

***LITERATURE REVIEW : PENGGUNAAN LOW LEVEL LASER
THERAPY (LLL) PADA PROSES PENYEMBUHAN SOKET GIGI DAN
PENATALAKSANAAN ALVEOLAR OSTEITIS PASCA PENCABUTAN
GIGI***

SKRIPSI

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



TEYSHA AURANGGA MAFRI

J011191013

DEPARTEMEN BEDAH MULUT DAN MAKSILOFASIAL

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2022

***LITERATURE REVIEW* : PENGGUNAAN LOW LEVEL LASER
THERAPY (LLLТ) PADA PROSES PENYEMBUHAN SOKET GIGI DAN
PENATALAKSANAAN ALVEOLAR OSTEITIS PASCA PENCABUTAN
GIGI**

SKRIPSI

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

OLEH :

TEYSHA AURANGGA MAFRI

J011191013

DEPARTEMEN BEDAH MULUT DAN MAKSILOFASIAL

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2022

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Penggunaan Low Level Laser Therapy (LLLT) pada Proses
Penyembuhan Soket Gigi dan Penatalaksanaan Alveolar Osteitis
Pasca Pencabutan Gigi

Oleh : Teysha Aurangga Mafri /J011191013

Telah Diperiksa dan Disahkan

Pada Tanggal : 22 Januari 2022

Oleh:

Pembimbing



Prof. Dr. M. Hendra Chandha, drg., M.S.
NIP. 19590622 198803 1 003

Mengetahui,

Dekan Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Hasanuddin



Prof. Muhammad Ruslin, drg., M.Kes., Ph.D., Sp.BM (K)
NIP. 19730702 200112 1 001

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tercantum di bawah ini :

Nama : Teysha Aurangga Mafri

NIM : J011191013

Judul : Penggunaan Low Level Laser Therapy (LLLT) pada Proses
Penyembuhan Soket Gigi dan Penatalaksanaan Alveolar
Osteitis Pasca Pencabutan Gigi

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

Makassar, 2 Februari 2022

Koordinator Perpustakaan FKG Unhas



Amiruddin, S.Sos

NIP. 19661121 199201 1 003

PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Teysha Aurangga Mafri

NIM : J011191013

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "PENGGUNAAN LOW LEVEL LASER THERAPY (LLLT) PADA PROSES PENYEMBUHAN SOKET GIGI DAN PENATALAKSANAAN ALVEOLAR OSTEITIS PASCA PENCABUTAN GIGI" 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 keseluruhan merupakan plagiat dari orang lain.

Demikian pernyataan ini dibuat untuk dipergunakan seperlunya

Makassar, 22 Januari 2022



TEYSHA AURANGGA MAFRI
J011191013

KATA PENGANTAR



Segala puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala berkat rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan dan penyusunan skripsi dengan judul “**LITERATURE REVIEW : PENGGUNAAN LOW LEVEL LASER THERAPY (LLLT) PADA PROSES PENYEMBUHAN SOKET GIGI DAN PENATALAKSANAAN ALVEOLAR OSTEITIS PASCA PENCABUTAN GIGI**”. Penulisan skripsi ini bertujuan sebagai salah satu syarat penyelesaian studi dalam mencapai gelar sarjana kedokteran gigi pada Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin. Salawat dan salam juga penulis haturkan kepada junjungan nabi besar Rasulullah Muhammad SAW sebagai teladan yang membawa manusia dari jalan yang gelap menuju jalan serba pengetahuan.

Penulis menyadari, bahwa penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan banyak pihak. Kesempatan ini, penulis pertama-tama ingin mengucapkan terima kasih serta penghormatan dan penghargaan kepada kedua orang tua penulis yakni **Mafrisal, M.T. M.Mar, E.** dan Ibunda **Renni Yuliati, S.ST, M.Kes.** karena doa dan restunya sehingga rahmat Allah tercurah, serta atas kasih sayang dan kesabarannya dalam memberikan dukungan baik materil maupun moril sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Tak pula penulis ucapkan banyak terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. **Allah SWT** karena dengan izin dan keberkahan-Nya penulis diberikan kemudahan dalam penyusunan skripsi ini.
2. **Prof. Muhammad Ruslin, drg., M. Kes. Ph.D. Sp.BM(K)**, selaku dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin atas bantuan moril selama penulis menempuh jenjang pendidikan.

3. **Prof. Dr. M. Hendra Chandha, drg., MS**, selaku pembimbing skripsi dengan sangat sabar membimbing dan memberikan arahan bagi penulis selama penyusunan skripsi ini, tanpa adanya bimbingan, semangat dan dorongan skripsi ini tidak akan berjalan dengan semestinya.
4. **drg. Adam Malik Hamudeng, M.Med.Ed** selaku pembimbing akademik atas segala bimbingan, nasehat, serta nasihat untuk menjadi lebih baik lagi dalam masa belajar selama perkuliahan
5. Kepada **Prof. Muhammad Ruslin, drg., M. Kes. Ph.D. Sp.BM(K)**, dan **drg. Andi Tajrin, M.Kes., Sp. BM(K)**, selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan maupun saran yang membangun sehingga penyusunan skripsi kajian literatur ini dapat selesai tepat waktu.
6. **Segenap dosen, staf akademik dan staf perpustakaan FKG Unhas** yang telah banyak membantu penulis selama menjalani proses perkuliahan.
7. Untuk adik-adik penulis, **Syahjehan Kayla Aurangga Mafri, Sulthan Zayyan Syah Aurangga Mafri**, dan **Sierra Kenisha Aurangga Mafri** yang selalu memberikan dukungan saat menempuh pendidikan maupun terselesainya skripsi ini.
8. Untuk **Indah Khairunnisa** yang senantiasa sabar menemani dan membantu penulis selama pembuatan skripsi ini.
9. Untuk sepupu-sepupu penulis, **Icha, Isma, Caber, Alfira, Mimah, Alvi, Nana, Aul, Manda, Pado, Niar, Ansal**, yang selalu memberi semangat dan tak bosan-bosanya memberi penulis nasihat akademik maupun non-akademik selama perkuliahan maupun saat proses penyelesaian skripsi ini. Semoga kalian selalu diberikan kesehatan, keberkahan dan kebahagiaan dunia dan akhirat.
10. Sahabat tercinta, **Dias Dwananda, Ilda Khairunnisa, Qurannisa Pamriasky, Yizrielsa Tappi, dan Rifqah Muflihah** yang telah meluangkan banyak waktu, menemani, menghibur dan memberi pendapat dalam membantu penyusun untuk meningkatkan kualitas dari isi skripsi, serta **Muhammad Roziq** yang senantiasa mendukung penulis selama proses penyusunan skripsi ini.

