

IR - PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

- LASER
- DENTAL CONSERVATION

- DENTAL CARIES

**PENGGUNAAN LASER PADA BIDANG KONSERVASI GIGI
(DETEKSI DINI KARIES OKLUSAL, BLEACHING, DAN ENDODONTIK)
(STUDI PUSTAKA)**

SKRIPSI



Oleh :

RATIH KUSUMA ASTUTI
NIM. 020513518

MILIK
PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA BHMN
SURABAYA**

2010

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGGUNAAN LASER PADA BIDANG KONSERVASI GIGI
(DETEKSI DINI KARIES OKLUSAL, BLEACHING, DAN ENDODONTIK)
(STUDI PUSTAKA)**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan
Pendidikan Dokter Gigi di Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Airlangga Surabaya

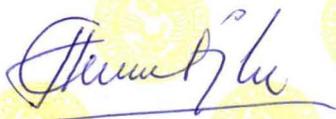
Oleh :

RATIH KUSUMA ASTUTI
NIM. 020513518

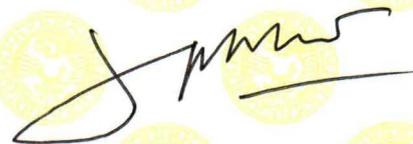
Mengetahui / Menyetujui:

Pembimbing Utama

Pembimbing Serta



Prof. Dr. Sri Kunarti, drg., M.S., Sp.KG (K)
NIP : 195203281979012001



Nirawati Pribadi, drg., M.Kes. Sp..KG (K)
NIP : 196309151990022001

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA BHMN
SURABAYA
2010**

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena berkah dan rahmat-Nya, serta shalawat dan junjungan kepada Nabi Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul **“Penggunaan Laser Pada Bidang Konservasi Gigi (Deteksi Dini Karies Oklusal, Bleaching, dan Endodontik)”** sebagai salah satu syarat yang harus ditempuh untuk memperoleh gelar Sarjana Kedokteran Gigi pada Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan, dorongan dan semangat dari berbagai pihak, penulisan skripsi ini tidak akan terlaksana dan terselesaikan. Maka dengan kesungguhan dan ketulusan hati, penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Prof. Dr. Ruslan Effendi, drg, MS., Sp. KG selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga.
2. Prof. Dr. Latief Mooduto, drg, MS., Sp. KG selaku Wakil Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga.
3. Prof. Dr. Adioro Soetojo, drg., MS, SpKG(K) selaku Ketua Departemen Konservasi Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga atas kesempatan dan ijin yang diberikan kepada penulis untuk menyusun dan menyelesaikan skripsi di Bagian Ilmu Konservasi Gigi.
4. Prof. Dr. Sri Kunarti, drg., M.S., Sp.KG (K) selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu dan dengan penuh kesabaran membimbing, memberikan semangat dan dorongan kepada penulis dalam menyusun dan menyelesaikan skripsi ini.

5. Nirawati Pribadi, drg., M.Kes., Sp.KG (K) selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan dengan kesabaran membimbing, memberikan semangat dan masukan dalam menyusun dan menyelesaikan skripsi ini.
6. Dosen-dosen penguji proposal dan sidang akhir skripsi untuk saran dan masukan demi perbaikan dalam penyusunan skripsi.
7. .Dosen – dosen pembimbing kuliah maupun praktikum, terima kasih untuk ilmu yang diberikan semoga mampu menjadikan saya dokter gigi yang profesional dan bertanggung jawab.
8. Seluruh staf Konservasi Gigi yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan penyusunan skripsi
9. Orang Tua (Bapak dan Ibu) tercinta untuk kasih sayang, cinta, dorongan dan doa yang tak pernah putus sehingga membuat ananda mampu untuk tegar dan bangkit kembali.
10. Adik-adikku, Dik Intan dan Dik Ndaru untuk semangat, dukungan dan tempat berbagi yang baik sehingga selalu bisa tegar dan tersenyum kembali.
11. Farihah R, Dinda Permata A, Firmansyah, Angga Mahendra, untuk semangat, saran, doa, kebersamaan saat suka maupun duka serta persahabatan yang indah.
12. Rewina, Nydia, Esti, Ellyta, Sinta, Lindya, Ruruh, Adilla, Azna, Renata, Delia untuk doa, bantuan, semangat, dan kebersamaan yang indah dan dorongan dalam menyelesaikan penyusunan skripsi maupun kerja klinik.
13. Untuk teman – teman kos, Mbak Tyas, Mbak Komang, Cietra, Jihan, Endah, Ika untuk doa, semangat dan dukungan dalam menyelesaikan penyusunan skripsi.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini, maka dengan kerendahan hati penulis menerima semua saran dan kritikan untuk perbaikan penulisan ini.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

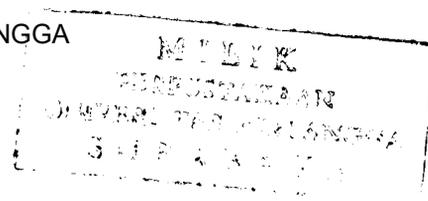
Surabaya, 10 Agustus 2010

Penulis

ABSTRACT

Background: *Lasers have been used in medicine and dentistry since 1964. Nearly a third of the patients studied by the American Dental Association (ADA) in the late 1990s argued that the application of lasers in the practice of a dentist is very important.* **Purpose:** *This study attempts to discuss the use of lasers in the dental conservation field because the author wants to provide more information on the progress of laser technology, especially in the field of dental conservation.* **Review.** *In a recent study about 31% of adults believe that the laser holds a very important role in dental practice, while 30% think the laser is important in the practice of dentists and 21% think a laser rather important in dental practice. For some dentists, this public perception and the perception of the marketability of lasers in dentistry can create a pressure to immediately implement laser technology.* **Conclusion:** *Laser is in fact already discovered since several decades ago, but laser has not been applied widely in dentistry, particularly in dental conservation. Conventional technique i.e. endodontics, is still superior to the laser technology for dental treatment.*

Key words: Laser, dental caries, bleaching, dental conservation, early caries detection



DAFTAR ISI

Halaman

Halaman judul	i
Halaman persetujuan	ii
Kata Pengantar.....	iii
Abstract.....	vi
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Definisi dan komponen Laser.....	4
2.2 Penggolongan Laser Berdasarkan Panjang Gelombang.....	6
2.3 Sifat Optik Jaringan Akibat Paparan Laser.....	7
2.4 Interaksi Laser Terhadap Jaringan.....	8
2.5 Keunggulan dan Kerugian Laser.....	9
2.6 Sejarah Perkembangan Laser Dalam Bidang Kedokteran Gigi.....	11
2.7 Macam-Macam Penggunaan Laser Pada Bidang Kedokteran Gigi.....	14
2.7.1 Gingival Recounturing.....	14
2.7.2 Frenectomy.....	14
2.7.3 Pengobatan Periodontal.....	14
2.7.4 Bedah Jaringan Lunak	15
2.8 Penggunaan Laser Dalam Bidang Konservasi Gigi.....	16
2.8.1 Aplikasi Pada Jaringan Keras.....	16
2.8.2 Laser Sebagai Alat Diagnosa Dini Karies Oklusal.....	20
2.8.3 Laser Sebagai Alat Bleaching.....	23
2.8.4 Laser Pada Endodontik.....	30
BAB 3 PEMBAHASAN.....	36
BAB 4 KESIMPULAN.....	41
Daftar Pustaka.....	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur gigi.....	16
Gambar 2.2 Enamel karies diambil dengan SEM.....	17
Gambar 2.3 Laser Er:YAG dan CO2.....	20
Gambar 2.4 Gigi Non Vital.....	25
Gambar 2.5 Mouthguard atau strip.....	26
Gambar 2.6 <i>at home bleaching</i>	26
Gambar 2.7 <i>Paint-on bleaching</i>	27
Gambar 2.8 Isolasi jaringan sekitar.....	28
Gambar 2.9 Penyinaran Bleaching.....	29
Gambar 2.10 Handpiece Kavo E2062 untuk perawatan Saluran akar.....	34
Gambar 2.11 Monitor Laser.....	35

BAB 1
PENDAHULUAN



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) telah digunakan dalam dunia kedokteran dan kedokteran gigi sejak tahun 1964. Dengan derasnya arus informasi melalui berbagai media, pergerakan ekonomi masyarakat dan komunikasi serta teknologi yang semakin maju mendorong masyarakat untuk lebih memperhatikan penampilan secara utuh menyeluruh. Dengan alasan tersebut, dalam sepuluh tahun terakhir ada metode terbaru perawatan gigi khususnya di Indonesia, yaitu dengan teknologi laser. Laser sudah mulai berkembang dalam bidang kedokteran gigi, khususnya pada bidang konservasi gigi. Salah satu dampak positif dengan adanya teknologi terbaru laser menyebabkan sugesti masyarakat yang takut berobat ke dokter gigi dapat hilang setelah merasakan teknologi terbaru ini. (Gutknecht, Norbert. 2008).

