

**PERAN TERIPANG EMAS (*STICHOPUS HERMANII*) DALAM MENCEGAH
RELAPS ORTODONTI: *SYSTEMATIC REVIEW***

SKRIPSI

*Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat
mencapai Gelar Sarjana Kedokteran Gigi*



FIONA VERONICA SANGIAN

J011191060

**DEPARTEMEN ORTODONTI
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

MAKASSAR

2022

**PERAN TERIPANG EMAS (*STICHOPUS HERMANII*) DALAM MENCEGAH
RELAPS ORTODONTI: *SYSTEMATIC REVIEW***

SKRIPSI

*Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat
mencapai Gelar Sarjana Kedokteran Gigi*

FIONA VERONICA SANGIAN

J011191060

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

2022

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Fiona Veronica Sangian

NIM : J011191060

Judul Skripsi : Peran Teripang Emas (*Stichopus hermannii*) Dalam Mencegah Relaps Ortodonti: *Systematic Review*

**Telah diperiksa dan Disahkan
Pada Tanggal 25 November 2022**

**Oleh:
Pembimbing**



**Prof. drg. Mansjur Nasir, Ph.D
NIP. 19540625 198403 1 001**

Mengetahui,

**Dekan Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Hasanuddin**





**Prof. Dr. drg. Edy Machmud, Sp.Pro(K)
NIP. 19631104 199401 1 001**

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tercantum dibawah ini:

Nama : Fiona Veronica Sangian

NIM : J011191060

Judul : Peran Teripang Emas (*Stichopus hermannii*) Dalam Mencegah Relaps
Ortodonti : *Systematic Reniew*

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

Makassar, 25 November 2022

Koordinator Perpustakaan FKG UNHAS



Amiruddin, S.Sos
NIP. 19661121 199201 1 003

PERNYATAAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Fiona Veronica Sangian

NIM : J011191060

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Peran Teripang Emas (*Stichopus hermannii*) Dalam Mencegah Relaps Ortodonti : *Systematic Review*” adalah benar merupakan karya sendiri dan tidak melakukan tindakan plagiat dalam penyusunannya. Adapun kutipan yang ada dalam penyusunan karya ini telah saya cantumkan sumber kutipannya dalam skripsi. Saya bersedia melakukan proses yang semestinya sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku jika ternyata skripsi ini sebagian atau keseluruhannya merupakan plagiat dari karya orang lain.

Demikian pernyataan ini dibuat untuk dipergunakan seperlunya.

Makassar, 25 November 2022



Fiona Veronica Sangian

NIM J011191080

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas segala berkat dan kasih karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Peran Teripang Emas (*Stichopus hermannii*) Dalam Mencegah Relaps Ortodonti : *Systematic Reniew***”

Penulisan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar Sarjana Kedokteran Gigi pada Fakultas Kedokteran gigi Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari banyak hambatan dalam penyusunan skripsi ini, namun berkat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. **Prof. Dr. drg. Edy Machmud, Sp.Pros(K)** selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin dan Dosen Penguji atas bantuan, masukan, saran dan bimbingannya selama penulis mengikuti pendidikan di jenjang S1 atau pre-klinik
2. **Prof. drg. Mansjur Nasir, Ph.D** selaku dosen pembimbing skripsi yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan, bimbingan, dan nasihat kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
3. **Prof. Dr. drg. Hendra Chanda. MS** selaku dosen pembimbing akademik yang telah membantu dan mengarahkan penulis untuk terus meningkatkan prestasi dalam segi akademik. Insya Allah suatu hari nanti penulis dapat membalas jasa - jasa beliau, Aamiin

4. **drg. Zilal Islamy Paramma, Sp. Ort** dan **drg. Baharuddin M Ranggung, Sp. Ort(K)** selaku dosen penguji skripsi yang telah meluangkan waktu untuk memberikan kritik dan saran yang membangun dalam penyusunan skripsi ini.
5. Ibu tercinta **Eisneriss Jeni** dan Almarhum ayah **Hero Abdi Nusa Sangian** yang tidak hentinya mendoakan, memberikan kasih sayang, dan memberikan dukungan dalam bentuk moril maupun materiil yang tidak dapat tergantikan dengan apapun dan selalu memberikan yang terbaik untuk anak-anaknya.
6. Saudara tersayang **Farrel** atas segala doa dan dukungan selama penulis menempuh pendidikan.
7. Tante tercinta **Everdien** dan keponakan tersayang **Denzel** yang selalu mendukung dan membantu penulis selama masa perkuliahan di FKG.
8. Sahabat-sahabat penulis **Andi Apriliqa Megumi A L, Nilan Valentine Parung, Reski Wulan Salsabila, dan Frischiapri Athler Papalangi** yang telah mendukung, memberi semangat, motivasi, memberi saran dan teguaran kepada penulis, menghibur, menjadi saudara, mendengar keluh kesah penulis, dan memudahkan urusan penulis baik dalam penyusunan skripsi maupun selama masa perkuliahan.
9. Teman-teman penulis **Ismi, Vanda, Beatrice, Yovinka, Chelsea** yang mendukung dan memberikan semangat selama penulis menjalani perkuliahan di FKG UH dan dalam proses mengerjakan skripsi.
10. Teman skripsi seperjuangan **Maudy Anggi Arizki** yang telah berjuang bersama-sama selama menyelesaikan skripsi.

11. Teman-teman **ALVEOLAR 2019** yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas segala dukungan dan motivasi yang diberikan selama ini.
12. Teman-teman **KKN-PK Angkatan 62 Desa Mattaropuli (Baso, Afifa, Ocang, Sindi, Tifal, Aul, Dawe, Kayzar, Melani, Ica)** yang telah mendukung dan memberikan motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini
13. Semua keluarga dan teman-teman yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas dukungan dalam proses penyelesaian skripsi maupun pendidikan.
14. **Seluruh Dosen, Staf Akademik, Staf Perpustakaan FKG Unhas, dan Staf Bagian Ortodonti** yang telah banyak membantu penulis.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik. Semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan masyarakat luas serta berguna untuk perkembangan ilmu kedokteran gigi.