11. Teman-teman seperjuangan *literature review* di Departemen Bedah Mulut yang telah berbagi banyak pendapat dan mendukung dalam penyusunan skripsi ini.
12. Teman-teman angkatan **Alveolar 2019**, yang tentu saja penulis tidak bisa sebutkan satu persatu, terima kasih atas segala dukungan dan semangat kepada penulis selama masa perkuliahan.
13. Kepada **Kak Meuthia Narisa** dan **Kak Samsuriani** angkatan 2018 yang sangat membantu dalam penyusunan laporan skripsi ini.
14. Dan bagi semua pihak yang tidak penulis sebutkan namanya, terima kasih telah memberikan kontribusi dan semangat dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, karena kesempurnaan hanya milik Allah semata. Oleh karena itu, penulis memohon maaf bila ada kesalahan dalam penulisan skripsi ini. Kritik dan saran kami hargai demi penyempurnaan penulisan serupa dimasa yang akan datang. Besar harapan penulis, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat bernilai positif bagi semua pihak yang membutuhkan.

Makassar, 22 Januari 2022



Penulis

ABSTRAK

Penggunaan Low Level Laser Therapy (LLLT) pada Proses Penyembuhan Soket Gigi dan Penatalaksanaan Alveolar Osteitis Pasca Pencabutan Gigi

Teysha Aurangga Mafri¹

¹Mahasiswa S1 Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin, Indonesia

teysha.mafri@gmail.com¹

Latar Belakang: Pencabutan gigi merupakan salah satu prosedur dalam bidang bedah mulut dan maksilofasial yang dapat menyebabkan suatu kavitas berupa soket gigi dan luka bekas pencabutan gigi pada jaringan di sekitar soket yang diikuti oleh respon tubuh melalui penyembuhan luka. Penyembuhan luka ini terjadi secara berurutan dimulai dengan tahap inflamasi atau peradangan, tahap proliferasi atau pembentukan jaringan granulasi, dan tahap kontraksi luka, termasuk akumulasi kolagen dan remodeling. Dalam melakukan tindakan pencabutan gigi, dibutuhkan ketelitian karena dapat terjadi komplikasi dalam pencabutan gigi. Alveolar osteitis merupakan salah satu komplikasi pasca pencabutan dan merupakan komplikasi yang umum terjadi setelah pencabutan gigi. Salah satu penatalaksanaan untuk membantu proses penyembuhan soket gigi dan alveolar osteitis ialah dengan penggunaan Low Level Laser Therapy (LLLT) yang dapat mempercepat proses penyembuhan luka dan mengurangi gejala nyeri yang dirasakan oleh pasien. **Tujuan:** Mengetahui pengaruh low level laser therapy (LLLT) pada penyembuhan soket gigi dan penatalaksanaan alveolar osteitis **Metode:** Desain penulisan ini adalah *literature review*. Adapun langkahnya yaitu mengidentifikasi masalah, mengumpulkan informasi dari beberapa sumber yang berkaitan dengan topik studi, melakukan tinjauan literatur dengan metode sintesis informasi dari literatur atau jurnal yang dijadikan sebagai acuan **Tinjauan Pustaka:** Low level laser therapy (LLLT) adalah bentuk pengobatan laser yang digunakan dalam terapi fisik yang memiliki khasiat penyembuhan yang tinggi dan penggunaan terapeutik lainnya yang meliputi perawatan pasca operasi, penyembuhan luka, pengurangan edema, peradangan dan nyeri sehingga tepat digunakan dalam penyembuhan soket gigi dan penatalaksanaan alveolar osteitis **Hasil:** Dalam tinjauan literature review ini didapatkan hasil bahwa low level laser therapy terbukti tidak menunjukkan efek yang signifikan pada penyembuhan soket pencabutan gigi. Namun pada pasien dengan alveolar osteitis justru memberikan efek penyembuhan dan pengurangan nyeri yang lebih baik **Kesimpulan:** LLLT tidak memberikan manfaat yang signifikan dalam mempercepat penyembuhan soket dan menghilangkan rasa sakit setelah pencabutan gigi. Sedangkan pada alveolar osteitis, alveolar osteitis, LLLT dinilai lebih efektif dalam mengurangi rasa nyeri dan penyembuhan luka pada soket.

Kata Kunci: penyembuhan soket gigi, alveolar osteitis, treatment of alveolar osteitis, low level laser therapy.

ABSTRACT

Use of Low Level Laser Therapy (LLLT) in the Process of Dental Socket Healing and Management of Alveolar Osteitis After Tooth Extraction

Teysha Aurangga Mafri¹

¹Student of the Faculty of Dentistry, Hasanuddin University, Indonesia

teysha.mafri@gmail.com¹

Background: Tooth extraction is one of the procedures in oral and maxillofacial surgery that can cause a cavity in the form of a tooth socket and wounds from tooth extraction in the tissue around the socket followed by the body's response through wound healing. Wound healing occurs sequentially starting with the stage of inflammation, the stage of proliferation or formation of granulation tissue, and the stage of wound contraction, including collagen accumulation and remodeling. In carrying out tooth extraction, care is needed because complications can occur in tooth extraction. Alveolar osteitis is one of the post-extraction complications and is a common complication after tooth extraction. One of the treatments to help the healing process of tooth sockets and alveolar osteitis is the use of Low Level Laser Therapy (LLLT) which can accelerate the wound healing process and reduce the pain symptoms felt by the patient. **Objective:** To determine the effect of low level laser therapy (LLLT) on the healing of dental socket and the management of alveolar osteitis. **Method:** The design of this paper is a literature review. The steps are identifying problems, collecting information from several sources related to the topic of study, conducting a literature review with the method of synthesizing information from the literature or journals that are used as references. **Review:** Low level laser therapy (LLLT) is a form of laser treatment used in physical therapy that has high healing properties and other therapeutic uses which include postoperative care, wound healing, reduction of edema, inflammation and pain, making it appropriate for dental socket healing and the management of alveolar osteitis. **Result:** In this literature review, it was found that low-level laser therapy did not show a significant effect on the healing of tooth extraction sockets. However, in patients with alveolar osteitis, it provides a better healing effect and reduces pain. **Conclusion:** LLLT did not provide significant benefits in accelerating socket healing and relieving pain after tooth extraction. Whereas in alveolar osteitis, alveolar osteitis, LLLT was considered more effective in reducing pain and healing wounds in the socket.

Keywords: dental socket healing, alveolar osteitis, treatment of alveolar osteitis, low level laser therapy.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK.....	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penulisan.....	3
1.4 Manfaat Penulisan.....	3
1.4.1 Manfaat Teoritis	3
1.4.2 Manfaat Praktis	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penyembuhan Luka.....	5
2.1.1 Klasifikasi Penyembuhan Luka.....	5
2.1.2 Mekanisme Penyembuhan Luka Pasca Pencabutan Gigi.....	6
2.1.3 Komplikasi Penyembuhan Luka Pasca Pencabutan Gigi.....	10
2.2 Alveolar Osteitis	12
2.2.1 Definisi Alveolar Osteitis.....	12
2.2.2 Etiologi Alveolar Osteitis.....	12
2.2.3 Prevalensi Alveolar Osteitis	13