Meski penggunaan laser dalam kedokteran gigi relatif masih baru, masa depannya tampak sangat cerah. Sebagaimana halnya dengan teknologi dan filosofi baru, seleksi kasus yang tepat dan pemahaman akan indikasi dan kontra indikasi wajib dilakukan untuk mencapai keberhasilan (Hornbrook, David. 2006).

Radiasi yang dilibatkan dalam menghasilkan cahaya laser adalah non-ion dan tidak menimbulkan efek yang sama seperti yang ditimbulkan oleh radiasi-X. Food and Drug Administration (FDA) telah menyetujui pemakaian berbagai laser sebagai alat untuk mengambil atau mengangkat jaringan gingival yang berpenyakit dan untuk aplikasi jaringan lunak lainnya, untuk deteksi dini karies gigi, sebagai pelengkap dalam prosedur saluran akar gigi, pengobatan periodontal, dan bedah jaringan lunak seperti insisi abses (American Association of Endodontist. 2000).

Sejak awal dekade 1990-an, laser digunakan dalam berbagai bidang aplikasi kedokteran gigi. Setiap jenis laser dapat dibedakan berdasarkan karakteristik spesifiknya sendiri. Karakteristik yang paling penting dan pokok adalah panjang gelombang, yang menentukan posisi laser dalam spektrum elektromagnetik. Interaksi antara laser dan jaringan ditentukan oleh energi laser yang memasuki jaringan. Disini, absorpsi energi sinar laser berperan penting dan diilustrasikan oleh spektrum absorpsi untuk tiap panjang gelombang laser pada jaringan yang dituju. Selain panjang gelombang dan absorpsi, pemantulan dan perambatan juga berperan dalam interaksi terhadap jaringan. Perambatan adalah sejauh mana energi laser mampu menembus jaringan (Gutknecht, Norbert. 2008).

Laser adalah cahaya dengan panjang gelombang tertentu yang dapat digunakan sebagai alternatif lain dalam melakukan perawatan gigi seperti mendeteksi dini karies, bleaching dengan harapan teknologi terbaru ini mampu mengatasi sebagian kelemahan atau keterbatasan metode prosedur konvensional. Laser merupakan cahaya atau energi yang dapat membakar, sehingga tindakan bedah dapat dilakukan dengan lebih sederhana tanpa anastesi dan hanya sedikit menyebabkan perdarahan. Dengan kata lain, perawatan dengan laser adalah perawatan “tanpa nyeri (sakit) dan tanpa darah”. Disamping itu, dengan sifat membakarnya, laser dapat membunuh bakteri yang tersembunyi di saluran akar, sehingga perawatan saluran akar yang semestinya dilakukan dalam beberapa kali kunjungan dipersingkat menjadi satu kali kunjungan saja. Dengan demikian, hal-hal menakutkan yang selalu membayangi perawatan gigi terhapus sedikit demi sedikit (American Association of Endodontist. 2000).

Dalam karya tulis studi pustaka ini membahas mengenai penggunaan laser pada bidang konservasi gigi karena penulis ingin memberikan tambahan informasi mengenai kemajuan teknologi laser khususnya pada bidang konservasi gigi.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang diangkat pada karya tulis ini adalah bagaimana aplikasi, keuntungan, dan kerugian laser pada bidang konservasi gigi (deteksi karies dini, bleaching, dan endodontik)?

1.3 Tujuan

Tujuan penulisan karya tulis ini adalah untuk membahas mengenai aplikasi, keuntungan, dan kerugian laser pada bidang konservasi gigi (deteksi karies dini, bleaching, dan endodontik).

1.4 Manfaat

Dengan adanya skripsi ini diharapkan dapat bermanfaat untuk dijadikan dasar ilmiah dan klinis bagi para dokter gigi dalam melakukan aplikasi laser pada perawatan pasien khususnya pada bidang Konservasi Gigi.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

BAB 2**TINJAUAN PUSTAKA****2.1 Definisi dan Komponen Laser**

Laser merupakan alat bedah yang memiliki kualitas “peluru ajaib” dalam arti cahaya menembus jaringan tanpa menimbulkan efek sampai diserap oleh target-target spesifik. Cahaya merupakan irisan kecil dari spektrum radiasi elektromagnetik, yang dalam teori kuantum disebut sebagai *foton*. Panjang gelombang radiasi elektromagnetik berbanding terbalik dengan jumlah energi yang dibawa oleh masing-masing foton. Radiasi elektromagnetik mencakup sinar γ , sinar x, ultraviolet (UV), sinar tampak, radiasi infra-merah, gelombang-mikro, dan energi gelombang radio. Pada dasarnya ini semua adalah jenis energi foton, yang merambat pada kecepatan tertinggi, yakni kecepatan cahaya. Penyerapan foton selalu merupakan kebalikan dari pembentukan foton. Foton dihasilkan ketika zat bermuatan melepaskan energi dan diserap ketika zat bermuatan dialirkan ke tingkat energi yang lebih tinggi. Inilah sebabnya mengapa molekul-molekul memiliki serapan berbeda pada beberapa panjang gelombang, sedangkan molekul yang sama transparan pada panjang-panjang gelombang yang lain. Molekul-molekul penyerap cahaya disebut sebagai kromofor. Sifat yang saling berhubungan dari absorpsi foton dan pembentukan foton inilah yang menyebabkan terjadinya pembentukan laser. Kata laser adalah singkatan dari Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (penguatan cahaya dengan emisi radiasi terstimulasi) (Masdin, 2008).

Laser menghasilkan berkas-berkas radiasi monokromatis yang intens. Alat ini dapat beroperasi dengan mengeksplor molekul dalam foton. Laser memiliki panjang gelombang

UV, sinar tampak, atau panjang gelombang inframerah dan bisa beroperasi sebagai sumber kontinyu maupun sumber berpulsasi (Masdin, 2008).

Laser memiliki bagian-bagian pembentuk laser yang disebut juga dengan komponen laser. Komponen laser tersebut terdiri dari: (Parker, 2007).

1. Medium aktif dan mekanisme pemompaan

Suatu materi yang terdapat di alam atau buatan manusia yang ketika distimulasi, akan memancarkan sinar laser. Materi ini bisa padat, cair atau gas. Laser gigi pertama menggunakan kristal Nd:YAG sebagai medium aktifnya. 'YAG' merupakan suatu kristal kompleks dengan komposisi kimia $Y_3Al_5O_{12}$. Selama pertumbuhan kristal, 1% ion neodymium (Nd^{3+}) ditambahkan pada kristal YAG.

Laser lain yang penting dalam kedokteran gigi menggunakan ion logam lain didalam kisi-kisi kristal YAG, contohnya erbium (Er:YAG) dan holmium (Ho:YAG), beserta erbium lain dan Erbium Chromium-doped garnet of Yttrium, Scandium and Gallium Garnet (Er, Cr: YSGG).

Medium aktif diletakkan didalam rongga laser, suatu tabung mengkilap didalam, dengan cermin yang ditempatkan ko-aksial di tiap ujung dan dikelilingi oleh input penyedia daya luar, atau mekanisme pemompaan.

Mekanisme pemompaan merupakan sumber energi primer buatan manusia yang menggunakan medium aktif. Biasanya berupa sumber sinar, apakah itu lampu senter ataupun lampu listrik. Energi dari sumber primer ini diserap oleh medium aktif, sehingga menyebabkan produksi sinar laser.

2. Resonator optik

Sinar laser yang dihasilkan oleh medium aktif dipantulkan berulang kali melalui sumbu rongga laser, menggunakan dua cermin yang diletakkan di tiap ujung, sehingga memperkuat daya.

3. Sistem pengiriman

Bergantung pada panjang gelombang yang dipancarkan, sistem pengiriman bisa berupa fiber optic kuarsa, flexible hollow waveguid, articulated arm, atau hand-piece yang memuat unit laser (saat ini hanya untuk laser berdaya rendah).

4. Sistem pendinginan

Produksi panas adalah produk samping dari perambatan sinar laser. Produksi panas meningkat seiring output daya dari laser dan karenanya sistem pendinginan merupakan komponen paling besar. Sistem pendingin bisa dibantu udara atau air.

