan osteoarthritis. Salah satu kandungan bioaktif yang dimiliki teripang emas adalah glukosamin. Teripang sudah lama digunakan sebagai nutrisi maupun obat tradisional di negara Asia dengan spesies yang memiliki nilai tinggi. Oleh karena itu, dilakukan penelitian untuk mengetahui berapa mg kandungan glukosamin dalam teripang emas. **Metode :** Analisis kandungan glukosamin pada teripang emas dilakukan melalui ekstraksi dengan metode hidrolisis asam kemudian diukur menggunakan spektrofotometri UV-Vis. **Hasil :** Berdasarkan hasil perhitungan maka didapatkan kadar glukosamin dalam ekstrak teripang emas pada replikasi 1 setara dengan 185,25(mg/g) glukosamin dan pada replikasi 2 setara dengan 186,75(mg/g) glukosamin sehingga didapatkan kadar rata-rata glukosamin dalam teripang emas setara dengan 186(mg/g) glukosamin dengan persentasi 0,186%. **Kesimpulan :** Dalam 1g ekstrak teripang emas setara dengan 186mg glukosamin dengan persentasi 0,186%. Perbedaan kandungan yang terdapat pada setiap teripang emas kemungkinan dipengaruhi oleh perbedaan metode ekstraksi dan lokasi pengambilan sampel.

Kata Kunci : Glukosamin, Teripang Emas

Analysis of the Glucosamine Content in Golden Sea Cucumbers which Potential for Bone Regeneration

Nadhiya Noberyya Mazitha

Preclinical Student in Faculty of Dentistry Hasanuddin University

Abstract

Introduction: Temporomandibular disorders (TMD) are a significant public health problem that affects approximately 5 to 12% of the total population. One type of temporomandibular disorder is Osteoarthritis (OA) which is associated with the degeneration of collagen and proteoglycans in the cartilage causing fibrillation, erosion and cracking of the superficial cartilage layer causing pain and discomfort. Glucosamine can regulate collagenase activity to prevent damage to articular cartilage. Glucosamine reduces pain, improves joint function and mobility, and reduces cartilage damage in patients with osteoarthritis. One of the bioactive contents of golden sea cucumbers is glucosamine. Sea cucumbers have long been used as nutrition and traditional medicine in Asian countries as a species that has high value. Therefore, research was conducted to find out how many (mg) of glucosamine content in golden sea cucumbers. **Method:** Analysis of the glucosamine content in golden sea cucumbers was carried out through extraction using the acid hydrolysis method and then measured using UV-Vis spectrophotometry. **Results:** Based on the calculation results, it was found that the glucosamine level in golden sea cucumber extract in replication 1 was equivalent to 185.25(mg/g) glucosamine and in replication 2 it was equivalent to 186.75(mg/g) glucosamine so that the average level of glucosamine in Golden sea cucumber is equivalent to 186(mg/g) glucosamine with a percentage of 0.186%. **Conclusion:** In 1g of golden sea cucumber extract, it is equivalent to 186mg of glucosamine with a percentage of 0.186%. Differences in the content contained in each golden sea cucumber may be influenced by differences in extraction methods and sampling locations.

Keywords : Glucosamine, Golden Sea Cucumber

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI PEMBIMBING	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Teripang Emas.....	5
2.2 Glukosamin	9
2.3 Regenerasi Tulang.....	11
2.4 Osteoarthritis	13
BAB III KERANGKA TEORI DAN KERANGKA KONSEP.....	15
3.1 Kerangka Teori.....	15
3.2 Kerangka Konsep	16
BAB IV METODE PENELITIAN	17
4.1 Jenis Penelitian.....	17
4.2 Desain Penelitian.....	17