2.2.4 Gejala dan Gambaran Klinis Alveolar Osteitis	14
2.2.5 Penatalaksanaan Alveolar Osteitis	15
2.3 Terapi Laser	15
2.3.1 Laser di Bidang Kedokteran Gigi	15
2.3.2 Definisi Low Level Laser Therapy (LLLT).....	17
2.3.3 Prinsip Kerja Low Level Laser Therapy (LLLT)	17
2.3.4 Peran Low Level Laser Therapy (LLLT) dalam Penyembuhan Luka ..	18
BAB 3 METODE PENULISAN.....	20
3.1 Jenis Penulisan	20
3.2 Sumber Data.....	20
3.3 Metode Pengumpulan Data	20
3.4 Prosedur Manajemen Penulisan	21
3.5 Kerangka Teori	22
BAB 4 PEMBAHASAN	23
4.1 Tabel Sintesis Jurnal	23
4.2 Analisis Tabel Sintesis Jurnal	29
4.3 Analisis Persamaan Jurnal	65
4.4 Analisis Perbedaan Jurnal	67
BAB 5 PENUTUP	68
5.1 Kesimpulan	68
5.2 Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peristiwa biologis yang terjadi pada soket pasca pencabutan gigi.....	7
Gambar 2. Gambaran klinis Alveolar Osteitis.....	15
Gambar 3. Kerangka teori penelitian.....	21
Gambar 4. Evaluasi nyeri pada periode yang diteliti.....	33
Gambar 5. Perbandingan skor nyeri antara kelompok Ia dan Ib.....	35
Gambar 6. Perbandingan skor nyeri antara kelompok IIa dan IIb.....	36
Gambar 7. Perbandingan skor nyeri antara kelompok Ib dan IIb.....	36
Gambar 8. Perbandingan skor penyembuhan luka antara kelompok Ia dan Ib.....	37
Gambar 9. Perbandingan skor penyembuhan luka antara kelompok IIa dan IIb.....	38
Gambar 10. Perbandingan skor penyembuhan luka antara kelompok Ib dan IIb.....	38
Gambar 11. Perbandingan antara kelompok I dan II untuk asupan analgesik.....	39
Gambar 12. Diagram garis yang menunjukkan nilai VAS pada kelompok studi pada waktu evaluasi yang berbeda pada hari pertama.	42
Gambar 13. Diagram garis yang menunjukkan nilai VAS pada kelompok studi pada waktu evaluasi yang berbeda pada hari ke 2.....	43
Gambar 14. Diagram garis yang menunjukkan nilai VAS pada kelompok studi pada waktu evaluasi yang berbeda pada hari ke 3.....	44
Gambar 15. Perbandingan intensitas nyeri antara kelompok studi pada hari 1.....	45
Gambar 16. Perbandingan intensitas nyeri antara kelompok studi pada hari 2.....	46
Gambar 17. Perbandingan intensitas nyeri antara kelompok studi pada hari 3.....	47
Gambar 18. Penempatan alvogyl pada soket alveolar osteitis.....	48
Gambar 19. Penyinaran soket alveolar osteitis menggunakan laser dioda.....	49
Gambar 20. Foto yang menunjukkan mode non-kontak dari probe laser.....	49
Gambar 21. Perubahan jumlah gejala dan tanda selama tindak lanjut.	54
Gambar 22. Perubahan skor VAS untuk A, kelompok kontrol, B, kelompok alvogyl, C, kelompok SaliCept, dan D, kelompok LLLT selama masa tindak lanjut.	54

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Sumber database jurnal.....	20
Tabel 2. Kriteria pencarian.....	21
Tabel 3. Penggunaan Low Level Laser Therapy (LLLT) dalam penyembuhan soket pasca pencabutan gigi.....	23
Tabel 4. Penggunaan Low Level Laser Therapy (LLLT) dalam penatalaksanaan alveolar osteitis pasca pencabutan gigi.....	25
Tabel 5. Rata-rata dan standar deviasi skor nyeri pada kelompok studi selama 7 hari setelah pencabutan gigi.....	30
Tabel 6. Rata-rata dan standar deviasi skor penyembuhan luka kelompok studi hari 3 dan 7 setelah pencabutan gigi	30
Tabel 7. Skor yang digunakan untuk mengklasifikasikan proses penyembuhan luka.....	33
Tabel 8. Distribusi skor kualitas penyembuhan luka pada setiap grup selama periode studi	33
Tabel 9. Korelasi nyeri antar kelompok (VAS).....	50
Tabel 10. Korelasi nyeri antar Kelompok (VAS) (3, 4 dan 5 hari)	51
Tabel 11. Korelasi penyembuhan antar kelompok.....	51
Tabel 12. Korelasi penyembuhan antara tiga kelompok (hari keempat)	51
Tabel 13. Sistem penilaian klinis peradangan perisocket dan nyeri tekan perisocket.....	57
Tabel 14. Sistem penilaian yang digunakan untuk pembentukan jaringan granulasi (GT) di alveolar osteitis.....	58
Tabel 15. Respon pengobatan dari tiga pilihan perawatan alveolar osteiti.....	60

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencabutan gigi merupakan salah satu prosedur dalam bidang bedah mulut dan maksilofasial. Pencabutan gigi adalah suatu proses pengeluaran gigi dari alveolus, dimana pada gigi tersebut sudah tidak dapat dilakukan perawatan lagi dan merupakan tindakan bedah minor pada bidang kedokteran gigi yang melibatkan jaringan keras dan jaringan lunak pada rongga mulut.¹ Pencabutan gigi dapat menyebabkan suatu kavitas berupa soket gigi dan luka bekas pencabutan gigi pada jaringan di sekitar soket yang diikuti oleh respon tubuh melalui penyembuhan luka. Penyembuhan luka ini terjadi secara berurutan dimulai dengan tahap inflamasi atau peradangan, tahap proliferasi atau pembentukan jaringan granulasi, dan tahap kontraksi luka, termasuk akumulasi kolagen dan remodeling. Pada tahap inflamasi terjadi kerusakan, pelarutan dan penghancuran sel atau agen penyebab kerusakan sel. Pada saat yang sama terjadi proses reparasi yaitu proses pembentukan kembali jaringan rusak atau proses penyembuhan jaringan yang rusak. Selama proses reparasi berlangsung, jaringan rusak digantikan oleh regenerasi sel parenkimal asli dengan cara mengisi bagian yang rusak dengan jaringan fibroblas (proses scarring) atau kombinasi keduanya. Proses penyembuhan luka pasca pencabutan gigi diikuti pula oleh proses penyembuhan tulang pada soket yang melibatkan aktivitas osteoblas.² Dalam melakukan tindakan pencabutan gigi, dibutuhkan ketelitian mengenai keadaan umum pasien karena hal tersebut dapat menjadi faktor risiko terjadinya komplikasi dalam pencabutan gigi. Komplikasi akibat pencabutan gigi sendiri dapat digolongkan menjadi komplikasi intraoperatif, komplikasi segera pasca pencabutan dan

komplikasi lanjut pasca pencabutan.¹ Komplikasi intraoperatif yang ditemui di antaranya ialah jarum patah, perdarahan, fraktur mahkota atau akar, fraktur tulang alveolar, fraktur rahang, aspirasi benda asing, dan perpindahan gigi ke sinus maksilaris. Komplikasi segera pasca pencabutan meliputi nyeri, infeksi, hematoma, dan emfisema jaringan lunak. Komplikasi lanjut pasca pencabutan meliputi epulis granulomatosum, trismus, parestesia, gangguan sendi temporomandibular, dan alveolar osteitis.³