5. Panel kontrol

Ini memungkinkan variasi output daya seiring waktu, diatas yang ditetapkan oleh frekuensi mekanisme pemompaan. Fasilitas lain bisa memungkinkan perubahan panjang gelombang (multi-laser instrument) dan print-out energi laser yang dikirimkan selama penggunaan klinis.

2.2 Penggolongan Laser Berdasarkan Panjang Gelombang

Laser digolongkan menurut panjang gelombang dimana panjang gelombang laser yang digunakan dalam kedokteran gigi tidak begitu berbeda dengan laser yang digunakan pada kedokteran dan bedah. American Dental Laser menggunakan medium aktif yakni Nd:YAG, Laser ini pertama kali dijual di Inggris pada 1990. Pada 1989, penelitian eksperimental yang diadakan oleh Keller dan Hibst menyatakan bahwa YAG laser

memperlihatkan efektivitasnya dalam memotong enamel, dentin dan tulang. Panjang gelombang laser untuk kedokteran gigi pada umumnya adalah 400-10.600 nm (Parker, S. 2007).

Laser terbaik berdasarkan daerah aplikasi :

1. Endodontik : Nd:YAG laser, laser dioda 810 nm, laser dioda 980 nm, laser Er:YAG, Er,Cr:YSGG
2. Periodontik : Laser Er:YAG, laser CO₂, laser Er,Cr:YSGG
3. Implant : Laser Er:YAG, laser CO₂, Laser dioda
4. Bedah jaringan lunak : Laser Er:YAG, laser Er,Cr:YSGG atau laser dioda 810, laser Nd:YAG, laser dioda 980 nm.

2.3 Sifat Optik Jaringan Akibat Paparan Laser

Ketika mengenai permukaan jaringan (keras/lunak), sinar laser akan dipantulkan/*direfleksikan* dan dibiaskan/*direfraksikan*, dihamburkan/*scattering*, atau diabsorpsi oleh jaringan. Fenomena pembiasan biasanya diidentikkan dengan fenomena sinar yang ditransmisikan. Rasio intensitas yang ditransmisikan dan intensitas sinar yang datang disebut dengan transmitansi (*transmittance*). Pemantulan, absorpsi, dan hamburan sangat dominan tergantung oleh jenis material dan panjang gelombang yang datang. (Retna. 2009)

Dalam aplikasi medis, fenomena pembiasan memainkan peranan yang sangat signifikan. Pada media gelap (*opaque*), fenomena pembiasan sulit diukur, yang diukur adalah fenomena absorpsi dan hamburan. Dalam operasi laser, pengetahuan tentang absorpsi dan sifat-sifat hamburan untuk jaringan-jaringan yang dioperasi sangat penting

untuk tujuan prediksi perlakuan operasi yang tepat. Indeks bias merupakan parameter yang sangat menentukan ketika radiasi laser diaplikasikan pada permukaan yang sangat memantul seperti implant logam atau orthopedi. Selama fenomena absorpsi terjadi, intensitas gelombang elektromagnetik akan berkurang ketika melewati suatu medium. Absorbansi (*absorbance*) suatu medium didefinisikan sebagai rasio intensitas sinar yang diabsorpsi dan sinar yang datang. Absorpsi disebabkan oleh konversi sebagian energi sinar ke perpindahan panas atau vibrasi molekul dari medium yang mengabsorpsi. Suatu medium yang transparan sempurna biasanya tidak mengabsorpsi tetapi hanya mentransmisikan sinar, yang berarti bahwa total energi radiasi yang datang dan masuk pada medium tersebut adalah sama. Batasan transparan dan *opaque* adalah relatif, tergantung pada panjang gelombang sinar laser yang digunakan. Pembiasan adalah penempatan nilai frekuensi yang tidak bergantung pada frekuensi natural dari partikel. Dalam hal ini diasumsikan bahwa pembiasan merupakan dasar dari fenomena dispersi. Dispersi (penyebaran) adalah bergantungnya kecepatan jalan gelombang di dalam bahan/medium terhadap panjang gelombang.

2.4 Interaksi Laser Terhadap Jaringan

Parameter yang mempengaruhi interaksi laser terhadap jaringan adalah karakteristik jaringan target dan pemilihan tipe laser (panjang gelombang) dan penyetingan (kerapatan daya/*power density* dan waktu penyinaran/*exposure time*). Parameter radiasi laser ditentukan oleh panjang gelombang, waktu penyinaran, energi yang diberikan, ukuran pancaran fokus, kerapatan energi, dan kerapatan daya. Waktu penyinaran merupakan parameter penting yang harus dipertimbangkan. Efek interaksi terpenting akibat paparan laser terhadap jaringan dibagi menjadi 5 yaitu: interaksi fotokimia (*photochemical*), interaksi fototermal (*phototherma*), fotoablasi (*photoablation*), interaksi produksi plasma (*plasma-induced ablation*), dan fotoakustik

(*photodisruption*). Interaksi fotokimia berawal dari observasi empirik bahwa cahaya dapat menyebabkan efek kimia dan bereaksi dengan makromolekul atau jaringan. Interaksi termal (fototermal) ditandai dengan adanya perubahan parameter yang cukup signifikan yaitu peningkatan temperatur lokal pada sampel. Efek termal dapat disebabkan karena paparan laser dengan tipe pulsed. Aplikasi efek termal paling menonjol digunakan untuk operasi pada bidang kedokteran. Derajat dan tingkatan efek termal tergantung pada sifat optik dan termal dari jaringan, bentuk berkas laser, energi cahaya yang datang. (Retna. 2009).

Efek fototermal berlangsung ketika sinar laser diabsorpsi jaringan, dan diubah menjadi panas sehingga suhu jaringan meningkat. Bila energi yang digunakan cukup banyak, air pada jaringan akan menguap dan menyebabkan ablasi jaringan. Interaksi fotoablasi (*photoablation*) adalah material akan mengalami perubahan komposisi ketika dipapari oleh radiasi laser dengan intensitas tinggi. Foto ablasi adalah pemutusan ikatan molekul oleh energi tinggi foton UV. Kedalaman ablasi ditentukan oleh energi laser tipe pulsed pada jangkauan nanosecon. Fotoablasi merupakan mekanisme interaksi yang terpisah dengan interaksi dasar yaitu fotokimia dan fototermal. (Retna. 2009).

2.5 Keunggulan dan Kerugian Laser

Meskipun aplikasi laser menempati urutan kedua dalam kedokteran gigi, tetapi pada dasarnya laser tetap menjadi bidang riset. Terutama dalam terapi karies, operasi bedah gigi yang paling umum, bor mekanik konvensional masih lebih unggul jika dibanding dengan banyak jenis laser, terutama *long-pulsed* laser. Sistem laser lain yang mampu menyediakan *pulsed* yang sangat pendek mungkin bisa menjadi alternatif untuk bor mekanik seperti ditunjukkan oleh Niemz et al (1993) dan Pioch et al (1994).

Sebelum memutuskan untuk menggunakan laser, para dokter gigi harus memahami sepenuhnya perbedaan di antara berbagai jenis laser, aplikasi, serta keuntungan dan kerugian dari laser itu sendiri. Meskipun laser memiliki kegunaan yang sah dalam kedokteran gigi, tapi laser tidak menggantikan alat-alat yang lebih konvensional dalam kedokteran gigi.

Berikut ini beberapa keuntungan laser, di antaranya : (Omegan, 2008)

1. Sedikit memerlukan anestesi
2. Memiliki faktor gangguan yang rendah (lebih sedikit kebisingan dan getaran dibanding alat putar/bur)
3. Tindakan bedah yang dilakukan lebih sederhana dan hanya sedikit menyebabkan perdarahan. Disamping itu, dengan sifat membakarnya, laser dapat membunuh bakteri yang tersembunyi di saluran akar, sehingga perawatan saluran akar yang semestinya dilakukan dalam beberapa kali kunjungan dipersingkat menjadi satu kali kunjungan saja
4. Mampu berinteraksi secara tepat dengan sejumlah lapisan sel sekaligus dan juga mengambil sejumlah lapisan sel sekaligus. Erbium laser punya selektivitas dalam mengambil struktur gigi yang berpenyakit.
5. Pengambilan jaringan tulang dan contouring juga dapat berlangsung dengan mudah dengan penyembuhan yang lebih cepat.
6. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa terbentuknya jaringan parut pasca operasi bedah dapat diminimalkan; karena insisi laser lebih luas dan irregular dibanding insisi pisau bedah, maka jaringan yang sudah sembuh bercampur secara lebih baik dengan struktur sekitarnya.