Makassar, 25 November 2022



Penulis

ABSTRAK

Peran Teripang Emas (*Stichopus hermanii*) Dalam Mencegah Relaps Ortodonti

Fiona Veronica Sangian¹

¹Mahasiswa S1 Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin

fionasangian@gmail.com

Latar Belakang: Relaps ortodonti dapat didefinisikan sebagai kecenderungan gigi untuk kembali ke posisi semula setelah pergerakan gigi, ini merupakan hasil perawatan ortodonti yang tidak diinginkan. Sebuah penelitian sebelumnya melaporkan tingkat relaps pasca perawatan ortodonti sekitar 70 sampai 90%. Secara umum, pencegahan relaps ortodonti diupayakan secara mekanis dengan menggunakan retainer. Namun kebutuhan retainer akan teknik bonding yang tepat dan kecenderungannya untuk menimbulkan efek negatif pada kesehatan periodontal membatasi penggunaannya. Selain itu, dengan menggunakan retainer tidak berarti relaps tidak akan terjadi, relaps masih dapat terjadi bahkan setelah 10 tahun penggunaan retainer. Pencegahan relaps ortodonti juga dapat dilakukan secara farmakologis dengan obat-obatan seperti bifosfonat. Sayangnya, bifosfonat menyebabkan efek yang tidak diinginkan pada pasien, termasuk intoleransi oral, dan osteonekrosis tulang rahang. Oleh karena itu, pengobatan alami mungkin bisa menjadi alternatif untuk mengurangi efeknya. Salah satu bahan alami yang dapat menjadi solusi untuk permasalahan ini yaitu teripang emas (*Stichopus hermanii*). **Tujuan:** Mengetahui Peran Teripang Emas (*Stichopus Hermanii*) Dalam Mencegah Relaps Ortodonti. **Metode:** *Systematic Review*. Dilakukan pencarian artikel melalui *database* Pub Med dan *Google Scholar* yang kemudian dianalisis. **Hasil:** Teripang emas (*Stichopus hermanii*) berperan dalam mencegah relaps ortodonti dengan meningkatkan osteogenesis dan remodeling ligamen periodontal. **Kesimpulan:** *Stichopus hermanii* dapat menjadi pilihan untuk mencegah terjadinya relaps ortodonti. Penggunaan *Stichopus hermanii* terbukti dapat mencegah relaps ortodonti dengan cara meningkatkan osteogenesis dan remodeling ligamen periodontal melalui kandungan-kandungan di dalamnya yang terlibat seperti flavonoid, heparan sulfat, kondroitin sulfat, kolagen, dan asam hialuronat.

Kata Kunci: teripang emas, *golden sea cucumber*, *stichopus hermanii*, relaps ortodonti

ABSTRACT

The Role of the Golden Sea Cucumber (*Stichopus hermanii*) in Preventing Orthodontic Relapse

Fiona Veronica Sangian¹

¹Student of the Faculty of Dentistry Hasanuddin University

fionasangian@gmail.com

Background: Orthodontic relapse can be defined as the tendency of teeth to return to their original position after tooth movement, this is an unwanted result of orthodontic treatment. A previous study reported a relapse rate after orthodontic treatment of around 70 to 90%. In general, prevention of orthodontic relapse is achieved mechanically with the use of retainers. However, retainers' need for proper bonding techniques and their tendency to have negative effects on periodontal health limit their use. In addition, using a retainer does not mean that relapse will not occur, relapses can still occur even after 10 years of using retainers. Prevention of orthodontic relapse can also be accomplished pharmacologically with drugs such as bisphosphonates. Unfortunately, bisphosphonates cause adverse effects in patients, including oral intolerance, and osteonecrosis of the jaws. Therefore, natural treatment may be an alternative to reduce the effects. One natural ingredient that can be a solution to this problem is the golden sea cucumber (*Stichopus hermanii*). **Objective:** To determine the role of the golden sea cucumber (*Stichopus hermanii*) in preventing orthodontic relapse. **Method:** Systematic Review. An article search was carried out through the Pub Med and Google Scholar databases which were then analyzed. **Results:** Sea cucumber (*Stichopus hermanii*) plays a role in preventing orthodontic relapse by increasing osteogenesis and remodeling of the periodontal ligament. **Conclusion:** *Stichopus hermanii* can be an option to prevent orthodontic relapse. The use of *Stichopus hermanii* has been shown to prevent orthodontic relapse by increasing osteogenesis and remodeling of the periodontal ligament through its constituents such as flavonoids, heparan sulfate, chondroitin sulfate, collagen, and hyaluronic acid.

Keyword: teripang emas, *golden sea cucumber*, *stichopus hermanii*, relaps ortodonti

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
PERNYATAAN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penulisan	3
1.4. Manfaat Penulisan	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. <i>Stichopus hermanii</i> (Teripang emas).....	5
2.1.1. Definisi <i>Stichopus hermanii</i>	5
2.1.2. Kandungan <i>Stichopus hermanii</i>	6
2.1.3. Manfaat <i>Stichopus hermanii</i>	8
2.2. Orthodontic Tooth Movement.....	10
2.3. Sistem Transseptal Fibers.....	12
2.4. Relaps Ortodonti.....	14
2.4.1. Definisi Relaps Ortodonti	14
2.4.2. Etiologi Relaps Ortodonti	15
2.5. Peran Kandungan Dalam <i>S. hermanii</i> Pada Osteogenesis dan Remodeling Ligamen Periodontal	22

BAB III.....	24
KERANGKA TEORI DAN KONSEP	24
3.1. Kerangka Teori.....	24
3.2. Kerangka Konsep	25
3.3. Hipotesis.....	25
BAB IV	26
METODE PENULISAN.....	26
4.1. Metode.....	26
4.2. Kriteria Inklusi dan Eksklusi.....	27
4.2.1. Inklusi.....	27
4.2.2. Eksklusi.....	28
4.3. Strategi Pencarian dan Seleksi Artikel Riset	28
4.4. Quality Assessment	29
BAB V.....	30
HASIL.....	30
BAB VI	42
PEMBAHASAN	42
6.1. Analisis Sintesa Jurnal.....	42
6.2. Analisis Persamaan Jurnal	48
6.3. Analisis Perbedaan Jurnal.....	48
BAB VII	49
PENUTUP.....	49
7.1. Kesimpulan.....	49
7.2. Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Klasifikasi Echinodermata	6
Gambar 2. 2 Gambaran skematis dari principal fibers ligamen periodontal.....	13

DAFTAR TABEL

Tabel 5. 1 Flowchart penulisan systematic review menggunakan metode PRISMA .	31
Tabel 5. 2 Sintesis Jurnal	33

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perawatan ortodonti merupakan perawatan dalam bidang kedokteran gigi yang bertujuan untuk memperbaiki penampilan dan fungsi gigi, meningkatkan kesejahteraan psikososial dan mengurangi risiko masalah di masa depan yang mungkin timbul dari maloklusi, seperti keausan gigi, masalah gingiva dan patologi yang terkait dengan gigi impaksi.¹ Dalam perawatan ortodonti, gigi dipindahkan ke posisi dan hubungan baru serta jaringan lunak dan tulang di bawahnya diubah untuk mengakomodasi perubahan estetika dan fungsi, dalam hal ini fungsi lebih penting daripada estetika. Namun dibalik manfaat yang didapatkan dari perawatan ortodonti, terdapat risiko dan komplikasi yang juga dapat terjadi. Namun manfaatnya lebih besar daripada risiko dan komplikasi di sebagian besar kasus perawatan. Beberapa efek samping yang tidak diinginkan terkait dengan perawatan ortodonti yaitu perubahan warna gigi, dekalsifikasi email, komplikasi periodontal seperti embrasure gingiva terbuka, resorpsi akar, reaksi alergi terhadap nikel & kromium serta termasuk kegagalan perawatan dalam bentuk relaps (kekambuhan).²

Relaps ortodonti dapat didefinisikan sebagai kecenderungan gigi untuk kembali ke posisi semula setelah pergerakan gigi, ini merupakan hasil perawatan ortodonti yang tidak diinginkan. Sebuah penelitian sebelumnya melaporkan tingkat relaps pasca perawatan ortodonti sekitar 70 sampai 90%. Relaps diakui sebagai masalah klinis ortodonti yang menantang.³ Stabilitas jangka panjang setelah perawatan ortodonti tampaknya lebih penting daripada hasil akhir itu sendiri karena kemungkinan adanya relaps. Rata-rata relaps di bawah 1 mm dilaporkan 7 atau 8,2 tahun setelah perawatan ortodonti.⁴