Alveolar osteitis adalah komplikasi pasca operasi yang paling umum setelah pencabutan gigi. Beberapa istilah lain telah digunakan untuk merujuk pada kondisi ini seperti osteitis lokal, alveolitis pascaoperasi, alveolalgia, alveolitis sicca dolorosa, soket septik, soket nekrotik, alveolitis local, dan alveolitis fibrinolitik.⁴ Alveolar osteitis mengacu pada soket pasca pencabutan gigi di mana beberapa atau semua tulang di dalam soket, atau di sekitar batas oklusal soket, terbuka beberapa hari setelah prosedur pencabutan gigi dilakukan yang diakibatkan karena tulang tidak tertutup oleh bekuan darah atau lapisan epitel penyembuhan.⁵ Insidensi alveolar osteitis cukup tinggi dimana dilaporkan 0,5-5,6% alveolar osteitis terjadi dalam pencabutan gigi dengan insidensi 30% terjadi pada molar ketiga.⁶ Pencegahan dan pengobatan alveolar osteitis dapat dilakukan dengan beberapa pilihan seperti penggunaan antibiotik, alvogyl, SaliCept *patch*, chlorhexidine, *plasma rich in growth factor*, dan penggunaan low level laser therapy (LLLT).⁷

Low level laser therapy (LLLT) digunakan sebagai salah satu penatalaksanaan untuk memberikan analgesia, anti-inflamasi dan mempercepat penyembuhan luka. Laser ini memiliki fitur antimikroba dan juga dapat meningkatkan kecepatan dan kualitas penyembuhan luka. Low level laser pada dasarnya adalah efek fotokimia yang menyebabkan stimulasi seluler pada kulit. Efek fotostimulasi tersebut mendorong proliferasi dan migrasi fibroblas gingiva, serta efek dan respons seluler lainnya, seperti produksi protein dan ekspresi faktor pertumbuhan sehingga

dapat mempercepat pembentukan jaringan granulasi dan pada akhirnya membantu proses penyembuhan luka pada soket pasca pencabutan gigi hingga penyembuhan alveolar osteitis serta dapat mengurangi gejala nyeri yang dirasakan pasien.^{8,9,10}

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis ingin melakukan sebuah studi literatur untuk membahas lebih lanjut mengenai penggunaan low level laser therapy (LLLT) pada proses penyembuhan soket gigi dan penatalaksanaan alveolar osteitis pasca pencabutan gigi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka yang menjadi rumusan masalah adalah sebagai berikut :

Bagaimana pengaruh low level laser therapy (LLLT) pada penyembuhan soket gigi dan penatalaksanaan alveolar osteitis?

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan literature review ini untuk mengetahui pengaruh low level laser therapy (LLLT) pada penyembuhan soket gigi dan penatalaksanaan alveolar osteitis

1.4 Manfaat Penulisan

1.4.1 Manfaat Teoritis

1. Diharapkan hasil penulisan studi literatur ini dapat menambah informasi terkait penggunaan low level laser therapy (LLLT) pada proses penyembuhan soket gigi dan penatalaksanaan alveolar osteitis
2. Diharapkan hasil penulisan ini dapat digunakan di bidang pendidikan dan penelitian

1.4.2 Manfaat Praktis

Manfaat praktis pada penelitian ini yaitu sebagai informasi ilmiah terkait perkembangan terkini mengenai penggunaan low level laser therapy (LLLT) pada proses penyembuhan soket gigi dan penatalaksanaan alveolar osteitis yang merupakan salah satu komplikasi pasca pencabutan gigi dan dapat dijadikan sebagai bahan baca untuk penelitian di bidang bedah mulut dan maksilofasial.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penyembuhan Luka

2.1.1 Klasifikasi Penyembuhan Luka

Luka berdasarkan cara penyembuhannya dapat diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu :

1. Penyembuhan Luka Primer (*Primary Intention*)

Penyembuhan luka primer terjadi pada luka dengan kehilangan jaringan minimal. Penyembuhan luka primer menghasilkan penyembuhan yang cepat dan jaringan parut yang minimal. Luka seperti ini sembuh dengan bekas luka yang bersih, rapi dan tipis. Dalam 24 jam, neutrofil muncul di tepi sayatan bergerak ke arah bekuan fibrin. Kontinuitas epidermal terbentuk kembali dalam 24-48 jam. Pada hari ke-3, sebagian besar neutrofil menghilang dan digantikan oleh makrofag. Pada hari ke-5, ruang insisional terisi dengan jaringan granulasi, neovaskularisasi maksimal. Selama minggu ke-2, terjadi akumulasi dan proliferasi fibroblas yang terus menerus. Pada akhir bulan pertama, luka terdiri dari jaringan ikat seluler tanpa infiltrat inflamasi, ditutupi oleh epidermis yang utuh.¹¹

Metode penyembuhan luka ini mengurangi jumlah re-epitelisasi, deposisi kolagen, kontraksi, dan *remodeling* yang diperlukan untuk penyembuhan. Oleh karena itu, penyembuhan terjadi lebih cepat, dengan risiko infeksi yang lebih rendah, dan dengan pembentukan bekas luka yang lebih sedikit daripada luka yang dibiarkan sembuh dengan cara sekunder. Contoh luka yang sembuh dengan penyembuhan primer termasuk laserasi atau sayatan, dan patah tulang yang sembuh dengan baik.¹²

2. Penyembuhan Luka Sekunder (*Secondary Intention*)

Penyembuhan luka secara sekunder adalah penyembuhan dengan mekanisme alami tubuh, tanpa intervensi bedah. Hal ini dilakukan pada luka dengan kehilangan jaringan yang besar, sehingga tepi luka terpisah jauh dan

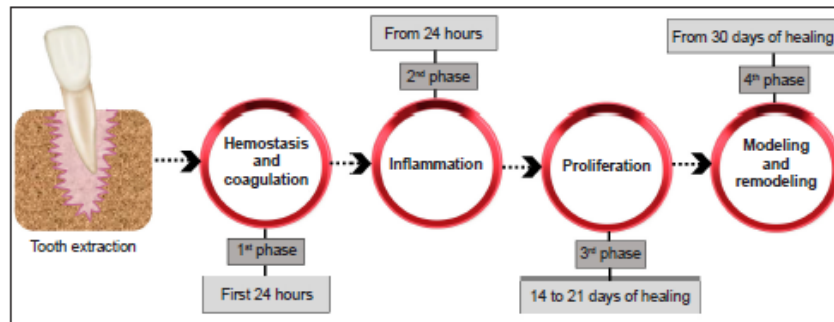
tidak dapat didekatkan. Penyembuhan terjadi dengan pembentukan bekuan, granulasi, deposisi kolagen, dan akhirnya epitelisasi. Penyembuhan luka secara sekunder menghasilkan penyembuhan yang sangat lambat dan jaringan parut yang menonjol.¹³ Penyembuhan luka sekunder juga digambarkan sebagai keadaan dimana terdapat celah yang tersisa antara tepi sayatan atau laserasi atau antara tulang atau ujung saraf setelah perbaikan, dan terjadi kehilangan jaringan pada luka yang mencegah pendekatan tepi luka. Ketika ada kehilangan sel yang lebih luas, atau luka permukaan yang menciptakan cacat besar, proses reparatif menjadi lebih rumit. Situasi ini memerlukan sejumlah besar migrasi epitel, deposisi kolagen, kontraksi, dan remodeling selama penyembuhan. Luka ini sembuh dengan bekas luka yang tidak bagus secara estetik. Perbedaan penyembuhan sekunder dengan primer dalam beberapa hal, yaitu dalam penyembuhan sekunder, reaksi inflamasi lebih intens, jaringan granulasi yang terbentuk jauh lebih banyak, dan kontraksi luka jauh lebih banyak. Contoh luka yang sembuh dengan intensi sekunder termasuk soket ekstraksi, fraktur yang kurang baik, ulser yang dalam, dan cedera avulsi yang besar pada jaringan lunak.^{11,12}