Kerugian Laser

Selain memiliki keuntungan, ternyata laser juga memiliki kerugian. Berikut ini beberapa kerugian laser, yaitu : (Omegan, 2008).

1. Bagi masyarakat yang menginginkan gigi mereka putih dengan teknik bleaching. Pemutihan gigi dengan sinar laser bisa membahayakan mata dan kulit. Sebuah organisasi kesehatan di Inggris, The Royal Society of Chemistry, melakukan studi terhadap metode pemutihan gigi dengan laser, dan menemukan bahwa pancaran sinar UV yang ditujukan untuk memutihkan gigi bisa membawa efek samping ke kesehatan mata dan kulit. Hal itu bisa terjadi bila saat proses pemutihan gigi, kulit dan mata tidak terlindung sehingga terkena paparan sinar UV. Paparan sinar UV yang dibutuhkan untuk metode pemutihan gigi memiliki kekuatan radiasi empat kali lebih kuat daripada sinar matahari biasa. Bila terkena langsung ke kulit dan mata, bisa menyebabkan kerusakan sel dan memicu kanker.
2. Penggunaan laser tidak mempunyai indera peraba, dan bergantung pada bahan dan tipe laser, kecepatannya dalam memotong struktur gigi bisa sedikit lebih lambat dibanding bor putar berkecepatan tinggi.

2.6 Sejarah Perkembangan Laser Dalam Bidang Kedokteran Gigi

Landasan teori dari sinar laser sebenarnya telah dikembangkan sekitar 90 tahun lalu, akan tetapi dalam praktek kedokteran gigi ternyata laser yang tersedia secara komersial baru digunakan dalam 20 tahun terakhir ini. Pada 1704, Newton menggambarkan sinar sebagai suatu aliran partikel-partikel. Percobaan yang dilakukan Young pada 1803 mengenai penemuan polaritas sinar meyakinkan ilmuwan lain pada masa itu bahwa sinar dipancarkan dalam bentuk gelombang. Contoh dari konsep radiasi elektromagnetik misalnya sinar. Pada tahun 1905, Albert Einstein membuat teori bahwa

sinar terdiri dari partikel-partikel (foton) tersendiri.. Pada 1917, dalam *Zur Theorie der Strahlung* (Teori Panjang Gelombang), Einstein juga meramalkan bahwa jika terdapat arus balik populasi antara tingkat energi atas dan bawah diantara sistem-sistem atom, maka akan mungkin untuk mewujudkan radiasi terstimulasi kuat, yakni sinar laser.. Pada 1953, Charles Townes, yang bereksperimen dengan gelombang mikro, membuat suatu alat dimana radiasi dapat diperkuat dengan melewatkannya melalui gas ammonia. Alat inilah yang dinamakan MASER pertama (microwave amplification by the stimulated emission of radiation). Pada saat itu disadari bahwa hanya sebagian kecil saja energi jatuh yang dikonversi menjadi energi maser, sedangkan *emisi* yang lebih besar berbentuk panas. Daya output dari maser awal berukuran beberapa mikro watt (Hornbrook, David. 2006).

Penelitian lain yang dilakukan oleh Theodore Maiman di Hughes pada tahun 1960 mengenai berbagai panjang gelombang dan bahan target, menghasilkan penemuan LASER (Light Amplification by the Stimulated Emission of Radiation). Laser temuan Maiman menggunakan *ruby* (batu) padat sebagai 'medium aktif', yang bertenaga atau dipompa oleh suatu sumber listrik (Parker. 2007).

Setelah ditemukannya jenis laser dengan sinar *ruby* padat, kemudian mulai bermunculan jenis – jenis laser lainnya, di antaranya adalah laser uranium pertama oleh IBM laboratories (pada November 1960), laser helium-neon pertama oleh Bell Laboratories pada 1961 dan laser semikonduktor pertama oleh Robert Hall di General Electric Laboratories pada 1962; laser neodmium-doped yttrium aluminium garnet (Nd:YAG) dan laser CO₂ pertama yang berfungsi oleh Bell Laboratories pada 1964; laser ion argon pada 1964, laser kimia pada 1965 dan laser uap logam pada 1966 (Gutknecht, Norbert. 2008).

Pada 1964, laser Nd:YAG dan laser CO₂ dikembangkan di Bell Laboratories, Amerika Serikat. Laser CO₂ merupakan laser gas dengan gelombang kontinyu dan memancarkan sinar infra merah pada 10.600 nm dalam sorot yang terfokus. Penggunaan laser ini untuk bedah diselidiki secara mendalam dari 1967-1970 oleh para perintis seperti Dr Thomas Polanyi dan Geza Jako dan pada awal dekade 1970-an, penggunaan laser CO₂ menjadi kian mapan, namun terbatas pada rumah sakit akademik dan pendidikan (Gutknecht, Norbeert. 2008).

Pada awal dekade 1980-an, muncul laser lebih kecil namun lebih kuat yaitu laser CO₂ dan laser argon yang digunakan untuk memotong dan menguapkan yang terkait dengan mata dan penyakit mata. Kedua laser ini semua merupakan gelombang kontinyu yang cenderung menyebabkan trauma panas non-selektif, dan pengaplikasian laser yang tepat dibutuhkan proses pembelajaran dan waktu yang lebih mendalam serta dibutuhkan dokter bedah laser yang berpengalaman (Parker. 2007).

Dr. Terry Myers (seorang dokter gigi Amerika) memasarkan laser medium aktif dalam bidang kedokteran gigi yaitu Nd:YAG yang memancarkan laser *berpulsed*. Meski bertenaga rendah dan tidak cocok untuk digunakan pada jaringan keras gigi, namun laser ini dapat menjadi pilihan pertama bagi dokter gigi pada masa itu.

Pada 1989, penelitian eksperimental yang diadakan oleh Keller dan Hibst dengan menggunakan pulsed erbium YAG (2.940 nm) laser memperlihatkan efektivitasnya dalam memotong enamel, dentin dan tulang. Laser ini dijual secara komersial di Inggris pada 1995 kemudian diikuti oleh laser Er,Cr:YSGG (erbium chromium: yttrium scandium gallium garnet) pada 1997, sama dengan piranti laser yang memenuhi kebutuhan bedah dalam kedokteran gigi (Husein, 2006).

2.7 Macam – Macam Penggunaan Laser Pada Bidang Kedokteran Gigi

Berikut ini hanyalah beberapa contoh saja dari banyak aplikasi laser dalam kedokteran gigi (Hornbrook, David. 2006).

2.7.1 Gingival Recounturing

Aplikasi laser dalam *gingival recounturing* menjadi salah satu pilihan terbaik bagi paradokter gigi sejak pertengahan dekade 1990-an. Penggunaan laser, khususnya laser Diode (Odyssey [Ivoclar], DioDent II [Hoya ConBio]), memberikan cara untuk membentuk kembali dan merekonturisasi jaringan gingiva serta dapat diprediksi untuk mengoptimalkan estetika. Recounturing berguna sebagai cara untuk membuang kelebihan jaringan gingiva yang berbahaya serta mengembalikan estetika. (Hornbrook, David. 2006).

2.7.2 Frenectomy

Penggunaan laser merupakan hal yang ideal untuk frenectomy. Salah satu alasannya adalah karena laser menutup ujung syaraf maupun kapiler, ketidaknyamanan post-operasi dan perdarahan hampir tidak terjadi, dan penjahitan post-operasi juga tidak diperlukan lagi. (Hornbrook, David. 2006).

2.7.3 Pengobatan Periodontal

Penggunaan laser dalam pengobatan periodontal telah dilakukan selama 10 tahun terakhir. Bila digunakan pada periodontal pocket, laser tidak hanya membuang jaringan granulasi yang berpenyakit dan memberantas bakteri terkait. Laser Nd:YAG merupakan laser terbaik dalam terapi periodontal ini karena Nd:YAG dapat mengurangi kuman di periodontal pocket dengan sangat baik. Kuman di periodontal pocket dapat dikurangi

dengan persentase 96%. Penyembuhan luka yang terjadi pun relatif cepat. (Hornbrook, David. 2006).

2.7.4 Bedah Jaringan Lunak

Untuk pemotongan jaringan lunak, contohnya insisi abses, yang memerlukan pemotongan steril dengan perdarahan sekecil mungkin, laser dioda 810 nm dan 980 nm, maupun pulsed Nd:YAG laser, dapat digunakan (Gutknecht, Norbert. 2008).