Gigi dan jaringan pendukung akan stabil seiring berjalannya waktu, tetapi risiko gigi kembali ke posisi semula atau relaps, selalu ada. Relaps ortodonti dapat dipicu oleh dukungan tulang periodontal, oklusal gigi, elemen jaringan lunak, dan pertumbuhan.⁵ Relaps ortodonti juga dapat disebabkan oleh faktor periodontal dan gingival. Ketika gigi digerakkan, jaringan di ligamentum periodontal dan gingiva mengalami remodeling ke posisi gigi baru. Sampai jaringan ini telah mengalami remodeling, jaringan ini memiliki kecenderungan untuk menggerakkan gigi kembali ke posisi semula, sehingga relapse kemungkinan dapat terjadi.⁶ Selain itu, relapse ortodonti juga dapat disebabkan oleh proses remodeling tulang yang lama dan tidak stabil.⁷

Secara umum, pencegahan relaps ortodonti diupayakan secara mekanis dengan menggunakan retainer. Retainer cekat paling sering digunakan dalam fase retensi ortodonti karena memiliki beberapa manfaat, seperti kebutuhan kerja sama pasien yang rendah, efektivitas yang baik, estetika yang juga baik, dan kesesuaian untuk *lifelong retention*. Namun, kebutuhan retainer akan teknik bonding yang tepat dan kecenderungannya untuk menimbulkan efek negatif pada kesehatan periodontal membatasi penggunaannya. Selain itu, dengan menggunakan retainer tidak berarti relaps tidak akan terjadi, relaps masih dapat terjadi bahkan setelah 10 tahun penggunaan retainer. Pencegahan relaps ortodonti juga dapat dilakukan secara farmakologis dengan obat-obatan seperti bifosfonat. Sayangnya, bifosfonat menyebabkan efek yang tidak diinginkan pada pasien, termasuk intoleransi oral, dan osteonekrosis tulang rahang. Oleh karena itu, pengobatan alami mungkin bisa menjadi alternatif untuk mengurangi efeknya.³

Stichopus hermanii ada dalam 1.250 varietas dan merupakan sumber alam yang berpotensi berharga, jarang dieksplorasi, terutama di bidang kedokteran gigi. *S. hermanii* termasuk dalam filum Echinodermata dalam kelas Holothuroidea. *S. hermanii* adalah senyawa alami dan mengandung banyak komponen aktif, seperti *hyalunoric acid*, chondroitin sulfate, faktor pertumbuhan sel, *Eicosapentaenoic*

Acid (EPA), *Docosahexaenoic Acid* (DHA), dan flavonoid yang berpotensi mengurangi kejadian relaps ortodonti.⁵ Dalam suatu penelitian yang dilakukan oleh Prameswari et al. juga menunjukkan bahwa pemberian *S. hermanii* berperan dalam osteogenesis dengan meningkatkan ekspresi *alkaline phosphatase* (ALP), *Bone Morphogenetic Proteins* (BMP-2), kolagen tipe I yang berperan dalam osteogenesis, serta penelitian lain oleh Prameswari et al juga menunjukkan adanya pengaruh pemberian *S. hermanii* pada remodeling periodontal dengan meningkatkan *Fibroblast Growth Factor-2* (FGF-2) yang dibutuhkan untuk remodeling periodontal.^{4,5,8}

Berdasarkan penelusuran jurnal penelitian maupun publikasi, ditemukan beberapa penelitian mengenai pengaruh kandungan dalam *Stichopus Hermanii* yang dapat membantu dalam mencegah maupun menghambat terjadinya relaps ortodonti. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk mengetahui tentang peran teripang emas (*Stichopus hermanii*) dalam mencegah relaps ortodonti melalui kajian literatur.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka penulis mengambil rumusan permasalahan yaitu :

Bagaimana Peran Teripang Emas (*Stichopus Hermanii*) Dalam Mencegah Relaps Ortodonti?

1.3. Tujuan Penulisan

Berdasarkan rumusan masalah tersebut tujuan penulisan ini yaitu:

1. Mengetahui Peran Teripang Emas (*Stichopus Hermanii*) Dalam Mencegah Relaps Ortodonti.
2. Mendapatkan stabilitas jangka panjang pada perawatan ortodonti.

1.4. Manfaat Penulisan

a. Manfaat Ilmiah

Menjadi acuan dalam menambah wawasan dan pengetahuan tentang peran teripang emas (*Stichopus hermannii*) dalam mencegah relaps ortodonti.

b. Manfaat Aplikatif

Menjadi acuan dalam perawatan pasien untuk pemberian *Stichopus hermannii* pada perawatan ortodonti.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Stichopus hermanii* (Teripang emas)

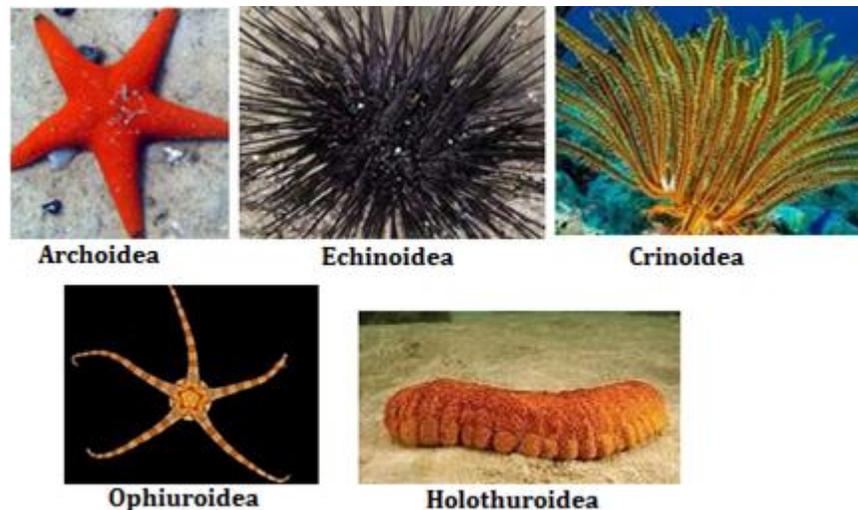
2.1.1. Definisi *Stichopus hermanii*

Teripang adalah hewan laut bertubuh lunak yang memanjang seperti mentimun. Berbagai jenis teripang dapat ditemukan di perairan Indonesia. Indonesia bahkan merupakan negara dengan potensi teripang terbesar di dunia. Produksi teripang di Indonesia pada tahun 1994 sekitar 1.318.000 kg. Data terbaru menunjukkan produksi teripang selama tahun 2004 mencapai 42 ton.^{9,10}

Holothuridea atau yang lebih dikenal dengan teripang merupakan salah satu spesies Echinodermata. Echinodermata memiliki lima kelas, yaitu kelas Asteroide (bintang laut), kelas Ophiuroidea (bintang laut), kelas Echinoid (bulu babi), kelas Crinoidea (bunga lili laut), dan kelas Holothuridea (teripang). Holothuridae atau teripang memiliki tiga famili, yaitu Holothuridae (genus *Actinopyga* dan *Holothuria*), Stichopodidae (genus *Stichopus*), dan Synaptidae (genus *Synapta*).⁹

Stichopus hermanii adalah spesies teripang yang tergolong invertebrata laut dari filum Echinodermata (Gambar 1). Morfologi spesies ini adalah tubuh memanjang, silindris dan lunak. Kebanyakan teripang bersifat nokturnal/aktif pada malam hari dan tidak aktif atau bersembunyi pada siang hari. Hal ini menyebabkan nelayan mencari hasil tangkapan teripang pada malam hari, karena tangkapan pada siang hari terbukti kurang memberikan hasil. *Stichopus hermanii*, yang secara lokal dikenal di Indonesia sebagai teripang emas, diklasifikasikan sebagai spesies pengumpan deposit dan hidup menetap yang habitat aslinya adalah permukaan keras atau batu, sering memakan mangsa di dasar laut dengan tentakelnya. *Stichopus hermanii* terutama memakan

organisme kecil, detritus (bahan organik yang terurai), diatom, protozoa, nematoda, ganggang berfilamen, copepoda, ostracoda dan rumput laut. Juga termasuk dalam makanan spesies ini adalah radiolaria, foraminifera, partikel serpihan pasir/karang, dan cangkang berbagai hewan laut.¹¹