4.3 Lokasi Penelitian.....	17
4.4 Waktu Penelitian	17
4.5 Metode Sampling	17
4.6 Kriteria Sampel	17
4.7 Besar Sampel.....	18
4.8 Variabel Penelitian	18
4.9 Alat dan Bahan.....	18
4.10 Definisi Operasional.....	19
4.11 Jalannya Penelitian.....	19
4.12 Alur Penelitian	22
BAB V HASIL PENELITIAN	23
5.1 Hasil Preparasi Sampel.....	23
5.2 Hasil Ekstraksi Sampel.....	24
5.3 Hasil Pengukuran Panjang Gelombang	24
5.4 Hasil Pengukuran Seri Baku.....	25
5.5 Hasil Pengukuran Sampel	25
5.6 Hasil Perhitungan Kadar Glukosamin	26
BAB VI PEMBAHASAN.....	28
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	32
7.1 Kesimpulan.....	32
7.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1.1	5
Gambar 3.1	15
Gambar 3.2	16
Gambar 4.12	22
Gambar 5.1.1	23
Gambar 5.1.2	23
Gambar 5.1.3	23
Gambar 5.1.4	23
Gambar 5.2	24
Gambar 5.3	24

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 5.4.....	25
Tabel 5.5.....	26

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gangguan temporomandibular (TMD) merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat yang signifikan yang mempengaruhi sekitar 5 sampai 12% dari keseluruhan populasi. Prevalensi keseluruhan TMD adalah sekitar 31% pada dewasa/lansia dan 11% pada anak-anak/remaja.¹ Salah satu tipe dari gangguan temporomandibular adalah Osteoarthritis (OA) yang dikaitkan dengan degenerasi kolagen dan proteoglikan di tulang rawan yang menyebabkan fibrilasi, erosi, dan retak pada lapisan tulang rawan superfisial menyebabkan rasa sakit dan ketidaknyamanan.² Prevalensi OA di dunia termasuk dalam kategori tinggi berkisar antara 2,3% hingga 11,3%,³ selain itu OA merupakan penyakit muskuloskeletal yang sering terjadi yaitu pada urutan ke 12 diantara seluruh penyakit yang ada. Hal tersebut dapat diketahui berdasarkan data dari WHO yang menyatakan bahwa terdapat 9,6% laki-laki dan 18,0% wanita di atas usia 60 tahun memiliki OA simtomatik, dari angka tersebut dapat dilihat bahwa prevalensi OA pada perempuan lebih tinggi dibandingkan dengan laki-laki.⁴ Prevalensi TMJ-OA berkisar antara 18,01% hingga 84,47% pada pasien dengan TMD. Insidennya meningkat seiring bertambahnya usia, dan lebih sering terjadi pada wanita.⁵ Namun demikian, pasien dengan gejala TMD seringkali memerlukan perawatan prostetik, termasuk edentulisme parsial, defisiensi estetika, atau masalah fungsional.⁶

Prostodonsia sering diterapkan pada pasien TMD, bertujuan untuk

mencapai kenyamanan pasien, stabilitas mulut, dan restorasi gigi yang kompleks.⁷ Pada pasien dengan TMD, gejalanya harus ditangani sebelum memulai perawatan prostetik. Pasien yang terkena TMD sangat sensitif terhadap stresor dan dengan demikian mungkin kurang mudah beradaptasi terhadap tekanan oklusal dan psikologis akibat modifikasi skema oklusal mereka karena keseimbangan psikofisiologis mereka yang rumit dibandingkan pasien sehat. Oleh karena itu, karena pengobatan konservatif bersifat reversibel dan efektif mengurangi rasa sakit, pengobatan ini harus menjadi pilihan pertama pada pasien TMD.⁷