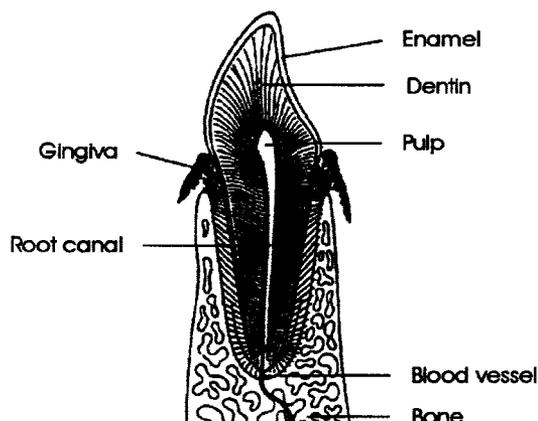
Sistem laser Er:YAG yang memungkinkan setting durasi *pulsed* yang sangat panjang ($> 700\mu s$) secara umum juga cocok untuk frenectomy dan prosedur bedah jaringan lunak. Sistem laser Er,Cr:YSGG dan laser Er:YAG dapat juga digunakan dalam bedah jaringan lunak, tetapi hanya dengan bedah khusus (Gutknecht, Norbert. 2008).

Perbedaan antara laser CO₂ dan laser Er:YAG *pulsed* panjang terletak pada koefisien absorpsi mereka yang berbeda. Laser Er:YAG diserap jauh lebih kuat dalam air, yakni jaringan lunak telah terisolasi melalui interaksi laser dengan air dalam sel, tanpa memerlukan efek panas yang tinggi. Micro-rupture terjadi dan karenanya terjadi juga perdarahan. Sebaliknya, laser CO₂ menunjukkan absorpsi sangat tinggi pada permukaan jaringan. Karena perbedaan cara kerja laser ini — sebagian besar *continuous wave* — efek panasnya lebih tinggi pada permukaan jaringan atas dan kurang tinggi pada lapisan jaringan lebih dalam dibanding dengan laser Er:YAG. Hal ini mengakibatkan lapisan jaringan atas berkarbon meski perdarahannya sedikit. Pada durasi *pulsed* sangat panjang, sistem laser Er:YAG pulsa panjang dapat memberikan alternatif yang sangat baik, karena efek panasnya lebih tinggi dan dengan demikian pembuluh yang lebih kecil ditutup. Perdarahan berkurang tetapi tidak hilang sama sekali, yang pada akhirnya menyebabkan penyembuhan lebih cepat (Gutknecht, Norbert. 2008).

2.8 Penggunaan Laser Dalam Bidang Konservasi Gigi

2.8.1 Aplikasi pada Jaringan Keras

Pada dasarnya, gigi manusia terdiri dari tiga segmen utama yang disebut enamel, dentin dan pulpa



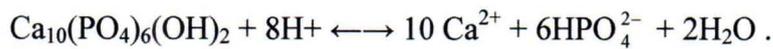
Gambar 2.1 Struktur gigi

Enamel terbuat dari hampir 95% (menurut beratnya) hydroxyapatite, 4% air, dan 1% zat organik. Hydroxyapatite merupakan senyawa bermineral dengan rumus kimia $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$. Sebaliknya, dentin jauh lebih lunak. Hanya 70% volumenya terdiri dari hydroxyapatite, sedangkan 20% berupa zat organik—terutama serabut kolagen dan 10% air. Struktur internal dentin ditandai dengan tubulus sangat kecil dengan ukuran panjang hingga beberapa milimeter dan diameter 100 nm dan 3 μm . Tubulus ini sangat penting untuk pertumbuhan gigi (Rodrigues, 2006).

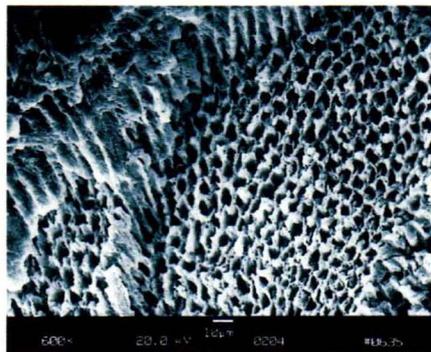
Pulpa terdiri dari pembuluh darah pemasok, serabutsaraf, dan beberapa jenis sel terutama odontoblas dan fibroblas. Odontoblasts bertanggung jawab memproduksi dentin, sedangkan fibroblas berkontribusi kepada stabilitas dan mekanisme regulasi. Pulpa dihubungkan ke pembuluh darah perifer oleh saluran kecil yang disebut *root canal* atau saluran akar. Gigi itu sendiri ditanamkan ke dalam jaringan lunak yang

disebut gingiva yang memegang gigi di tempatnya dan mencegah bakteri dari menyerang akar gigi (Markolf, 2007).

Kondisi patologis yang paling sering pada gigi disebut *decay* atau *karies*. Karies awalnya disebabkan oleh makanan yang menyebabkan pembusukan gigi dan kebersihan mulut yang kurang memadai. Mikroorganisme berkembang biak pada permukaan gigi dan membentuk lapisan *plak*. Mikroorganisme ini menghasilkan asam laktat dan asam asetat sehingga menurunkan pH sampai ke nilai 3.5. pH dan solubilitas hydroxyapatite dihubungkan dengan kuat oleh (Markolf, 2007)



Dengan reaksi ini, enamel akan kehilangan mineral dalam beberapa hari saja. Kalsium yang berikatan dengan hydroxyapatite mengalami ionisasi dan terbuang oleh saliva. Proses ini mengubah enamel yang keras menjadi struktur yang berlubang-lubang dan permeable seperti ditunjukkan dalam gambar di bawah ini.



Gambar 2.2 Enamel karies diambil dengan SEM

Jenis pembusukan ini dikaitkan dengan warna yang menjadi gelap atau hitam. Meski demikian, kadang lesi karies tampak terang pada permukaan sehingga sulit dideteksi. Dalam stadium lanjut, dentin juga kehilangan mineral. Dalam hal ini, mikroorganisme bahkan dapat menginfeksi pulpa dan bagian dalamnya yang sering mengakibatkan rasa nyeri hebat. Bagian yang terinfeksi tersebut harus di ambil dan diisi kembali dengan alloy, emas, keramik, atau komposit yang cocok (Markolf, 2007).

Pengambilan substansi yang terinfeksi (*infected substance*) umumnya dilakukan dengan bor mekanik konvensional. Bor ini dapat menimbulkan nyeri kembali karena dua alasan. Pertama, saraf gigi sangat sensitif terhadap getaran yang diinduksi. Kedua, saraf gigi juga mendeteksi adanya kenaikan temperatur mendadak yang diinduksi oleh gesekan selama proses pengeboran. Penurunan rasa nyeri tanpa anestesi merupakan alasan utama untuk pemakaian laser dalam terapi karies. Meski demikian, tidak seluruh jenis laser mampu melaksanakan tugas tersebut. Meskipun getaran atau vibrasi dapat dihindari karena adanya teknik *contactless* (tanpa kontak), efek samping yang berupa panas tidak selalu dapat dihilangkan ketika menggunakan laser. *Long-pulsed* laser menimbulkan temperatur yang sangat tinggi dalam pulpa. Bahkan *air cooling* tidak dapat menurunkan temperatur tersebut ke nilai yang dapat diterima oleh pemakai laser. Sementara itu, keuntungan yang paling penting berupa prosedur pembersihan/penghilangan karies yang lebih tepat. Yaitu memberikan perlindungan tambahan pada gigi dengan sarana *sealing* permukaan gigi. Dengan cara ini, kejadian karies dapat diperlambat secara signifikan. Control pembersihan karies dapat dilakukan misalnya dengan analisa spektroskopik *laser-induced plasma* dapat meminimalkan jumlah jaringan sehat yang akan diambil (Markolf, 2007).

Eksperimen pertama dengan gigi yang menggunakan laser dilakukan oleh Goldman et al (1964) dan Stern dan Sogmaes (1964). Kedua kelompok peneliti ini menggunakan *pulsed ruby laser* pada panjang gelombang 694 μm . Beberapa tahun kemudian, sistem laser CO₂ diteliti oleh Stern et al (1972). Akan tetapi, hasilnya tidak menunjukkan banyak perbaikan yang signifikan jika dibanding dengan laser ruby. Observasi ini disebabkan oleh fakta bahwa baik laser ruby maupun laser CO₂ merupakan laser yang bekerja secara termal, yaitu menimbulkan panas. Akhirnya

disimpulkan bahwa tanpa ada kemampuan untuk menyingkirkan efek termal ini, maka laser tidak akan pernah menjadi alat yang cocok untuk preparasi gigi (Markolf, 2007).