Gambar 2. 1 Klasifikasi Echinodermata

2.1.2. Kandungan *Stichopus hermanii*

Stichopus hermanii mengandung bahan aktif seperti protein 86% (80% kolagen), glikosaminoglikan (GAG) termasuk asam hialuronat, kondroitin sulfat, heparan sulfat, *glycine*, *cell growth factor*, *eicosapentaenoic acid* (EPA), *docosahexaenoic acid* (DHA), triterpen glikosida (saponin), flavonoid. *Stichopus hermanii* bebas kolesterol dan tinggi protein serta mengandung 10-16% mukopolisakarida dan saponin. *Stichopus hermanii* mengandung nutrisi seperti Vitamin A, Vitamin B1 (tiamin), Vitamin B2 (riboflavin), Vitamin B3 (niasin), mineral terutama kalsium, magnesium, besi, *zinc*, serta omega-3, 6, dan 9.^{5,12-14}

a. Flavonoid

Flavonoid merupakan senyawa polifenol yang banyak terdapat pada kingdom tumbuhan. Flavonoid memiliki struktur umum kerangka 15-

karbon terdiri dari dua cincin benzena (A dan B) yang dihubungkan oleh cincin heterosiklik yang mengandung oksigen (C). Mayoritas flavonoid umumnya tetap terkonjugasi dengan gula sebagai glikosida. Flavonoid dapat ditemukan dalam makanan manusia dalam buah-buahan, sayuran, kacang-kacangan, teh, cokelat hitam, dll. Beberapa flavonoid yang terkenal adalah quercetin, kaempferol dan anthocyanidins. Flavonoid dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelas utama termasuk bioflavonoid, isoflavonoid, dan neoflavonoid.^{15,16}

Flavonoid memiliki sifat anti-inflamasi melalui mekanisme yang berbeda seperti penghambatan enzim pengatur dan faktor transkripsi yang memiliki peran penting dalam pengendalian mediator yang terlibat dalam peradangan. Flavonoid juga merupakan antioksidan kuat yang mampu menangkap radikal bebas dan menurunkan pembentukannya. Akibatnya, flavonoid memiliki dampak mendalam pada beberapa sel imun dan mekanisme imun yang penting dalam proses inflamasi.¹⁵

b. Glikosaminoglikan

Glikosaminoglikan (GAG) adalah polisakarida kompleks dengan peran penting dalam pertumbuhan sel, diferensiasi, morfogenesis, migrasi sel dan infeksi bakteri/virus. GAG utama pada vertebrata meliputi heparin/heparan sulfat, kondroitin sulfat/dermatan sulfat dan asam hialuronat. Rantai GAG ini terdiri dari unit gula amino, baik *N-acetyl-D-glucosamine* atau *N-acetyl-D-galactosamine* dan *hexuronic acid*, baik *glucuronic acid* atau *iduronic acid*. Diketahui bahwa GAG ini dapat ditemukan di berbagai invertebrata serta vertebrata tetapi GAG tidak pernah dilaporkan ada pada tanaman.¹⁷

- Kondroitin Sulfat

Kondroitin sulfat adalah heteropolisakarida rantai panjang tidak bercabang yang disebut glikosaminoglikan. Kondroitin sulfat adalah komponen utama dari matriks ekstraseluler yang berperan dalam

menjaga integritas struktural jaringan. Kondroitin sulfat merupakan polisakarida anionik yang terdiri dari struktur unit disakarida, *N-Acetylgalactosamine 4-* atau *6- sulphate* dan *D-gluconic acid*.¹⁸ Kondroitin sulfat adalah representatif sulfat GAG yang tersebar luas pada permukaan sel dan dalam matriks ekstra/periselular dalam bentuk proteoglikan. Kondroitin sulfat proteoglikan terlibat tidak hanya dalam beragam peristiwa fisiologis seperti sitokinesis, morfogenesis, dan plastisitas neuron, tetapi juga dalam proses patologis termasuk gangguan tulang, pembentukan *glial scar* setelah cedera otak, dan infeksi virus dan bakteri.¹⁹

- **Heparan Sulfat**

Heparan sulfat adalah salah satu glikosaminoglikan dan heteropolisakarida yang ditemukan pada membran sel dan matriks ekstraseluler sebagai bagian dari heparan sulfat proteoglikan. Heparan sulfat terdiri dari pengulangan 1-4 unit disakarida, di mana satu monosakarida adalah residu α -*D-glucosamine* dan yang lainnya adalah *uronic acid* (dalam bentuk garam—*uronate*).²⁰ Selain terdapat pada membran sel dan matriks, heparan sulfat proteoglikan terdapat dalam jaringan dan darah sebagai molekul yang terlarut. Heparan sulfat proteoglikan diketahui mengatur berbagai fungsi seluler terutama dengan berfungsi sebagai *co-receptors* untuk faktor pertumbuhan, kemokin, dan protein pengatur lain yang mengontrol peradangan, penyembuhan luka, dan tumorigenesis.²¹

2.1.3. Manfaat *Stichopus hermanii*

Teripang mendapat banyak perhatian oleh banyak peneliti dan ahli gizi dikarenakan nilai gizinya, potensinya dalam bidang kesehatan, dan penggunaannya dalam pengobatan penyakit. Teripang emas (*Stichopus*

hermanii) sendiri memiliki sangat banyak manfaat bukan hanya dalam bidang kesehatan tetapi juga di bidang lainnya. Teripang emas biasanya digunakan dalam bentuk bubuk, apalagi dibuat menjadi losion atau salep oles. Kadang-kadang dicampur ke dalam clay dan dioleskan sebagai masker wajah, atau dimasukkan ke dalam teh dan dikonsumsi untuk keluhan perut. Beberapa orang percaya bahwa larutan teripang dapat menyembuhkan luka, lecet, dan infeksi kulit, serta memiliki efek menguntungkan pada sistem kekebalan tubuh, sehingga teripang dapat dianggap memiliki banyak *growth factor*.^{22,23}

Stichopus hermanii sendiri memiliki sangat banyak manfaat lain di bidang kesehatan, salah satunya dalam hal penyembuhan luka. Dalam suatu penelitian menunjukkan bahwa *Stichopus hermanii* memodulasi respon inflamasi, merangsang aktivasi dan proliferasi fibroblas dan meningkatkan produksi cepat jaringan serat kolagen dengan waktu penyembuhan yang lebih singkat. Tingkat sitokin proinflamasi; IL-1 α , IL-1 β , dan IL-6, berkurang secara signifikan pada luka yang dirawat dengan *Stichopus hermanii* dan merangsang regenerasi jaringan. Banyak penelitian sebelumnya juga yang mendukung hal ini dengan menunjukkan bahwa glikosaminoglikan (GAG) sulfat, seperti kondroitin sulfat dan heparan sulfat yang merupakan kandungan dalam *Stichopus hermanii*, memiliki efek positif pada proses penyembuhan luka. Tidak hanya itu, dalam suatu penelitian yang dilakukan pada tikus Wistar menunjukkan bahwa ekstrak air *Stichopus hermanii* dapat meningkatkan jumlah sel fibroblas dengan konsentrasi optimal ekstrak air *Stichopus hermanii* sebanyak 40% pada ulkus traumatikus, dimana diketahui bahwa fibroblas memiliki peran penting dalam proses penyembuhan luka. Pada penelitian yang dilakukan oleh Ira et al menunjukkan bahwa ekstrak dari *Stichopus hermanii* terbukti dapat meningkatkan limfosit yang dimana limfosit ini yang dalam prosesnya akan berperan dalam proliferasi fibroblas.^{10,12}