Sebuah penelitian menyatakan bahwa glukosamin yang diberikan secara oral sebagai metode pengobatan pada pasien TMD, tampaknya lebih unggul dibandingkan ibuprofen dalam hal pengurangan nyeri di area sendi rahang, serta dalam hal meningkatkan pembukaan mulut secara maksimal.⁸ Glukosamin memiliki kemampuan untuk mensintesis matriks ekstraseluler (ECM) tulang rawan. Glukosamin dapat mengatur aktivitas kolagenase untuk mencegah kerusakan pada tulang rawan artikular. Glukosamin mengurangi rasa sakit, meningkatkan fungsi sendi dan mobilitas, dan mengurangi kerusakan tulang rawan pada pasien dengan osteoarthritis. Glukosamin adalah gula amino yang ditemukan secara alami di tulang rawan dan cairan di sekitar sendi. Glukosamin secara alami sudah diproduksi oleh tubuh, namun jumlah glukosamin sendiri dapat berkurang jumlahnya seiring bertambahnya usia seseorang.^{9,10} Krustasea telah diakui secara luas sebagai sumber utama glukosamin tradisional. Namun, Krustasea juga dikenal sebagai salah satu

makanan pemicu alergi utama yang dapat menyebabkan anafilaksis dan bahkan kematian dalam kondisi parah. Salah satu hewan laut yang memiliki potensi kandungan glukosamin adalah teripang. Sejumlah penelitian tentang eksplorasi sumber glukosamin potensial lainnya dari produk makanan laut yang memiliki potensi rendah untuk memicu alergi adalah teripang.¹¹

Teripang adalah kelompok invertebrata laut dalam kelas *Holothuroidea*, filum *Echinodermata*, dan terdiri dari 1.200 spesies yang tersebar di perairan dangkal tropis.¹² Teripang sudah lama digunakan sebagai nutrisi maupun obat tradisional di negara Asia dengan spesies yang memiliki nilai tinggi. Secara tradisional, teripang merupakan makanan yang mewah dan bergizi, dan telah digunakan untuk menyembuhkan rematik, masalah ginjal, gangguan reproduksi, impotensi, asma, nyeri sendi, sakit punggung, hipertensi, luka dan luka bakar, luka, dan sembelit.¹³ Salah satu teripang yang memiliki zatbioaktif dalam pemanfaatan kesehatan adalah teripang emas.¹⁴ Teripang emas memiliki kandungan senyawa aktif berupa glikosaminoglikan yang terdiri dari hyaluronic acid, heparin/heparan sulfat (HP/HS), kondroitin sulfat/dermatansulfat (CS/DS) dan keratin sulfat (KS) yang dapat membentuk sitokin proinflamasi untuk memicu munculnya sel pertahanan imun dan dapat mengikat faktor pertumbuhan seperti FGF2, VEGF, TGF- β , yang akan memberikan stimulasi untuk mempercepat proses angiogenesis, proliferasi fibroblas, diferensiasi endotel, diferensiasi epitel sehingga dapat mempercepat proses penyembuhan luka.¹⁵

Berdasarkan uraian diatas, maka timbul gagasan untuk melakukan sebuah

penelitian unntuk menganalisis kandungan glukosamin yang terdapat pada teripang emas yang berpotensi dalam proses remodelling tulang.

1.2 Rumusan Masalah

1.2.1 Berapa persentase kandungan glukosamin dalam teripang emas?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Untuk mengetahui berapa persentase kadar kandungan glukosamin pada teripang emas.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Umum

- a) Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkaya ilmu pengetahuan pada umumnya dan dibidang kedokteran gigi
- b) Penelitian ini diharapkan menjadi dasar pengembangan ilmu pengetahuan dan penelitian lebih lanjut

1.4.2 Manfaat Khusus

- a) Hasil penelitian ini untuk mengetahui kandungan glukosamin teripang emas yang dapat membantu proses regenerasi tulang.
- b) Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan dan informasi ilmiah mengenai kandungan teripang emas yang dapat membantu proses regenerasi tulang dibidang prostodonsia