Sementara itu, beberapa eksperimen telah dilakukan dengan menggunakan sistem laser alternatif. Pada akhir tahun 1980-an, Er:YAG laser diperkenalkan pada aplikasi dental oleh Hibst dan Keller (1989), dan Kayano et al (1989). Kemajuan teknologi laser dewasa ini juga memungkinkan penggunaannya dalam aplikasi pada jaringan keras. Ini terjadi pada laser Er:YAG. Meliputi enamel, dentin, dan karies. Laser Er : YAG juga sangat baik sebagai laser pada jaringan lunak. (Markolf, 2007).

Awalnya, laser Er:YAG tampaknya sangat menjanjikan karena punya efisiensi yang tinggi untuk mengablasi jaringan gigi. Sementara itu ada indikasi bahwa *microcrack* atau retak yang sangat halus dapat diinduksi oleh radiasi laser Er:YAG. Niemz et al (1993) dan Frentzen et al (1994) dengan menggunakan scanning electron microscopy (SEM) dan uji penetrasi zat warna menemukan bahwa fissura atau retak ini bisa meluas hingga kedalaman 300 μm . Fissura semacam ini bisa menjadi sumber untuk perkembangan decay/karies baru. (Markolf, 2007).

Laser Er:YAG juga mengakibatkan dampak yang lebih buruk lagi seperti dilaporkan oleh Niemz et al (1993). Beberapa efek termal serius seperti meleburnya substansi gigi juga teramati. Crack atau retak hingga kedalaman 3 mm juga teramati ketika melakukan uji penetrasi zat warna. Uji penetrasi zat warna merupakan eksperimen yang cocok untuk mendeteksi fissura gigi yang diinduksi oleh laser. Setelah paparan laser, gigi diwarnai dengan suatu zat warna, yaitu larutan neofuchsine selama beberapa jam. Setelah itu, gigi diiris dengan menggunakan mikrotom, dan kedalaman penetrasi maksimum zat warna tersebut ditentukan. Fissura gigi atau retak gigi yang disebabkan oleh laser Ho:YAG dan laser Er:YAG harus dipertimbangkan sebagai efek samping serius (Markolf, 2007).

dan evaluasi risiko karies merupakan metode ideal untuk pencegahan karies di masa mendatang (International Caries Detection. 2006).

Jika penyinaran laser CO₂ terbukti efektif untuk mencegah karies dalam gigi vital, maka hal ini dapat menghasilkan perbaikan metode untuk merawat karies lubang oklusal dan karies fissura, yang merupakan lokasi paling rentan untuk terkena karies saat ini. Jika terbukti sama efektifnya dengan sealant, maka perawatan laser CO₂ dapat distandarisasi untuk merawat permukaan gigi yang lain untuk kasus-kasus Anestesi Umum yang melibatkan perawatan lengkap karies dini pada anak-anak di masa mendatang (International Caries Detection. 2006).

2.8.3 Laser Sebagai Alat Bleaching

Akhir-akhir ini, dengan semakin banyaknya orang yang tertarik dengan perbaikan kosmetik, permintaan untuk bleaching gigi menjadi meningkat. Tidak hanya bleaching konvensional pada gigi non-vital, tapi kebutuhan akan bleaching gigi vital juga meningkat (Asti, 2005).

Saat ini terdapat dua metode bleaching gigi vital: *office bleaching* yang dilaksanakan oleh dokter gigi di klinik, dan *home bleaching*, yang dilaksanakan oleh pasien di rumah dengan bimbingan seorang dokter gigi. Untuk office bleaching, Hi-Lite (Hi-L : 35% larutan hidrogen peroxide) paling banyak digunakan. Hi-Lite merupakan bahan bleaching yang dikembangkan pada tahun 1991, dan terdiri dari 35% larutan hidrogen peroksida sebagai bahan utamanya. Melalui dua jenis reaksi; aktivasi kimia oleh katalis dan aktivasi cahaya, bahan utama tersebut diuraikan untuk membebaskan hydroxyl radicals yang mempunyai aksi bleaching. Untuk home bleaching, umumnya menggunakan Nite White Excel (NWE : 10% carbamide peroxide). Sistem bleaching ini dipublikasikan pada tahun 1989. Bahan bleaching yang terdiri dari 10-22% carbamide peroxide sebagai bahan utama, dimasukkan pada tray untuk dicocokkan dengan dentin

pasien, dan pasien memakai tray ini dan melakukan bleaching di rumah. Ketika Hi-L dibandingkan dengan NWE, pengaruh signifikan bleaching terhadap enamel gigi tidak terdeteksi dengan CMR (Contact Micro Radiography). Hal ini disebabkan oleh pengaruh bleaching terhadap zat inorganik sangat kecil dan hanya terbatas pada lapisan superfisial.

Prosedur *bleaching* menggunakan bahan kimia, yang paling sering digunakan adalah peroksida. Proses ini melibatkan reaksi oksidasi dan reduksi, di mana peroksida bertindak sebagai agen pengoksidasi. Karbamid peroksida tersedia dalam berbagai konsentrasi, mulai dari 3% hingga 15%. Dari hasil banyak penelitian diketahui bahwa konsentrasi yang paling aman sekaligus efektif adalah karbamid peroksida 10%. Karbamid peroksida akan terurai menjadi hidrogen peroksida dan urea. Hidrogen peroksida inilah yang akan menghasilkan radikal bebas, yang akan bereaksi dengan molekul organik dalam email gigi. Dengan adanya reaksi ini, molekul organik yang berukuran besar dan berpigmentasi tinggi akan menjadi molekul berukuran lebih kecil dan lebih sedikit pigmen. Molekul kecil ini lebih sedikit merefleksikan cahaya. Hasil akhirnya gigi tampak lebih putih (Dental health. 2008).

Prosedur bleaching dibedakan menjadi dua, yaitu bleaching pada gigi non vital dan bleaching pada gigi vital. Sedangkan yang menggunakan laser adalah bleaching pada gigi vital.

I. Bleaching pada gigi non-vital (bleaching intra korona)

Gigi yang sudah mati, misalnya karena patah atau karena proses karies, dapat berubah warna karena kematian jaringan pulpa.



Gambar 2.4 Gigi non vital yang berwarna gelap kehitaman

Pada gigi yang cedera, dapat terjadi perdarahan pada ruang pulpa dan menyebabkan gigi berubah warna. Grossman mengkaitkan perubahan warna ini dengan iron sulfide, di mana sel darah merah yang mengalami hemolisis akan melepaskan hemoglobin. Zat besi dalam hemoglobin bergabung dengan hidrogen sulfida yang diproduksi bakteri, dan membentuk *iron sulfide*. Zat ini adalah pigmen yang berwarna sangat gelap. Gigi yang sudah non vital ini terlebih dulu harus dirawat saluran akar (perawatan endodontik), baru boleh dilakukan *bleaching*. Bahan *bleaching* yang lazim digunakan adalah superoksol (hidrogen peroksida 30-35 %) dan sodium perborat. Dokter gigi akan memasukkan bahan *bleaching* ini ke dalam mahkota gigi, ditutup dengan tambalan sementara (ADA, 1998).

II. Bleaching pada gigi vital

- *At home bleaching*

Perawatan *bleaching* yang dilakukan sendiri di rumah dapat menggunakan beberapa cara. Ada yang menggunakan *tray*, *point-on*, atau *strip*. Untuk yang menggunakan *tray*, pertama-tama pasien dicetak untuk mendapatkan *tray* yang sesuai dengan rahangnya. Warna gigi pasien dicatat, agar warna sebelum dan sesudah aplikasi dapat dibandingkan.

Selain dengan menggunakan *tray*, *at-home bleaching* juga dapat dilakukan dengan menggunakan kuas dan biasa disebut *paint-on bleaching*. Namun biasanya konsentrasi bahan yang digunakan lebih rendah, jadi hasilnya juga kurang memuaskan.