Ekstrak *Stichopus hermanii* diketahui memiliki sifat antijamur yang mengandung saponin, alkaloid, dan triterpen yang berperan sebagai agen antijamur. Pada suatu penelitian laboratorium yang menggunakan ekstrak etanol *Stichopus hermanii*, ditemukan bahwa fraksi aktif ekstrak etanolik mampu mengontrol pembentukan biofilm *Candida* spp. dan terlebih lagi ekstraknya mampu membunuh *C. albicans*. Pada penelitian yang dilakukan oleh Syamsulina et al. menunjukkan bahwa ekstrak etanol dari *Stichopus hermanii* berpotensi sebagai pengobatan kandidiasis oral dengan menurunkan ekspresi antibodi anti *C. albicans* dan meningkatkan ekspresi TNF- α secara signifikan pada epitel lidah tikus yang diinokulasi *C. albicans*.²⁴

Stichopus hermanii terbukti bermanfaat dalam mencegah resorpsi tulang alveolar setelah ekstraksi gigi. Dalam penelitian Rima et al. yang meneliti tentang terapi kombinasi *S. hermanii* dan *Anadara granosa*. Mereka menyatakan bahwa kombinasi *Hydroxyapatite-tricalcium phosphate* (HA-TCP) dari *Anadara granosa* dan asam hialuronat dari *S. hermanii* efektif mempercepat pembentukan *woven bone* setelah 14 hari setelah pencabutan gigi. Adanya kandungan asam hialuronat dalam *S. hermanii* berperan dalam osteokonduktivitas; dalam hal ini dapat mempercepat regenerasi tulang melalui kemotaksis, proliferasi, dan diferensiasi sel mesenkim. Asam hialuronat, bersama dengan zat osteogenik dalam teripang, dapat membentuk karakteristik pemicu tulang dan berperan dalam mencegah resorpsi tulang alveolar setelah ekstraksi gigi.^{9,25}

2.2. Orthodontic Tooth Movement

Orthodontic Tooth Movement (OTM) adalah proses yang menggabungkan adaptasi fisiologis tulang alveolar terhadap tekanan mekanis dengan cedera reversibel minor pada periodonsium. OTM yang melibatkan penggunaan peralatan ortodonti ditandai dengan perubahan remodeling tulang alveolar dan reaksi

periodontal ligament (PDL) terhadap rangsangan mekanis. Dalam kondisi normal/sehat, gerakan tersebut dilakukan oleh remodeling tulang yang sangat terkoordinasi dan efisien, yang memerlukan penggabungan pembentukan tulang setelah resorpsi tulang. Seperti pada teori tekanan-tarikan yang menjelaskan mengenai mekanisme OTM, teori ini mengusulkan bahwa di bawah gaya ortodonti, periodonsium dapat dibagi menjadi sisi tekanan dan sisi tarikan di sekitar gigi yang diberi gaya ortodonti, dengan osteoklastogenesis di sisi tekanan dan osteogenesis di sisi tarikan. Teori tekanan-tarikan klasik mengusulkan sinyal kimia dan bukan elektrik sebagai stimulus untuk diferensiasi seluler dan juga pergerakan gigi. Teori ini menyatakan bahwa, dalam beberapa detik setelah *force loading*, gigi bergeser posisinya di dalam ruang PDL, menghasilkan tekanan pada PDL di beberapa area dan tarikan pada PDL di area lain. Respon awal pada daerah tekanan merupakan salah satu respon inflamasi PDL. Ketika inflamasi terjadi, banyak sel yang diproduksi, termasuk: sitokin, sel T, sel B, dan *matrix metalloproteinases* (MMPs). Reaksi jaringan juga dimulai segera setelah penerapan gaya pada PDL di sisi tekanan dan tarikan. Ekstravasasi dan *chemoattraction* dari banyak sel inflamasi dimulai, dan diikuti oleh proses kompleks rekrutmen progenitor osteoklas dan osteoblas. Lebih jelasnya akan terjadi pengurangan aliran darah di sisi tekanan, sedangkan aliran darah di sisi tarikan akan mengalami peningkatan atau dapat juga sama dengan sisi tekanan. Jika *loading force* dipertahankan, perubahan aliran darah dengan cepat (dalam hitungan menit) mengubah tekanan oksigen (tingkat O₂:CO₂) dan lingkungan kimia dengan melepaskan zat aktif biologis seperti prostaglandin dan sitokin (misalnya Interleukin (IL)-1 β). Mediator kimia ini secara berbeda mempengaruhi aktivitas seluler di area tekanan maupun tarikan di dalam PDL.^{12,26,27}

Ketika kekuatan ortodonti diterapkan pada gigi, tekanan yang dihasilkan akan menginduksi sel fibroblas, osteoklas dan osteoblas pada PDL sebagai respons terhadap tekanan mekanis. OTM diperantarai oleh mekanisme *coupling* antara

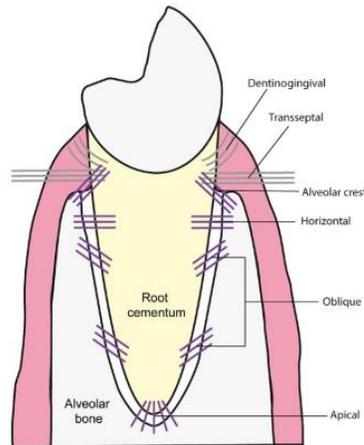
proses resorpsi dan aposisi pada daerah tekanan dan tarikan PDL dan tulang alveolar. PDL meningkatkan pelebaran dan menginduksi remodeling tulang sehingga terjadi OTM. Perubahan ekstraseluler dan cairan sulkus gingiva sebagai respon ortodonti biomarker terjadi. Kolagen menjadi jaringan terpenting dalam remodeling ligamen periodontal. Ligamen itu sendiri mengalami remodeling dan peran MMPs dengan inhibitor alaminya, *tissue inhibitors of metalloproteinases* (TIMPs), jelas penting. Selama proses terjadinya OTM, remodeling ligamen periodontal terus terjadi diikuti dengan remodeling tulang. Beberapa enzim seperti alkaline phosphatase (ALP) untuk menginduksi sel osteoblas, dan *growth factor* seperti *fibroblast growth factor-2* (FGF-2) untuk meningkatkan proliferasi fibroblas, dan *bone morphogenetic protein-2* (BMP-2) sebagai penanda osteoblas dewasa hadir. Osteoblas berperan langsung dalam pembentukan tulang, terutama dalam pembentukan matriks tulang, yang melibatkan protein non-kolagen dan *growth factor*.¹²

Di daerah tekanan, PDL menunjukkan disorganisasi dan penurunan produksi serat ligamen dan kontraksi vaskular. Pada daerah tarikan, stimulasi yang dihasilkan oleh peregangan berkas serat PDL menghasilkan peningkatan produksi serat. Osteoklas muncul di daerah tekanan dan osteoblas di daerah tarikan.¹²