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teripang Emas

Stichopus hermanii, yang secara lokal dikenal di Indonesia sebagai teripang emas adalah spesies teripang yang tergolong invertebrata laut dari filum Echinodermata. Teripang di Indonesia tersebar hampir di seluruh perairan pesisir, termasuk perairan pesisir Kalimantan (barat, timur dan selatan), Pulau Seribu, Madura, Bali, Lombok, Aceh, Bengkulu, Bangka, Belitung, Sulawesi, Maluku, Papua, NTT , NTB, Laut Jawa, Rembang dan Riau dan sekitarnya. Teripang emas diklasifikasikan sebagai spesies pengumpan deposit dan kehidupan laut menetap yang habitat aslinya adalah permukaan keras atau batu, sering memakan mangsa di dasar laut dengan tentakelnya.^{16,17}

2.1.1 Taksonomi Teripang Emas¹⁸

Kingdom	: Animalia
Filum	: Echinodermata
Subfilum	: Echinozoa
Kelas	: Holothuroidea
Subkelas	: Actinopoda
Ordo	: Synallactida
Famili	: Stichopodidae
Genus	: Stichopus
Spesies	: Stichopus Hermanii



Gambar 2.1.1 *Stichopus Hermanii*
(Sumber : Zhang, Tingting, Et Al. Novel Glucosamine-Loaded Thermosensitive Hydrogels Based On Poloxamers For Osteoarthritis Therapy By Intra-Articular Injection. *Materials Science And Engineering: C*. 2021 ; 118 : 111-352)

2.1.2 Morfologi Teripang Emas

Stichopus hermannii memiliki bentuk penampang tubuh secara trapesium dengan ukuran yang relatif besar. Pada umumnya famili Stichopodidae memiliki penampang tubuh berbentuk trapesium atau persegi. Integumen yang tebal dan licin dengan lipatan-lipatan di bagian permukaan dorsal yang tersebar papila secara teratur pada kedua sisi dorsolateral. Bagian dorsal berwarna coklat kekuningan dengan warna papila atau tonjolan seperti kutil berwarna kehitaman. Sedangkan bagian ventral berwarna orange dengan kaki tabung yang dominan berwarna hitam. Penampang bagian ventral terdapat garis yang memisahkan kaki tabung dari bagian tubuh kanan dan kiri teripang dengan warna orange. Bagian anterior cenderung berwarna kuning kecoklatan, dan warna tentakel berwarna kuning keputih-putihan.¹⁹

Struktur tubuh bagian tubuh luar dari spesimen *Stichopus hermannii* pada bagian dorsal yaitu licin, tebal dan berbuku buku yang dipisahkan oleh garis amburaklar. Bagian dorsal terdapat tonjolan seperti kutil atau papila yang tersebar di seluruh bagian dorsal dari spesimen *Stichopus hermannii*. Bagian ventral, terdapat kaki tabung berukuran sekitar 0,5 – 1 cm tersebar diseluruh ventral spesimen.¹⁹

Bagian-bagian dari anatomi *Stichopus hermannii* yang lain adalah tentakel, cincin kapur, polian vesicle, lambung, pohon respirasi, intestinum berwarna coklat kekuningan, dan anus. Tentakel dari

teripang jenis ini berbentuk perisai (peltate) dan berwarna putih kekuningan. Tabung cuvier berwarna putih transparan dengan bentuk seperti tabung yang dapat dilihat pada. Pohon respirasi yang dimiliki berwarna putih kekuningan dengan percabangan kecil, halus dan banyak sehingga terlihat mengerombol. Pohon respirasi yang dimiliki teripang mirip dengan fungsi paru-paru pada manusia, dan pohon respirasi merupakan alat pernafasan pada teripang yang melekat pada kloaka.¹⁹