3. Penyembuhan Luka Tersier (*Tertiary Intention*)

Penyembuhan luka tersier adalah penyembuhan luka yang tertunda setelah 4-6 hari. Hal ini terjadi ketika penyembuhan luka sekunder sengaja diinterupsi atau adanya kebutuhan untuk menunda penutupan luka, seperti ketika ada sirkulasi yang buruk di area luka atau infeksi. Jenis proses penyembuhan luka ini menciptakan lebih banyak jaringan parut ikat dibandingkan penyembuhan luka lainnya.¹¹

2.1.2 Mekanisme Penyembuhan Luka Pasca Pencabutan Gigi

Proses penyembuhan luka pasca pencabutan gigi dapat dibagi menjadi tahapan berikut: fase hemostatis dan koagulasi, inflamasi, proliferasi, serta *modelling* dan *remodelling* tulang.



Gambar 1. Peristiwa biologis yang terjadi pada soket pasca pencabutan gigi.¹⁴

1. Hemostatis dan Koagulasi

Setelah pencabutan gigi, soket terisi dengan darah yang dihasilkan dari proses hemoragik diikuti dengan pembentukan bekuan darah yang tertanam dalam jaringan fibrin. Pembentukan bekuan mencegah kehilangan darah dan menyediakan struktur untuk adhesi sel yang akan mengatur penyembuhan pada fase proses selanjutnya. Hemostasis, di soket alveolar merupakan hasil dari interaksi dinamis dari trombosit dan sel endotel, serta keseimbangan antara koagulasi dan fibrinolisis, sehingga menimbulkan pembentukan bekuan yang stabil.

Secara mekanis, pencabutan gigi menyebabkan kerusakan mikrovaskuler dan ekstrasvasi darah, proses yang secara cepat dikendalikan oleh refleks vasokonstriksi, yang bertanggung jawab terhadap pengurangan sel otot polos pembuluh darah sehingga mampu mengontrol perdarahan pada arteriol. Reaksi sementara ini mencegah perdarahan lebih lanjut dan melindungi luka. Selain itu, bekuan fibrin membentuk matriks sementara yang bertanggung jawab untuk proses penyembuhan lebih lanjut seperti migrasi leukosit, keratinosit, fibroblas, sel endotel dan berfungsi sebagai sumber faktor pertumbuhan. Vasodilatasi terjadi setelah respon vasokonstriksi yang akan menyebabkan hiperemia dan edema lokal. Subendotel, kolagen, dan faktor jaringan yang terpapar akibat luka merangsang agregasi trombosit dan mengaktifkan degranulasi trombosit.

Trombosit melepaskan faktor pembekuan saat aktivasi, yang terjadi setelah kontak dengan molekul matriks ekstraseluler. Bekuan darah dan trombosit terkait, selain fungsi hemostatik, selanjutnya memainkan peran mendasar untuk penyembuhan jaringan karena adanya banyak sitokin, contohnya interleukin, dan faktor pertumbuhan (misalnya, faktor nekrosis tumor alfa, faktor pertumbuhan fibroblas, faktor pertumbuhan epidermal, dan faktor individu seperti faktor pertumbuhan yang diturunkan dari trombosit, faktor pertumbuhan endotel vaskular, granulosit faktor perangsang koloni makrofag dan faktor pertumbuhan jaringan ikat) yang mampu memodulasi proses seluler selanjutnya seperti migrasi sel, proliferasi dan diferensiasi yang fundamental untuk merangsang angiogenesis dan regenerasi tulang. Trombosit juga mengandung dan melepaskan amina vasoaktif dan produk metabolisme yang diturunkan dari asam arakidonat yang memainkan peran mendasar dalam inisiasi dan modulasi fase inflamasi berikutnya.^{14,15}

2. Fase Inflamasi

Proses inflamasi dimulai dengan aktivasi respon inflamasi humoral dan seluler. Setelah pembentukan bekuan darah, migrasi sel inflamasi terjadi sepanjang hari-hari pertama setelah pencabutan gigi. Sistem komplemen diaktifkan dan neutrofil lebih awal mendiami jaringan bekuan. Fase inflamasi akan didominasi oleh neutrofil dalam waktu beberapa jam hingga beberapa hari untuk mengeliminasi etiologi infeksi. Neutrofil dibawa ke daerah yang terluka dan memulai fagositosis yang kemudian dilanjutkan oleh makrofag. Sel fagosit ini melepaskan spesies oksigen reaktif (ROS) dan protease untuk membunuh bakteri lokal dan menghilangkan jaringan nekrotik. Neutrofil juga meningkatkan respon inflamasi dengan melepaskan banyak sitokin pro-inflamasi. Neutrofil kemudian digantikan oleh makrofag sebagai bagian dari fase inflamasi akhir pada 48 – 72 jam setelah terjadi luka untuk melanjutkan proses fagositosis. Demikian pula, makrofag melepaskan banyak faktor pertumbuhan, kemokin, sitokin yang mendorong proliferasi sel dan sintesis molekul matriks ekstraseluler. Kombinasi sel inflamasi, kecambah pembuluh darah dan fibroblas yang belum matang

membentuk jaringan granulasi. Jaringan granulasi secara bertahap diganti dengan matriks jaringan ikat sementara yang kaya serat kolagen dan sel, dan fase proliferasi dari proses penyembuhan luka dimulai.^{15,16}

3. Proliferasi

Fase proliferasi juga dapat dibagi menjadi dua bagian, fibroplasia dan pembentukan anyaman tulang atau *woven bone* yang ditandai dengan pembentukan jaringan yang intens dan cepat. Fase proliferasi dimulai pada hari ke-3 sesudah terjadinya luka, ditandai dengan terbentuknya jaringan granulasi terdiri dari pembuluh darah baru (neovaskular), fibroblas, dan makrofag. Neovaskularisasi merupakan proses pembentukan pembuluh darah baru berupa tunas-tunas yang terbentuk dari pembuluh darah dan akan berkembang menjadi percabangan baru pada jaringan luka. Neovaskularisasi akan saling membentuk suatu jaringan sirkulasi darah yang padat pada jaringan luka. Pembuluh darah memiliki peranan penting dalam perbaikan jaringan untuk memberikan asupan nutrisi bagi jaringan yang sedang beregenerasi. Selanjutnya pada fase pembentukan jaringan, epitelisasi dan jaringan granulasi akan mengisi dan menutupi daerah luka guna memperbaiki kepadatan dan kerapatan jaringan.