2.3. Sistem Transseptal Fibers

Fungsi utama ligamen periodontal adalah sebagai penahan yang disediakan oleh serat kolagen. Ligamen periodontal diklasifikasikan menjadi dua kelompok yaitu *principal fibers* and *secondary fibers*. Berdasarkan kumpulan *principal fibers*, ligamen periodontal dapat dibagi menjadi ligamen dentinogingiva, transseptal dan alveolodental (Gambar 2). Dentinogingiva fiber memanjang dalam arah oblique-koronal dari sementum ke gingiva interproksimal; transseptal fiber memanjang dari sementum satu gigi dan melintasi puncak alveolar ke sementum gigi yang berdekatan; dan ligamen alveolodental mewakili sebagian besar ligamen

periodontal dan terdiri dari *alveolar crest fibers*, *horizontal fibers*, *oblique fibers*, *apical fibers* dan (dalam kasus gigi *multirooted*) *interradicular fibers*.^{28,29}



Gambar 2. 2 Gambaran skematis dari principal fibers ligamen periodontal

Transseptal fibers bertindak sebagai bagian dari *principal fibers* dari sistem ligamen periodontal. *Transseptal fibers* terletak di daerah interproksimal membentuk berkas horizontal tepat di apikal *junctional epithelium*, di atas *alveolar crest* yang memanjang di antara sementum gigi yang berdekatan tempat *transseptal fibers* tersebut tertanam. *Transseptal fibers* bertanggung jawab atas integritas struktural jaringan gingiva. *Transseptal fibers* membentuk ligamen padat di antara gigi dan membentuk struktur seperti rantai di antara semua gigi. Jika kontinuitas rantai terganggu, gaya yang bekerja pada kedua sisi menjadi tidak seimbang, dan perpindahan gigi dapat terjadi. *Transseptal fibers* mempertahankan kontak mesiodistal gigi pada lengkung rahang, karena *fibers* tersebut tertanam dengan kuat di sementum gigi yang berdekatan. *Transseptal fibers* penting dalam mempertahankan gigi pada posisinya di lengkung rahang. *Transseptal fibers* tidak mengandung jaringan elastis, *transseptal fibers* terutama terbuat dari kolagen.²⁸

Transseptal fibers mengalami remodeling terus menerus, dan terlihat jelas bahkan setelah destruksi periodontal. Remodeling *transseptal fibers* disebabkan oleh aktivitas fibroblas yang terus menerus dalam pembentukan dan remodeling kolagen. Proses remodeling *transseptal fibers* yang lambat selama dan setelah OTM cenderung menarik gigi ke posisi semula. Remodeling dinamis dengan proliferasi fibroblas terjadi selama pergerakan gigi dan penataan ulang yang lambat selama periode retensi. Fibroblas yang berproliferasi mengubah model *transseptal fibers* melalui sintesis dan degradasi serat kolagen.²⁸

2.4. Relaps Ortodonti

2.4.1. Definisi Relaps Ortodonti

Menurut Moyers relaps dapat didefinisikan sebagai “kehilangan koreksi yang dicapai dengan perawatan ortodonti”.³⁰ Relaps adalah kecenderungan gigi untuk kembali ke posisi sebelum perawatan, dimana susunan gigi yang dikoreksi bergeser ke posisi awal.^{31,32} Kembalinya maloklusi awal tidak selalu terjadi, dan relaps dapat dianggap sebagai perubahan posisi gigi yang tidak menguntungkan setelah perawatan ortodonti yang jauh dari maloklusi yang dikoreksi.⁶ Perubahan ini mungkin juga merupakan hasil dari efek yang berkaitan dengan usia. Relaps ortodonti setelah perawatan ortodonti telah menjadi masalah klinis utama bagi dokter gigi dan pasien ortodonti. Relaps juga diakui sebagai masalah klinis ortodonti yang menantang. Prevalensi relaps pasca perawatan ortodonti secara umum cukup tinggi, sebuah penelitian melaporkan tingkat kekambuhan pasca perawatan ortodonti sekitar 70 sampai 90% dan relaps lebih besar pada lengkung bawah (37%) dibandingkan dengan lengkung atas (33%).^{3,33} Pada tahun 1960, Reidel menyimpulkan kesimpulan tentang kekambuhan:

1. Gigi yang telah berpindah dari posisi awal sering memiliki kecenderungan untuk kembali ke posisi semula.

2. Bentuk lengkung, terutama pada lengkung mandibula, tidak dapat diubah secara permanen melalui terapi alat ortodonti.
3. Tulang dan jaringan yang berdekatan harus diberi waktu untuk direorganisasi di sekitar gigi yang baru diposisikan.³³

Selama relaps, sisi tarikan pada OTM menjadi sisi tekanan, dan diferensiasi osteoklas meningkat, menyebabkan resorpsi tulang. Sebaliknya, sisi tekanan sebelumnya bergeser menjadi sisi tarikan, merangsang diferensiasi osteoblas, memulai pembentukan tulang baru.⁶

Salah satu cara untuk mencegah relaps adalah dengan retensi. Retensi adalah mempertahankan pergerakan gigi baru pada posisi ini cukup lama untuk menstabilkan koreksi.³⁴ Namun, dalam beberapa kasus, gigi mulai kembali ke posisi semula bahkan setelah retensi ortodonti. Kekuatan relaps dihasilkan selama OTM dan disimpan dalam sistem *transseptal fibers* dan periodontal. Setelah alat ortodonti dilepas, gaya relaps dilepaskan, dan gigi mulai bergerak kembali ke posisi semula. Memang ada lebih dari 19% tingkat relaps bahkan dengan penggunaan retainer yang efektif setelah perawatan ortodonti dalam 3 tahun.³⁵

2.4.2. Etiologi Relaps Ortodonti

Relaps setelah perawatan ortodonti dapat disebabkan oleh beberapa faktor yang meliputi faktor skeletal, penyakit sistemik, dental, dan juga bedah.³⁰

a. Skeletal

Pertumbuhan mandibula yang terlambat dapat menyebabkan peningkatan tekanan di bagian depan mulut. Biasanya, mandibula tumbuh dan bergeser ke depan dengan kecepatan yang lebih cepat daripada maksila (diukur pada bidang oklusal) dan tulang basal bawah lebih cepat daripada tulang alveolar. Kompensasi gigi dalam hal ini dengan adanya kecenderungan gigi insisivus mandibula untuk bergerak ke lingual. Jika gigi

insisivus mandibula tidak bebas untuk bergerak maju karena pengaruh penahan dari lengkung rahang atas, kemungkinan besar gigi insisivus tersebut akan menjadi retroklinasi dan dapat menjadi faktor penyebab terjadinya crowding di regio anterior bawah. Namun, tidak ada hubungan langsung antara peningkatan crowding dan perubahan inklinasi atau posisi gigi insisivus yang telah dibuktikan. Dalam sebuah penelitian yang memeriksa 25 pasang kembar antara usia 12 dan 15 tahun dan 23 dan 26 tahun. Dia tidak menemukan hubungan antara pertumbuhan anterior gnathion dan peningkatan crowding, atau antara perubahan inklinasi gigi insisivus bawah dan peningkatan crowding.³⁰

b. Penyakit Sistemik

Penyakit sistemik yang dapat mempengaruhi pergantian tulang akan menyebabkan relaps yang merugikan. Penyakit umum yang mempengaruhi pergantian tulang adalah hiperparatiroidisme dan gangguan hipofisis seperti akromegali. Sementara pada hiperparatiroidisme lamina dura mungkin tidak terpengaruh secara langsung, tulang rahang menunjukkan pembentukan dan resorpsi tulang di mana tulang diganti dengan *multinucleated giant cells* di 'Brown nodes'. Pada akromegali, kondilus mandibula akan meningkatkan pertumbuhan dan pemanjangan mandibula, sehingga menyebabkan relaps pada hasil perawatan.³⁰

c. Dental

- Dimensi Insisivus Mandibula/Struktur Gigi

Crowding sedikit lebih sering terjadi pada orang yang giginya memiliki dimensi mesiodistal yang besar dibandingkan dengan gigi yang lebih kecil. Meskipun kecil namun secara statistik signifikan berkorelasi antara crowding dan lebar gigi. Namun terdapat juga yang menemukan korelasi yang tidak signifikan antara variabel-variabel ini.