2.1.3 Kandungan Teripang Emas

Teripang emas mengandung protein tinggi ($47,00\% \pm 0,36\%$) dan persentase lipid rendah ($0,80\% \pm 0,02\%$). Teripang ini mengandung sejumlah besar glikosaminoglikan tersulfasi. Glikosaminoglikan adalah polisakarida panjang dan tidak bercabang yang terdiri dari unit disakarida berulang yang terdiri dari asam uronat bergantian (asam D-glukuronat atau asam L-iduronat) dan gula amino (D-galaktosamin atau D-glukosamin). Glikosaminoglikan dibagi menjadi glikosaminoglikan non-sulfat dan sulfat. Glikosaminoglikan sulfat yang diekstraksi dari teripang emas memiliki berbagai fungsi biokimia. Dibandingkan dengan bagian lain seperti organ dalam dan cairan selom, dinding integumen teripang emas mengandung glikosaminoglikan tertinggi, baik sulfat maupun nonsulfat. Lebih lanjut, 37% dari total ekstrak air teripang emas terdiri dari asam amino (37%) diikuti oleh hidrokarbon (21%), senyawa ester (16%), dan sisa senyawa lainnya terdiri dari

fenol, gugus alkohol, dan senyawa tak dikenal. 2-karbamoil-3-metilquinoxaline ditemukan sebagai senyawa paling melimpah dalam ekstrak teripang emas.²⁰ Teripang emas mengandung beberapa komponen bioaktif seperti saponin, flavonoid, docosahexaenoic dan eicosapentaenoic acid (EPADHA), proteoglikan, mukopolisakarida, heparin sulfat, heparin, dermatan sulfat, kondroitin sulfat, asam hialuronat, glikosaminoglikan, kolagen, dan glikoprotein dan memiliki beberapa atribut yang menjanjikan.¹⁷ Teripang emas mempunyai kandungan senyawa metabolit sekunder alkaloid, saponin dan triterpenoid yang berpotensi sebagai antibakteri. Senyawa flavonoid dan saponin bekerja sebagai antimikroba.²¹

2.1.4 Manfaat Teripang Emas

Di Indonesia dan Malaysia, teripang emas telah lama digunakan untuk pembuatan produk obat tradisional seperti air gamat dan minyak gamat. Spesies ini mendapatkan banyak pengakuan di kalangan konsumen, peneliti medis dan biomedis karena potensi manfaat kesehatannya. Di komunitas kawasan Asia, teripang emas telah dieksploitasi untuk tujuan pengobatan, namun penerapannya perlu dibuktikan secara ilmiah dengan menggunakan beberapa model klinis.²⁰ Teripang emas telah dieksplorasi untuk antikanker dan aktivitas penurunan kolesterol karena adanya potensi komponen bioaktif. Teripang dan komponen peptida bioaktif dan karbohidrat turunannya dapat menjadi perhatian besar untuk penelitian masa depan sebagai pengobatan potensial untuk

penyakit kanker dan kolesterol.²² Teripang emas memiliki kandungan “Sel Growth Factor” (faktor regenerasi sel) sehingga mampu merangsang regenerasi atau pemulihan sel dan jaringan tubuh manusia yang telah rusak atau sakit bahkan membusuk, sehingga menjadi sehat pulih kembali. Teripang emas mengandung protein 86,8% yang berfungsi sebagai building block yang berperan dalam proses pertumbuhan dan pemeliharaan jaringan tubuh, mineral, mukopolisakarida, glikosaminoglikan (GAGs), antiseptik, flavonoid, droitin, saponin, asam hialuronat, omega 3, 6, dan 9 serta asam amino. Fosfor dan kalsium yang terkandung dalam teripang emas dapat meningkatkan resorpsi osteoblas dan osteoklas. Selain itu, kandungan dalam teripang yaitu ion kalsium akan digunakan sebagai bahan baku tulang dalam osteosit dan pada akhirnya berperan dalam pembentukan tulang baru.^{23,24}