Setelah itu, matriks sementara ditembus oleh beberapa pembuluh darah dan sel pembentuk tulang, dan tonjolan seperti jari dari *woven bone* berada di sekitar pembuluh darah. Akhirnya, penonjolan-penonjolan itu sepenuhnya mengelilingi sebuah pembuluh darah dan dengan demikian osteon primer terbentuk. *Woven bone* dapat diidentifikasi di soket penyembuhan 2 minggu setelah pencabutan gigi dan tetap berada di luka selama beberapa minggu. *Woven bone* adalah jenis tulang sementara tanpa kapasitas menahan beban dan oleh karena itu perlu diganti dengan jenis tulang yang matang (tulang pipih dan sumsum tulang).^{16,17}

4. *Modeling* dan *Remodeling*

Modelling dan *remodeling* tulang adalah tahap terakhir dari proses penyembuhan soket. *Modeling* tulang didefinisikan sebagai perubahan bentuk dan arsitektur tulang, sedangkan *remodeling* tulang didefinisikan

sebagai perubahan tanpa disertai perubahan bentuk dan arsitektur tulang. Penggantian *woven bone* dengan tulang pipih atau sumsum tulang adalah *remodeling* tulang, sedangkan resorpsi tulang yang terjadi pada dinding soket yang menyebabkan perubahan dimensi ridge alveolar adalah hasil *modeling* tulang. Remodeling tulang pada manusia dapat memakan waktu beberapa bulan dan menunjukkan variabilitas yang substansial antar individu. Berdasarkan penelitian, sekitar 60-65% dari volume jaringan terdiri dari tulang pipih dan sumsum tulang. Dengan demikian, remodeling lengkap dari *woven bone* menjadi tulang pipih dan sumsum tulang dapat memakan waktu beberapa bulan atau tahun. Beberapa minggu setelah pencabutan gigi, osteoklas dapat ditemukan di sekitar puncak dinding bukal dan lingual dan pada bagian luar dan dalam soket. *Modeling* tulang terjadi secara merata pada dinding bukal dan lingual, tetapi karena tulang lingual biasanya lebih lebar dari dinding tulang bukal, *modeling* menghasilkan kehilangan tulang vertikal yang lebih besar pada dinding bukal yang tipis daripada dinding lingual yang lebar. Selain itu, *modeling* tulang terjadi lebih awal dari *remodeling* tulang, sehingga sekitar dua pertiga dari proses *modeling* terjadi dalam tiga bulan pertama penyembuhan. Singkatnya, proses *modeling* dan *remodeling* selama penyembuhan soket menghasilkan perubahan kualitatif dan kuantitatif di lokasi edentulous, yang berujung pada pengurangan dimensi ridge.¹⁶

2.1.3 Komplikasi Penyembuhan Luka Pasca Pencabutan Gigi

1. Perdarahan

Pendarahan dari soket pencabutan gigi adalah perdarahan pasca operasi yang paling umum ditemui. Perdarahan mungkin merupakan perdarahan primer atau reaksioner (terjadi dalam 48 jam setelah operasi ketika efek vasokonstriktor pada anestesi lokal hilang dan ada reaksi reaktif hiperemia) atau perdarahan sekunder (komplikasi yang jarang pada pencabutan gigi yang mungkin disebabkan oleh infeksi yang menghancurkan bekuan darah dan terjadi sekitar 7 hari setelah operasi). Perdarahan juga dapat disebabkan

oleh beberapa penyebab lokal seperti trauma, laserasi, jaringan granulasi yang rapuh, pelepasan bekuan darah, infeksi, lesi hemoragik, ataupun penyakit sistemik seperti leukemia, hipertensi, dan trombositopenia.

2. Hematoma

Pembentukan hematoma pasca operasi disebabkan oleh hemostasis pasca operasi yang tidak memadai atau kurangnya drainase. Hal ini terjadi karena penjahitan luka yang terlalu ketat yang dapat menyebabkan pembengkakan wajah yang cukup besar yang terasa nyeri pada palpasi. Kondisi ini biasanya muncul pada hari pertama pasca operasi.

3. Nyeri Pasca Operasi

Nyeri pasca pencabutan gigi dapat terjadi akibat pencabutan gigi yang tidak selesai, laserasi jaringan lunak, terkena tulang, soket yang terinfeksi atau kerusakan saraf yang berdekatan.

4. Trismus

Trismus atau ketidakmampuan untuk membuka mulut karena kejang otot dapat mempersulit prosedur bedah mulut, terutama pencabutan gigi yang sulit. Hal ini disebabkan oleh edema pasca operasi, pembentukan hematoma, atau peradangan jaringan lunak. Trismus juga dapat disebabkan karena cedera jarum pada ligamen sphenomandibular selama blok pterygomandibular. Kerusakan pada sendi temporomandibular karena tekanan ke bawah yang berlebihan atau menjaga mulut pasien terbuka lebar untuk waktu yang lama, atau infeksi di ruang pterygomandibular dan atau di ruang submasseteric juga dapat menyebabkan trismus.

5. Alveolar Osteitis

Alveolar osteitis didefinisikan sebagai nyeri pasca operasi di lokasi pencabutan yang meningkat dalam keparahan setiap saat antara beberapa hari setelah pencabutan disertai dengan gumpalan darah yang hancur seluruhnya atau sebagian di dalam soket alveolar dengan atau tanpa halitosis, sehingga termasuk ke dalam penyembuhan luka tersier. Alveolar osteitis adalah komplikasi lokal yang paling umum setelah operasi pencabutan gigi dan penyebabnya seringkali multifaktorial.¹⁸

2.2 Alveolar Osteitis

2.2.1 Definisi Alveolar Osteitis

Alveolar osteitis adalah gangguan dalam penyembuhan luka berupa inflamasi yang meliputi salah satu atau seluruh bagian dari lapisan tulang padat pada soket gigi (lamina dura). Alveolar osteitis digambarkan sebagai komplikasi pada disintegrasi bekuan darah intra alveolar yang dimulai sejak hari ke dua hingga ke empat pasca pencabutan gigi dimana gangguan penyembuhan terjadi setelah pembentukan bekuan darah yang matang, dan sebelum bekuan darah tersebut digantikan oleh jaringan granulasi. Alveolar osteitis merupakan salah satu komplikasi yang sering ditemukan pasca pencabutan gigi permanen.¹⁹