Gambar 2.7 *Paint-on bleaching*

- *In office bleaching* (klinik/praktek dokter)

Perawatan *bleaching* yang dilakukan oleh dokter gigi di klinik pada prinsipnya sama. Tapi durasinya lebih singkat, dan bisa juga kemudian dilanjutkan dengan perawatan *at-home bleaching*. *In-office bleaching* biasanya menggunakan bahan hidrogen peroksida 35 %, dan dapat dilakukan dengan bantuan penyinaran atau dengan bantuan laser. Hidrogen peroksida berkonsentrasi tinggi ini jauh lebih efektif daripada karbamid peroksida yang digunakan di rumah (*at-home bleaching*) namun harus dilakukan oleh dokter gigi, karena ia berpotensi untuk menimbulkan iritasi pada jaringan lunak di sekitar gigi. Dengan adanya bantuan sinar atau panas, reaksi reduksi oksidasi dapat lebih cepat terjadi. Prosedur perawatan menjadi relatif singkat, yaitu rata-rata 1-2 jam per kunjungan. Bleaching dengan menggunakan metode laser pada *teknik in office* (tempat praktek dokter) ini cukup banyak diminati pada saat ini, karena faktor waktu perawatan yang singkat dengan hasil yang cukup memuaskan. Laser yang umumnya digunakan untuk bleaching ini adalah laser CO₂ (Dental Health. 2008).

Langkah awal dalam bleaching adalah membuat catatan dari warna gigi sebelum bleaching, yang bertujuan untuk menunjukkan perbedaan pasien setelah bleaching. Ini adalah perekaman baik menggunakan panduan warna gigi berwarna / chart atau dengan mengambil foto digital gigi (google, 2010).



Gambar 2.8 Isolasi jaringan sekitar

Langkah kedua adalah isolasi jaringan sekitar dengan menggunakan cotton roll atau gel pelindung material yang dapat mengeras ketika diletakkan pada gingiva. Isolasi jaringan sekitar ini dilakukan dikarenakan senyawa bleaching biasanya mengandung konsentrasi peroksida yang tinggi (15-50%). Semakin tinggi konsentrasi peroksida di kompleks semakin kuat senyawa bleaching. Ini berarti akan lebih efektif memutihkan gigi, tetapi pada saat yang sama memiliki potensi yang lebih besar untuk menyebabkan kerusakan jaringan sekitar dan bibir. Sebuah pipi retractor digunakan untuk menjaga bibir dan pipi menjauh dari gigi. Pelindung mata juga diberikan untuk mencegah kerusakan mata dari laser atau percikan dari peroksida.

menghasilkan efek bakterisidal pada permukaan saluran akar dan dalam lapisan dentin yang lebih dalam. Laser dengan dioda 810 nm merupakan sumber laser terbaik kedua. Beberapa studi mikrobiologi menunjukkan bahwa sumber ini menghasilkan pengurangan kuman tertinggi kedua, kira-kira 63%. Namun demikian, ini lebih rendah secara signifikan dibanding laser Nd:YAG. Laser dengan dioda 980 nm bisa juga menjadi pilihan. Absorpsi di hydroxyapatite dan air begitu tinggi sehingga pengurangan kuman hanya berlangsung utamanya di saluran utama, meski pengurangan kuman melalui efek panas masih dapat dideteksi pada lateral dentinal tubulus hingga kedalaman 300 μm hingga 400 μm . Panjang gelombang laser Er:YAG dan Er,Cr:YSGG ini dapat digunakan dengan sukses untuk membersihkan jaringan organik dan lapisan smear (gutknecht, Norbert. 2008).

Perawatan endodontik yang berhasil sangat bergantung pada pembersihan saluran akar secara sempurna, karena dentin dan jaringan pulpa yang terinfeksi dapat merusak hasil terapi. Dalam perawatan endodontik konvensional, para praktisi bertujuan membersihkan pulpa dan lapisan dentin yang terinfeksi dengan menggunakan teknik mekanik (preparasi) dan irigasi. Selama perawatan saluran akar rutin dengan hand instrument dan rotary instrument serta irigasi kimia, debris tersisa pada dinding saluran akar. Pernah dilaporkan bahwa irigasi dengan air yang diikuti dengan penyinaran laser Er:YAG meningkatkan permeabilitas dentin, yang mengakibatkan pembersihan yang lebih baik dan tubulus lebih terbuka. Karena laser Er:YAG dilaporkan mengablasi dentin berkaries lebih cepat jika dibanding dentin sehat, maka laser Er:YAG cocok untuk removal karies dari dentin saluran akar. Di samping itu, energi laser Er:YAG memiliki potensial bakterisidal yang tinggi pada level energi rendah. Oleh karena itu, laser Er:YAG punya potensial untuk mencapai banyak efek, yaitu *shaping*, *cleaning*, dan *desinfecting* atau membentuk, membersihkan dan mendisinfeksi saluran akar.

Laser mengeluarkan energi cahaya yang dapat berinteraksi dengan jaringan biologis seperti enamel gigi, dentin, gingiva atau pulpa gigi. Interaksi ini merupakan efek dari beberapa karakteristik cahaya laser tertentu, termasuk (1) monochromaticity, cahaya punya warna yang sama (panjang gelombang sama); (2) koherens, gelombang dari cahaya semuanya dalam fase sama atau mencapai titik temu; dan (3) kolimasi, sinar cahaya sejajar satu sama lainnya dan tidak bertemu. Dalam perawatan saluran akar, pulpa gigi diambil dan dinding dari sistem saluran akar diperbesar dengan melelehkan dan memperkeras kembali dentin. kemudian saluran akar diobtulasi, dan laser dipakai untuk melunakkan dan mencetak bahan obturasi ke sistem saluran akar yang sudah dipersiapkan. Prosedur ini dilaksanakan dengan interaksi antara cahaya laser dan enamel substansi gigi dan dentin. Interaksi ini berupa interaksi termal (peningkatan temperatur), interaksi kimiawi (pemutusan ikatan kimia jaringan), dan interaksi akustik (timbulnya gelombang tegangan temporal yang dapat menyebabkan patah enamel dan/atau dentin atau pembentukan rongga jaringan). (American Association of Endodontists. 2000).

Perawatan saluran akar saat ini dilakukan dengan menggunakan kombinasi *hand instrument* dan *rotary instrument* untuk mengambil jaringan lunak, membersihkan ruang saluran akar, dan membentuk ruang untuk menerima bahan obturasi, biasanya bahan gutta percha. Bahan biocompatible ini kemudian ditempatkan dengan semen perekat dengan menggunakan hand instrument khusus untuk memastikan pelapisan saluran akar secara sempurna (*complete sealing*). Prosedur ini dilaksanakan oleh endodontist, dental specialist yang membatasi praktik mereka pada endodonsia, dengan angka keberhasilan yang sangat tinggi (D.Jha, 2006).

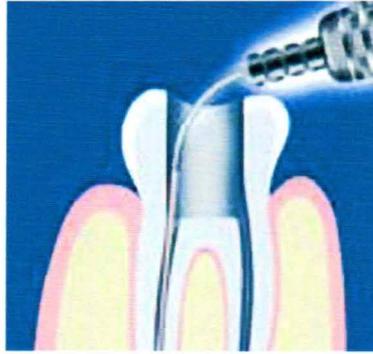
Energi laser, jika ditambahkan ke prosedur saluran akar, memberikan keuntungan dan kerugian. Saat ini, prosedur saluran akar membersihkan ruang saluran

akar. Sejumlah studi yang menggunakan gigi yang dicabut, yang diinokulasi dengan bakteri menunjukkan bahwa laser dapat mengurangi jumlah mikroorganisme. Dinding ruang saluran akar yang sudah dibuat terdiri dari lubang-lubang tubular yang menampung organisme, dan pembuatan ruang saluran ini menyebabkan terbentuknya lapisan debris (lapisan smear) yang terdiri dari organisme dan substansi gigi. Energi laser dapat mengambil lapisan smear dan dentin dari dinding saluran akar dan akan melelehkan dan mengeraskan kembali dentin untuk menutup lubang-lubang tubular tersebut. (D.Jha, 2006).

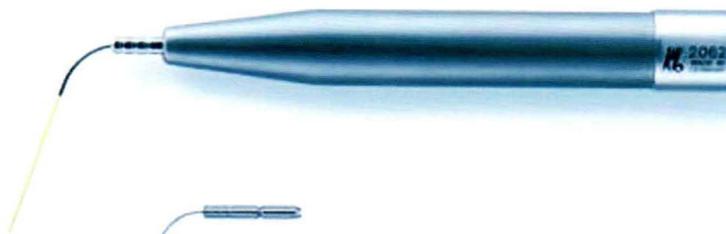
Akan tetapi, keuntungan dari pemakaian laser diimbangi dengan beberapa kerugian. Ruang saluran akar jarang lurus dan lebih sering melengkung setidaknya dalam dua dimensi. Instrumen saluran akar yang dipakai untuk membersihkan ruang di keseluruhan panjangnya dapat dilengkungkan untuk mengikuti lengkung atau lekukan dalam akar gigi. Probe laser dapat membersihkan area dalam ruang saluran akar yang lurus sepanjang probe ini bersentuhan dengan dinding dentin. Probe dibuat dari kaca dan tidak dapat dilengkungkan untuk mengikuti lengkung alami akar gigi. Jika bersentuhan dengan dinding dentin, probe laser mampu membersihkan area dalam ruang saluran akar yang lurus (Adriana, 2007).