2.2 Glukosamin

Glukosamin adalah gula amino sederhana yang berasal dari substitusi gugus hidroksil dari molekul glukosa dengan gugus amino dan salah satu komponen dasar unit disakarida GAG yang membentuk proteoglikan fungsional yang ada dalam matriks tulang rawan.²⁵ Glukosamin adalah monosakarida yang larut dalam air yang terdiri dari molekul glukosa yang terikat pada gugus amino, yang dihasilkan dari kitin atau kitosan melalui hidrolisis. Sehubungan dengan tata nama yang dibuat dan dikembangkan oleh Persatuan Internasional Kimia Murni dan Terapan (IUPAC), nama kimia lengkap

glukosamin adalah (3R,4R,5S)-3-amino-6-(hydroxymethyl)oxane-2,4,5-triol. Glukosamin merupakan penyusun alami glikosaminoglikan dan proteoglikan matriks tulang rawan yang menutupi bagian epifisis tulang. Ini juga merupakan komponen penting dari asam hialuronat yang membentuk cairan sinovial di dalam sendi. Sumber utama glukosamin eksogen adalah kerangka luar krustasea. Pada manusia, glukosamin terdapat dalam beberapa bentuk sediaan yaitu glukosamin sulfat (GS), glukosamin hidroklorida (GH) yang tidak memiliki gugus sulfat, dan glukosamin sulfat kristal. Glukosamin sulfat memerlukan senyawa penstabil berupa garam, biasanya kalium klorida (KCl) atau natrium klorida (NaCl) sehingga kemurniannya 74%. Glukosamin hidroklorida sebaliknya memiliki kemurnian 99%. Akibatnya, dosis 1500 mg glukosamin hidroklorida sama dengan dosis 2608 mg glukosamin sulfat. Glukosamin dapat diekstraksi dan distabilkan secara kimia untuk pemberian oral. Formulasi generik, yang dijual bebas, dan suplemen makanan sebagian besar mengandung garam glukosamin hidroklorida, sedangkan formulasi glukosamin kristalin sulfat yang dipatenkan hanya tersedia dengan resep. Setelah pemberian oral, glukosamin mudah diserap dari saluran pencernaan, berdisosiasi dalam lingkungan asam lambung, dan mengalami metabolisme di hati, selanjutnya, dikeluarkan melalui feses dan urin.⁸

Bentuk sediaan glukosamin yang beredar di pasaran adalah bentuk sediaan oral, seperti tablet dan kapsul. Pemberian glukosamin oral memberikan bantuan gejala dan mencegah hilangnya ruang sendi sehingga mengubah perkembangan penyakit tulang rawan. Dosis harian maksimum glukosamin

sulfat adalah 1500 mg sedangkan glukosamin hidroklorida adalah 1250 mg. Glukosamin tidak digunakan pada anak-anak dan remaja di bawah usia 18 tahun dan tidak boleh dikonsumsi selama kehamilan dan menyusui. Ini dapat meningkatkan efek antikoagulan.^{8,26}

2.3 Regenerasi Tulang

Tulang adalah jaringan ikat keras yang merupakan fungsi penggerak, perlindungan, dan dukungan untuk organ lunak, penyimpanan ion kalsium dan fosfat, dan pelabuhan untuk sumsum tulang. Selain itu, tulang memiliki fungsi endokrin yang mampu mempengaruhi organ lain. Tulang adalah organ yang mampu beregenerasi namun beberapa situasi klinis memerlukan peningkatan perbaikan tulang untuk memastikan pemulihan fungsi fisiologis yang cepat. Pembentukan tulang dapat dibedakan sebagai osifikasi intramembran dan endokondral. Proses osifikasi intramembran diprakarsai oleh MSC. Osifikasi endokondral didasarkan pada diferensiasi sel mesenkim (progenitor) menjadi kondrosit dan sel perikondrium. Tulang rahang atas sebagian besar terbentuk melalui osifikasi intramembran.^{27,28}