Tidak ada hubungan langsung antara peningkatan crowding lengkung bawah dan struktur gigi.³⁰

- Faktor Oklusal

Periodonsium gigi adalah sistem peredam hidrodinamik yang efektif dan dirancang dengan baik untuk menahan gaya oklusal. Gigi dapat melakukan reposisi sendiri sebagai respons terhadap gaya oklusal, gigi akan membuat koreksi kecil untuk diri mereka sendiri. Hal ini terjadi tepat setelah perawatan ortodonti selesai, ketika gigi *hypermobile* dan periodonsium sedang reorganisasi. Perubahan oklusi fungsional dapat menghasilkan pola gaya pengunyahan yang berbeda atau oklusi dengan kontak prematur. Oleh karena itu pentingnya perawatan pasca oklusi fungsional dan stabil berulang kali ditekankan dalam literatur. Namun memang tidak dapat dipungkiri bahwa gangguan oklusal yang besar, perpindahan kontak gigi dan pembebanan gigi yang abnormal dapat mempengaruhi gigi yang terkena untuk mobilitas yang dapat menyebabkan relaps.^{6,30}

- Pengaruh Unsur-unsur Maloklusi Awal

Penyebab paling mendasar terjadinya relaps adalah masih adanya unsur-unsur maloklusi asal atau etiologinya. Jika etiologi yang mendasari tidak dihilangkan, maka relaps tentu saja akan terjadi. Wajib halnya bagi semua dokter untuk mendiagnosis kasus dengan benar, dan merencanakan perawatan dan retensi, dengan mengingat etiologi. Penghapusan faktor etiologi sebelum *finishing* adalah wajib. Ketika gigi disejajarkan dengan perawatan ortodonti, ada kecenderungan yang terdokumentasi untuk kembali ke pola semula dari maloklusi.³⁰

- Perubahan Bentuk Lengkung

Studi longitudinal tentang dimensi lengkung gigi pada subjek yang tidak dirawat telah menunjukkan bahwa ada peningkatan lebar

interkaninus dan intermolar sampai erupsi lengkap gigi permanen yang diikuti dengan penurunan lebar gigi, lebih banyak pada interkaninus daripada lebar intermolar. Pengurangan lebar gigi berlanjut selama beberapa dekade bahkan hingga dekade kedelapan kehidupan. Oleh karena itu, setiap ekspansi gigi ortodonti di luar status pra-perawatan asli akan meningkatkan potensi relaps pasca perawatan dan karenanya membenarkan kebutuhan retensi seumur hidup. Ekspansi tulang maksila umumnya dilakukan sebagai bagian dari rencana perawatan ortodonti terutama untuk mengatasi lebar maksila yang tidak mencukupi dan menghasilkan diskrepansi transversal antara maksila dan mandibula. Ada kecenderungan saat ini perencanaan perawatan di sekitar perluasan lengkung maksila (bahkan ketika tidak ada diskrepansi transversal) dengan tujuan merawat maloklusi 'non-ekstraksi' atau, setidaknya, tanpa pencabutan gigi premolar. Seperti ekspansi apapun (terutama di daerah interkaninus) lengkung mandibula pada dasarnya tidak stabil, lengkung mandibula dianggap sebagai panduan terbaik untuk mengukur keberhasilan ekspansi. Ekspansi lengkung maksila, terutama bila tidak ada *crossbite* bukal akan membutuhkan lengkung mandibula untuk diperluas, yang secara inheren merupakan prosedur yang tidak stabil. Meskipun ada kekurangan bukti kuat mengenai stabilitas jangka panjang dari ekspansi maksila, kita harus memperhatikan batas-batas gigi saat melakukan ekspansi di kedua lengkung rahang. Ekspansi yang dilakukan di lengkung maksila hanya boleh menghasilkan ekspansi minimal di lengkung mandibula untuk memberikan pasien peluang terbaik untuk stabilitas jangka panjang.⁶

Secara umum disepakati bahwa bentuk dan lebar lengkung harus dipertahankan selama perawatan ortodonti. Dalam kasus tertentu, ekspansi lengkung sebagai tujuan perawatan dapat ditoleransi. Ada

bukti yang menunjukkan bahwa lebar interkaninus dan intermolar menurun selama periode pascaretensi, terutama jika melebar selama perawatan. Untuk alasan ini, pemeliharaan bentuk lengkung daripada pengembangan lengkung umumnya direkomendasikan. Hasil dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa meskipun terdapat variabilitas individu yang cukup besar, bentuk lengkung cenderung kembali ke bentuk sebelum perawatan. Disimpulkan bahwa bentuk lengkung pasien sebelum perawatan tampaknya menjadi panduan terbaik untuk stabilitas masa depan.³⁰

- Jaringan Periodontal dan Gingiva

Ketika gigi berpindah, jaringan di ligamen periodontal dan gingiva mengalami remodeling ke posisi gigi yang baru. Sampai jaringan ini telah selesai mengalami remodeling ke posisi gigi yang baru, jaringan ini memiliki kecenderungan untuk menggerakkan gigi kembali ke posisi semula. Serat yang membutuhkan waktu paling lama untuk remodel adalah serat elastis di sekitar servikal gigi, serat dento-gingiva dan interdental, yang membutuhkan waktu 8 bulan atau lebih untuk remodel. Oleh karena itu, gigi perlu dipertahankan pada posisinya cukup lama untuk serat ini menyesuaikan.⁶

- Tekanan jaringan lunak dan batas gigi geligi

Struktur dentoalveolar responsif terhadap tekanan jaringan lunak dan beradaptasi dengan posisi keseimbangan antara otot-otot bibir, pipi dan lidah. Oleh karena itu, jika memungkinkan untuk memposisikan gigi dalam area keseimbangan jaringan lunak antara lidah pada lingual dan bibir dan pipi pada aspek labial. Ini adalah area keseimbangan yang secara prostodontik disebut sebagai zona netral. Meskipun kekuatan dari lidah lebih kuat, aktivitas periodonsium yang sehat akan menahan proklinasi gigi. Semakin jauh gigi dipindahkan keluar dari zona 'netral'

ini, semakin tidak stabil kemungkinannya. Hal ini terutama berlaku untuk segmen labial bawah dan jika insisivus proklinasi atau retroklinasi secara berlebihan, relaps lebih mungkin terjadi. Juga diyakini bahwa perubahan signifikan dalam bentuk lengkung, khususnya lebar interkaninus bawah, membuat relaps karena tekanan jaringan lunak lebih mungkin terjadi. Tentu saja ada situasi di mana perlu untuk mengubah posisi gigi seri bawah atau lebar interkaninus, misalnya, untuk meningkatkan estetika, tetapi, dalam kasus ini, dokter perlu merencanakan strategi retensi yang tepat untuk menahan potensi kekambuhan yang meningkat. Frankel dan Loffler menunjukkan bahwa pengurangan panjang lengkung mandibula yang ditemukan pada kelompok kontrol yang tidak dirawat dicegah pada subjek yang dirawat dengan *functional regulator* (FR). Mereka mengklaim bahwa pelindung vestibular dari *functional regulator* mempengaruhi perkembangan saggital dari lengkung gigi mandibula dengan menghilangkan *restraining forces* dari lingkungan otot eksternal.^{6,30}