2.2.2 Etiologi Alveolar Osteitis

Etiologi utama terjadinya alveolar osteitis belum diketahui secara pasti, tetapi teori yang diterima secara luas ialah bahwa alveolar osteitis terjadi sebagai hasil disintegrasi sebagian atau keseluruhan bekuan darah oleh fibrinolisis. Pada alveolar osteitis, terjadi peningkatan aktivitas fibrinolitik dibandingkan dengan soket pasca pencabutan gigi yang normal. Aktivitas fibrinolitik ini mempengaruhi integritas bekuan darah di tempat pencabutan gigi yang mengarah ke alveolar osteitis. Fibrinolisis adalah hasil dari aktivasi jalur plasminogen, yang dapat melalui zat aktivator langsung (fisiologis) atau nonfisiologis. Aktivator langsung dilepaskan setelah trauma pada sel tulang alveolar. Aktivator tidak langsung dilepaskan oleh bakteri. Ketika mediator inflamasi dilepaskan oleh sel-sel pada tulang alveolar pasca trauma, plasminogen akan berubah menjadi plasmin yang menyebabkan pecahnya bekuan darah oleh disintegrasi fibrin. Sedangkan pada soket pasca pencabutan gigi normal sembuh dengan pembentukan bekuan fibrin oleh trombin dan fibrinogen.^{4,19,20}

Beberapa faktor lokal dan sistemik juga diketahui berkontribusi terhadap etiologi alveolar osteitis. Faktor umum seperti jenis kelamin,

merokok, penggunaan kontrasepsi oral, dan faktor lokal seperti tempat pencabutan gigi, adanya infeksi praoperasi, trauma akibat pencabutan gigi, pengalaman operator yang kurang, irigasi pascaoperasi yang tidak memadai, dan/atau penggunaan anestesi lokal dengan vasokonstriktor.²¹

2.2.3 Prevalensi Alveolar Osteitis

Untuk prevalensi alveolar osteitis, insiden alveolar osteitis paling tinggi pada dekade ketiga dan keempat kehidupan. Penyebab hal ini masih belum diketahui tetapi diperkirakan bahwa tulang alveolar yang berkembang dengan baik dan frekuensi penyakit periodontal yang rendah pada kelompok usia ini membuat pencabutan gigi lebih sulit. Pencabutan gigi yang lebih sulit dapat menyebabkan peningkatan prevalensi alveolar osteitis dimana berdasarkan penelitian, trauma dianggap sebagai faktor yang berkontribusi dalam patogenesis alveolar osteitis.

Perempuan tercatat lebih banyak mengalami alveolar osteitis dibandingkan laki-laki. Penyebab hal tersebut yaitu berhubungan dengan penggunaan pil kontrasepsi oral yang meningkatkan aktivitas fibrinolitik dalam darah dan air liur selama fase menstruasi yang mempengaruhi stabilitas bekuan darah. Berdasarkan hasil penelitian, 71,4% wanita yang mengalami alveolar osteitis menggunakan kontrasepsi oral.

Mengenai lokasi anatomi, gigi mandibula khususnya molar lebih sering mengalami alveolar osteitis dibandingkan gigi maksila. Selain itu, alveolar osteitis lebih sering terjadi pada gigi molar ketiga mandibula, diikuti oleh molar pertama mandibula dan molar kedua mandibula. Hal ini terkait dengan penurunan vaskularisasi, kepadatan tulang yang lebih besar dan kapasitas yang berkurang dalam membentuk jaringan granulasi dan juga dikemukakan bahwa kesulitan pencabutan gigi traumatis dapat menjadi penyebabnya. Diperkirakan bahwa trauma mengakibatkan kompresi tulang alveolar, penurunan perfusi darah dan trombosis pembuluh darah yang menyebabkan peningkatan aktivitas fibrinolitik.

Sejumlah penelitian telah menunjukkan hubungan antara alveolar osteitis dan merokok. Risiko berkembangnya alveolar osteitis dilaporkan secara signifikan lebih besar pada perokok daripada non-perokok. Meskipun merokok telah dikaitkan dengan peningkatan insiden alveolar osteitis, belum diketahui mekanisme penyebab yang tepat. Ada kemungkinan bahwa peningkatan risiko yang terkait dengan merokok berhubungan dengan zat dalam tembakau dan asapnya, terutama nikotin, kotinin, karbon monoksida, dan hidrogen sianida yang bersifat sitotoksik terhadap sel-sel yang terlibat dalam penyembuhan luka. Panas dari pembakaran tembakau, bersama dengan produk sampingannya, bisa mencemari daerah operasi, bersamaan dengan hisapan yang diterapkan pada rokok dapat mengeluarkan bekuan darah dari alveolus dan mengganggu penyembuhan.^{22,23}

2.2.4 Gejala dan Gambaran Klinis Alveolar Osteitis

Tanda dan gejala yang dialami pasien alveolar osteitis dimulai dengan onset pada dua sampai empat hari setelah pencabutan gigi, yang meliputi rasa sakit yang parah dan intens yang terutama menyebar ke telinga dan leher. Mukosa sekitarnya menjadi eritematosa, soket alveolar ditutupi dengan lapisan jaringan nekrotik kuning-abu-abu, dan halitosis atau bau busuk juga dirasakan. Secara klinis, soket kosong (tidak memiliki bekuan darah) dengan tulang yang terbuka terlihat. Soket dapat diisi dengan campuran air liur dan sisa-sisa makanan.^{4,21}



Gambar 2. Gambaran klinis alveolar osteitis.⁶

2.2.5 Penatalaksanaan Alveolar Osteitis

Karena rasa sakit yang parah, strategi pengobatan untuk alveolar osteitis didasarkan pada pelemahan nyeri atau ketidaknyamanan pasien selama periode penyembuhan. Namun, mempercepat proses penyembuhan juga harus dipertimbangkan sebagai tujuan sekunder dari pengobatan. Pengobatan yang banyak digunakan untuk manajemen alveolar osteitis adalah alvogyl yang mengandung eugenol (analgesik dan anti-inflamasi), iodoform (antimikroba), pasta zinc oxide eugenol, SaliCept patch, dan plasma rich in growth factor (PRGF) dengan spons gelatin yang juga telah berhasil digunakan untuk manajemen alveolar osteitis. Penggunaan low level laser juga telah meningkat pesat dalam berbagai aspek kedokteran gigi termasuk prosedur bedah mulut. Low level laser therapy (LLLT) memiliki kemanjuran yang terbukti dalam mempercepat proses penyembuhan luka, mengurangi rasa sakit, dan memperpendek durasi fase inflamasi.²⁴

2.3 Terapi Laser

2.3.1 Laser di Bidang Kedokteran Gigi

Istilah LASER adalah akronim dari 'Light Amplification by the Stimulated Emission of Radiation'. Laser adalah perangkat yang menghasilkan cahaya melalui proses amplifikasi optik yang bergantung pada emisi terstimulasi dari radiasi elektromagnetik, dan memancarkan

cahaya koheren. Sebagai aplikasi pertama dalam kedokteran gigi oleh Miaman, pada tahun 1960, laser telah digunakan dalam berbagai aplikasi jaringan keras dan lunak. Pada jaringan keras, laser digunakan untuk pencegahan karies, *bleaching*, dan untuk preparasi kavitas, sedangkan aplikasi jaringan lunak meliputi pengangkatan jaringan hiperplastik, terapi fotodinamik untuk keganasan, dan untuk penyembuhan luka.^{25,26}