2.3.1 Temporomandibular Joint

Perkembangan sendi TMJ berbeda dengan sendi lainnya, dimana tulang rawan pada kondilus mandibula merupakan tulang rawan sekunder dibandingkan dengan tulang rawan artikular yang terdapat pada sendi lain, yaitu tulang rawan primer yang berhubungan dengan osifikasi endokondral yang didominasi oleh tulang rawan hialin. Tulang rawan sekunder berkembang sehubungan dengan tulang spesifik yang

dibentuk oleh osifikasi intra-membran setelah tulang terbentuk. Tulang-tulang yang sedang berkembang ini seluruhnya dikelilingi oleh periosteum, termasuk area yang akhirnya membentuk permukaan artikular sendi rahang. Periosteum yang melapisi permukaan artikular ini secara bertahap diubah menjadi jaringan artikular fibrosa padat pada TMJ selama perkembangan awalnya. Tulang rawan kondilar dewasa terdiri dari empat zona :

- 1) zona superfisial atau artikular dari jaringan fibrosa menghadap diskus yang mengekspresikan kolagen I,
- 2) zona pra-kondroblastik proliferaatif yang mengekspresikan kolagen I,
- 3) zona kondroblastik yang mengekspresikan kolagen II, proteoglikan aggrecan, dekorin, kondroitin sulfat PG, dan keratin sulfat PG, dan
- 4) zona hipertrofik yang berdekatan dengan tulang yang mengekspresikan kolagen X.

Oleh karena itu, TMJ memiliki struktur hibrida unik yang mengintegrasikan lapisan fibrokartilago superfisial yang menutupi lapisan tulang rawan hialin sekunder. Sangat penting untuk terapi berbasis sel regeneratif yang spesifik untuk sendi rahang untuk mereproduksi arsitektur zonal tulang rawan kondilus mandibula. Namun, salah satu tantangan besar dalam mengembangkan terapi regenerasi yang efektif adalah kurangnya pemahaman tentang

pembentukan unik tulang rawan kondilus dari sendi sinovial lainnya dan mereplikasi arsitektur zonal ini.²⁹

2.4 Osteoarthritis

Osteoarthritis (OA) merupakan penyakit sendi kronis dan degeneratif yang merupakan bagian dari proses penuaan. Hal ini ditandai dengan hilangnya dan degradasi tulang rawan artikular selain peradangan sinovial, yang menyebabkan kekakuan sendi, pembengkakan, nyeri, dan hilangnya mobilitas.³⁰ Osteoarthritis sendi temporomandibular (OA TMJ) adalah penyakit tulang rawan degeneratif progresif yang mempengaruhi tulang rawan dan tulang subkondral. Kematian kondrosit, degradasi matriks ekstraseluler (ECM) dan remodeling tulang subkondral dianggap sebagai karakteristik utama osteoarthritis sendi rahang.^{3,4} Karakteristik kerusakan tulang rawan yang progresif diakibatkan oleh regulasi abnormal kondrosit dan ketidakseimbangan antara degradasi dan pembentukan jaringan.³¹ Faktor mekanis meliputi cedera (yang menyebabkan perubahan sifat mekanik diskus artikular, degradasi tulang rawan, dan produksi mediator inflamasi dan nyeri), parafungsi (yang menentukan dislokasi diskus artikular dan perubahan degeneratif pada kondilus dan eminensia artikular), peningkatan gesekan dalam TMJ, oklusi tidak stabil, dan kelebihan beban fungsional yang menyebabkan pembebanan sendi yang berlebihan atau tidak seimbang mempengaruhi timbulnya dan perkembangan OA TMJ. Perubahan degeneratif diakibatkan oleh gangguan dalam remodeling TMJ. Remodeling adalah respon biologis yang penting terhadap pemuatan TMJ. Ini menjaga

keseimbangan sendi, fungsi, dan oklusi. Kelebihan beban TMJ yang berlebihan atau berkepanjangan dan penurunan kemampuan beradaptasi TMJ dapat mengakibatkan remodeling yang salah. Degradasi kolagen dan proteoglikan pada tulang rawan menyebabkan fibrilasi, erosi, dan keretakan pada lapisan tulang rawan superfisial. Proses ini menyebar ke lapisan tulang rawan yang lebih dalam dan membesar sehingga menimbulkan erosi seiring berjalannya waktu.³²