- Perubahan Jaringan Ikat

Engel et al. menyatakan bahwa tulang dan membran periodontal secara biologis labil dalam menanggapi perubahan hormonal. Laskin dkk. menyatakan bahwa perubahan hormonal selama masa remaja atau kehamilan dapat menyebabkan peningkatan plastisitas tulang. Pengeroposan tulang akibat penuaan atau penyakit periodontal memungkinkan gigi bergerak di bawah tekanan yang sebelumnya dapat ditahan. Faktor-faktor ini lebih mungkin menjadi penyebab *crowding* yang berkembang di kemudian hari daripada faktor-faktor lain yang dapat meningkatkan *crowding* selama masa remaja.³⁰

- Pengaruh Faktor Lingkungan dan Neuromuskulatur

Strang berteori bahwa lebar lengkung interkaninus dan intermolar mandibula merupakan indikator akurat dari keseimbangan otot individu dan menentukan batas ekspansi lengkung selama perawatan. Reitan mengklaim bahwa gigi yang miring ke arah labial atau lingual selama perawatan lebih mungkin untuk relaps.³⁰

- Molar Ketiga:

Pencabutan gigi molar ketiga rahang bawah untuk mencegah gigi berjejal pada gigi insisivus bawah tetap menjadi topik kontroversial dan praktik umum dalam kedokteran gigi. Dari perspektif ortodonti, gigi molar ketiga pada dasarnya tidak ada hubungannya dengan gigi insisivud bawah yang berjejal. Berbagai penelitian telah menyelidiki pengaruh molar ketiga pada crowding dan menilai efeknya pada garis tengah gigi bawah, crowding anterior dan kasus-kasus agenesis molar ketiga bilateral dan unilateral. Hasilnya hanya menemukan sedikit (signifikansi klinis yang dapat diabaikan) atau tidak berpengaruh dengan standar deviasi yang besar. Standar deviasi yang besar menunjukkan bahwa, dalam beberapa kasus, crowding lebih besar pada pasien tanpa gigi molar ketiga. Crowding pada gigi insisivus bersifat multifaktorial dan faktor selain molar ketiga memainkan peran penting. Pencabutan gigi molar ketiga atas dasar satu-satunya untuk mencegah gigi seri bawah berjejal tidak berdasar dan tidak berdasarkan bukti.⁶

d. Bedah

Relaps setelah bedah ortognatik untuk koreksi displasia skeletal dapat dikaitkan dengan beberapa faktor. Hasil dari bedah ortognatik akan stabil hanya jika pergerakan tulang berada dalam batas-batas adaptasi neuromuskular. Oklusi yang stabil dan fungsional wajib untuk keberhasilan bedah ortognatik. Perawatan ortodonti pra-bedah diikuti oleh fase ortodonti pasca bedah wajib untuk mencapai oklusi yang baik.³⁰

Selain faktor-faktor diatas, relaps juga dapat terjadi sebagai proses fisiologis. Adanya potensi pertumbuhan wajah atau perubahan terkait usia yang terjadi sepanjang hidup termasuk perubahan kecil dalam hubungan antara mandibula dan maksila, dan perubahan tekanan jaringan lunak pada gigi, hal ini dapat menjelaskan terkait terjadinya relaps. Gigi berada dalam lingkungan biologis yang terus berubah, sehingga tidak mengherankan bahwa ada potensi perubahan yang terjadi pada keselarasan gigi dan hubungan oklusal sepanjang hidup. Perubahan dalam keselarasan dan hubungan oklusal mungkin harus dianggap sebagai perubahan usia yang normal.⁶

2.5. Peran Kandungan Dalam *S. hermanii* Pada Osteogenesis dan Remodeling Ligamen Periodontal

Ligamen periodontal dan tulang alveolar adalah dua jaringan penting dalam memahami OTM. OTM dimediasi oleh penggabungan resorpsi tulang pada sisi tekanan ligamen periodontal dan pembentukan tulang pada sisi tarikan, dan respon imun yang dimediasi oleh jaringan periodontal di bawah kekuatan mekanik dapat menginduksi aktivasi sel-T sehingga menghasilkan reaksi inflamasi dengan konsekuensi resorpsi tulang. Selain itu, selama OTM juga ligamen periodontal mengalami remodeling seiring dengan aktivitas osteoklas dan osteoblas tulang alveolar.³⁶⁻³⁸

Beberapa kandungan dalam *S. hermanii* seperti flavonoid dan kondroitin sulfat memiliki pengaruh dalam osteogenesis. Hal ini didukung dengan penelitian yang dilakukan Prameswari et al yang menunjukkan bahwa pemberian *nanopowder S. hermanii* dapat meningkatkan osteogenesis pada sisi tarikan *orthodontic tooth movement* yang ditandai dengan adanya penurunan HSP-70 (*heat shock proteins 70*) yang dapat mengurangi efek cedera pada sel dan toleransinya terhadap tekanan mekanik, serta ditandai dengan adanya peningkatan ALP (*alkaline phosphatase*) yang menghidrolisis *pyrophosphate* untuk

menghasilkan fosfat, yang bereaksi dengan kalsium untuk membentuk hidroksiapatit dan meningkatkan mineralisasi, dan memainkan peran penting dalam pembentukan tulang. Peran *S. hermanii* dalam osteogenesis juga didukung dengan adanya penelitian lain oleh Prameswari et al yang menunjukkan pemberian *S. hermanii* 3% dapat meningkatkan ekspresi BMP-2 (*Bone Morphogenetic Proteins*) dan Kolagen tipe I yang memiliki peran dalam osteogenesis, dimana BMP-2 dapat merangsang diferensiasi sel mesenkim menjadi osteoblas dan kondrosit serta kolagen tipe I yang berfungsi untuk memodulasi pembentukan matriks tulang pada osteogenesis.^{4,8}

Kandungan dalam *S. hermanii* terbukti tidak hanya berpengaruh dalam osteogenesis melainkan juga berperan dalam terjadinya remodeling ligamen periodontal. Pada penelitian yang dilakukan oleh Prameswari et al menunjukkan bahwa kandungan dalam *S. hermanii* seperti glycine, flavonoid, heparan sulfat, dan kolagen berpengaruh dalam peningkatan remodeling periodontal yang ditandai dengan adanya penurunan ekspresi TLR-4 (*Toll-Like Receptor 4*), peningkatan FGF-2 (*Fibroblast Growth Factor-2*) dan kolagen tipe I setelah pemberian *S. hermanii* gel. Ketika TLR-4 menurun, perbaikan jaringan periodontal akan terjadi melalui penurunan MMP (*matrix metalloproteinases*), sehingga terjadi peningkatan produksi dan sintesis FGF-2 dan kolagen tipe 1 yang dibutuhkan untuk remodeling periodontal.⁵