Laser dapat dibedakan berdasarkan bahan sumber laser, panjang gelombang, dan daya laser. Berdasarkan bahannya, laser terbagi atas laser gas, cair, padat, dan semikonduktor. Laser gas seperti laser CO₂, Ne dan He, laser cair seperti laser Dye, laser padat seperti laser Ruby, dan laser semi-konduktor seperti GaAlInP, GaALAs, dan GaAs. Berdasarkan panjang gelombangnya laser dibedakan atas laser ultraviolet dengan rentang 300-400 nm, laser cahaya tampak atau visible light laser dengan rentang 400-700 nm, laser near infrared (NIR) dengan rentang 700-1200nm, dan laser far infrared (FIR) dengan rentang lebih dari 1200nm. Berdasarkan daya atau kekuatannya, laser diklasifikasikan dalam tiga kelompok, yaitu high power laser, moderate power laser, dan low level laser. High power laser, atau disebut juga warm atau hard laser memberikan efek terapeutik dengan menyebabkan panas dan meningkatkan energi yang bergerak dalam jaringan. Kekuatan laser ini biasanya lebih dari 0,5 W. Jenis laser ini biasa digunakan sebagai aplikasi dalam pembedahan. Lalu, moderate power laser yaitu laser yang memiliki efek terapeutik tanpa menimbulkan banyak panas. Cahayanya memiliki efek stimulasi pada jaringan. Kekuatan laser ini antara 250 hingga 500mW. Terakhir ialah low level laser atau laser dingin. Laser ini tidak memiliki efek termal pada jaringan melainkan menginduksi stimulasi cahaya dan menghasilkan reaksi ringan dan bertahap di jaringan yang disebut fotobiostimulasi. Kekuatan laser ini biasanya kurang dari 250mW. Laser ini memiliki khasiat penyembuhan yang tinggi dan penggunaan terapeutik lainnya yang meliputi perawatan pasca operasi, penyembuhan luka, pengurangan edema, peradangan dan nyeri sehingga

tepat digunakan dalam penyembuhan soket gigi dan penatalaksanaan alveolar osteitis.^{8,27}

2.3.2 Definisi Low Level Laser Therapy (LLLT)

Low level laser therapy (LLLT) adalah bentuk pengobatan laser yang digunakan dalam terapi fisik, yang menggunakan laser tingkat rendah atau dioda pemancar cahaya untuk mengubah fungsi seluler. Low level laser therapy memiliki berbagai nama lain seperti laser berdaya rendah, laser jaringan lunak, laser dingin, laser biostimulasi, laser terapeutik, dan laser akupunktur. Panjang gelombang laser ini berkisar dari merah hingga mendekati inframerah, yaitu 600 hingga 1000 nm. Sementara high power laser mengikis jaringan, low level laser merangsang berbagai jaringan dan mendorong sel untuk berfungsi. Low level laser therapy adalah proses non-invasif dan tanpa rasa sakit yang menggunakan energi fotonik untuk memberikan keuntungan terapeutik biologis, termasuk efek analgesik. Penggunaan low level laser therapy di bidang kedokteran gigi juga digunakan untuk mengurangi peradangan, edema, meningkatkan penyembuhan luka, jaringan dan saraf yang lebih dalam, dan mencegah kerusakan jaringan.^{26,28}

2.3.3 Prinsip Kerja Low Level Laser Therapy (LLLT)

Low level laser therapy mencakup penggunaan energi sinar laser ke jaringan dalam mode daya yang lebih rendah untuk menghasilkan efek biostimulatif di dalam jaringan tanpa kenaikan suhu yang tinggi. LLLT bertindak sesuai dengan prinsip Arndt-Schulz yang menyatakan bahwa jika stimulus terlalu lemah, tidak ada efek yang terlihat. Peningkatan stimulasi dan dosis yang optimal mengarah pada efek yang baik; sementara peningkatan lebih lanjut dalam dosis menyebabkan penurunan efek. Mekanisme LLLT masih belum pasti, tetapi diketahui mekanismenya tergantung pada panjang gelombang near infrared dalam komponen

subselular jaringan, khususnya rantai transpor elektron di dalam membran mitokondria.²⁶

Di tingkat sel, penelitian membuktikan bahwa sinar laser menembus bagian dalam jaringan dimana sinar laser tersebut diserap oleh molekul kromofor (penyerap cahaya) yang menghasilkan peningkatan jumlah adenosin trifosfat (ATP), mempercepat metabolisme dan menghasilkan respons fisiologis. Panjang gelombang atau jenis laser harus spesifik untuk setiap perawatan. Berdasarkan penelitian, emission red laser (panjang gelombang = 630 hingga 690 nm) diindikasikan untuk penyembuhan ulcer, herpes dan luka terbuka; jenis near infrared (panjang gelombang lebih dari 700 nm), seperti laser gallium arsenide dan aluminium diode (GaAlAs, panjang gelombang = 790 hingga 830 nm) yang digunakan untuk analgesia, pembengkakan, regenerasi saraf dan ulkus kronis, dan laser gallium arsenide (GaAs, panjang gelombang = 904 nm) diindikasikan untuk pengobatan nyeri pasca operasi dan pembengkakan/edema. Selain itu, gas helium neon (HeNe, panjang gelombang = 632,8 nm) dan indium gallium arsenic phosphate (InGaAlP, panjang gelombang = 633 nm, keduanya diindikasikan untuk penyembuhan luka. Adapun untuk alveolar osteitis, LLLT diaplikasikan setelah irigasi soket dengan penyinaran laser dioda mode kontinu (808 nm, 100 mW, 60 detik, 7,64 J/cm²).^{4,29}

2.3.4 Peran Low Level Laser Therapy (LLLT) dalam Penyembuhan Luka

Mekanisme penyembuhan luka oral didukung melalui biostimulasi pada tingkat sel dan molekuler, serta peningkatan aktivitas faktor pertumbuhan yang mencakup faktor pertumbuhan yang diturunkan dari trombosit dan faktor pertumbuhan seperti insulin pada proliferasi fibroblas dan produksi kolagen. LLLT mendorong proliferasi dan migrasi fibroblas gingiva, serta efek dan respons seluler lainnya, seperti produksi protein dan ekspresi faktor pertumbuhan. Low level laser therapy juga terbukti menyebabkan vasodilatasi dengan meningkatkan aliran darah lokal. Vasodilatasi ini tidak hanya membawa oksigen tetapi juga memungkinkan lalu lintas sel imun

yang lebih besar ke dalam jaringan. Kedua efek ini berkontribusi pada percepatan penyembuhan luka.^{10,28}

Selain itu, mekanisme efek analgesik LLLT dapat dijelaskan dengan stimulasi sintesis endorfin endogen dan pengurangan aktivitas bradikinin dan serat C terhadap perubahan ambang nyeri. Di sisi lain, LLLT mendorong keadaan hiperpolarisasi dari *primary nerve ending*, sehingga menghambat transmisi rangsangan nyeri ke sistem saraf pusat, juga memiliki efek mendalam dan cepat dalam mengurangi tingkat mediator yang bertanggung jawab atas rasa nyeri dan peradangan seperti prostaglandin E2, interleukin 1, siklooksigenase 2, dan tumor necrosis factor (TNF).³⁰