Selain itu, interaksi yang berlangsung antara energi laser dan jaringan menyebabkan kenaikan temperatur. Kenaikan temperatur ini bisa menghanguskan ruang saluran akar, merusaknya hingga gigi tanggal. Kenaikan temperatur itu juga meluas ke permukaan luar gigi, yang merusak jaringan lunak yang menghubungkan gigi dengan tulang sekitarnya. Jika temperatur cukup tinggi, tulang yang mengelilingi gigi juga rusak, sehingga berpengaruh buruk pada keseluruhan area, yang dapat mengakibatkan ankylosis (Cheng-Fei Zang, 2007).

Walaupun FDA telah menyetujui satu laser (dioda) sebagai alat pelengkap untuk pengambilan jaringan pulpa dalam prosedur pulpotomi, tapi masih diperlukan lebih banyak riset untuk mengembangkan energi laser untuk dipakai dalam endodontik. (Gutknecht, Norbert. 2008).



Gambar 2.10 Handpiece Kavo E2062 untuk perawatan Saluran akar



Laser di atas berguna untuk desinfeksi serta pengeringan saluran akar yang terdiri dari handpiece dan fibre tips yang memiliki ukuran seperti K-file pada perawatan endodontik konvensional yaitu Fibre tip 30/28 (ISO 30), Fibre tip 40/28 (ISO 40), Fibre tip 50/28 (ISO 50).



Gambar 2.11 Monitor Laser

BAB 3
PEMBAHASAN

BAB 3

PEMBAHASAN

Selama 20 tahun terakhir ini, laser sudah banyak diulas dalam literatur ilmiah maupun penelitian mengenai aplikasi, kegunaan, dan kerugiannya dalam praktek kedokteran gigi khususnya pada bidang konservasi gigi (bleaching, endodontik, dan deteksi dini karies). Hampir sepertiga pasien yang diteliti oleh American Dental Association (ADA) pada akhir 1990-an berpendapat bahwa pengaplikasian laser dalam praktek seorang dokter gigi sangat penting. Dalam kedokteran gigi, keputusan untuk menggunakan sebuah teknologi baru juga bergantung pada filosofi jenis perawatan dari pasien yang bersangkutan (Brostek, 2006).

Hornbrook (2006) melaporkan bahwa laser merupakan satu teknologi yang semakin banyak digunakan dalam kedokteran gigi klinis seperti frenectomy, dan bedah jaringan lunak. Salah satu yang membuat teknologi ini cukup diminati adalah aplikasi pada jaringan keras dan lunak tanpa menggunakan anestesi. Dalam sebuah penelitiannya, Parker (2008) juga menunjukkan bahwa laser merupakan satu penunjang dalam melakukan perawatan gigi pada seluruh cabang kedokteran gigi seperti preparasi. Setiap laser dibedakan berdasarkan karakteristik spesifiknya sendiri. Selain digunakan untuk frenectomy, Goslinski (2005) berpendapat bahwa laser juga dapat di aplikasikan untuk pendeteksi karies dini dan sebagai alat bleaching.

Dalam sebuah riset belakangan ini menunjukkan 31% orang dewasa berpendapat bahwa laser memegang peran sangat penting dalam praktek dokter gigi, sementara itu 30% orang dewasa menganggap laser adalah penting dalam praktek dokter gigi dan 21% menganggap laser agak penting dalam praktek dokter gigi. Bagi sebagian dokter gigi, persepsi masyarakat tersebut dan persepsi daya jual laser dalam kedokteran gigi dapat

menciptakan suatu tekanan untuk segera mengimplementasikan teknologi laser. Gutknecht (2008) melaporkan bahwa laser mulai diperkenalkan dalam kedokteran gigi sejak puluhan tahun yang lalu digunakan untuk pencegahan karies. Husein (2006) berpendapat bahwa laser diperkenalkan ke dalam bidang kedokteran gigi dengan harapan mengatasi sebagian kelemahan atau keterbatasan yang ditimbulkan oleh metode prosedur dental konvensional. Sejak eksperimen pertamanya untuk aplikasi dental pada tahun 1960-an, pemakaian laser telah meningkat dengan pesat dalam 20 tahun terakhir. Banyak prosedur telah dilaksanakan dengan menggunakan laser, terutama dalam endodontik, deteksi dini karies, dan bleaching. Misalnya laser Er:YAG. Kavitas enamel dan kavitas dentin telah dibuat secara sukses dengan menggunakan laser Er:YAG ini. Laser ini dapat membuat kavitas dengan *fluence* (energy (mJ)/satuan luas (cm²)) yang rendah.

Burkes dan Rechmann menambahkan bahwa bahkan tanpa water cooling, kavitas yang telah dibentuk tidak menunjukkan keretakan, dengan rata-rata kenaikan temperatur pada kavitas pulpa sekitar 4,3⁰C, menghasilkan kavitas tanpa efek samping yang buruk, dan *dentin removal* serta *enamel removal* berlangsung sangat efektif tanpa resiko bagi pulpa.

Pendapat lain mulai muncul, pada penelitian Gao J.S et al menjelaskan bahwa prevalensi karies yang tinggi terutama dalam lubang oklusal dan fissure memerlukan metode pencegahan karies baru. *Sealant* cukup efektif untuk pencegahan karies tapi rentang umurnya terbatas dan memerlukan banyak perbaikan /pengulangan. Laser CO₂ dengan panjang gelombang tepat (9,3 atau 9,6 μm) dan karakteristik pulsed (durasi pulsed 2-100 μs) menawarkan alternatif baru untuk pencegahan karies dalam lubang oklusal dan fissure. Pemakaian laser CO₂ secara tepat dikombinasikan dengan deteksi karies QLF dan evaluasi resiko karies merupakan metode ideal untuk pencegahan karies di masa mendatang. Suatu pendekatan baru untuk deteksi dini karies oklusal dan fissure adalah perawatan dengan laser yang disebut Transverse Excited Atmospheric pressure (TEA) carbon dioxide (CO₂). Untuk

memanasi jaringan lunak guna mengubah komposisi dan daya larutnya, cahaya laser harus banyak diserap dan dikonversi secara efisien menjadi panas tanpa merusak jaringan sekitarnya. Ketika akan melakukan tindakan pencegahan karies, harus dilakukan upaya-upaya untuk mengubah karakteristik daya larut/solubilitas enamel yang mempunyai koefisien serap sangat tinggi sebesar $9,6 \mu\text{m}$. Oleh karena itu, laser *pulsed radiation TEA CO₂* berenergi rendah dengan panjang gelombang $9,6 \mu\text{m}$ diserap secara efisien pada permukaan superficial $1 \mu\text{m}$. Ketika penyinaran *pulsed TEA CO₂* berinteraksi dengan gugus fosfat dalam enamel, ia akan diserap dan diubah menjadi panas yang mampu mendorong keluar carbonated apatite gigi. Hal ini akan menyisakan sebuah mineral yang memiliki daya larut lebih rendah dibanding carbonated apatite. Enamel yang dirawat dengan laser CO₂ mampu menghambat progresi karies hingga sebesar 85%.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Rodrigues et al, perawatan laser CO₂ dengan panjang gelombang $9,6 \mu\text{m}$ dan durasi pulsed $5 \mu\text{s}$ dapat menghambat *mineral loss* enamel dalam situasi paparan karies yang tinggi. Perawatan kombinasi laser dengan fluoride tampak lebih berhasil daripada perawatan laser saja atau fluoride saja. Pada penelitian yang dilakukan oleh Rodrigues ini memperlihatkan bahwa kombinasi perawatan laser dengan terapi fluoride efektif sebagai perawatan penghambatan karies.

Borisova et al telah mengevaluasi kemampuan dari laser- induced fluorescence spectroscopy dan light-induced fluorescence spectroscopy untuk membedakan antara karies dini dan gigi sehat serta untuk mengklasifikasikan tahap – tahap karies. Tiga sumber eksitasi berbeda yang digunakan yaitu: 337 nm (laser nitrogen), 488 nm (laser ion-argon), dan 440 nm (light-emitting diode). Cahaya dengan panjang gelombang 440 nm diketahui paling cocok di antara ketiga panjang gelombang eksitasi yang telah diuji, karena cahaya ini memungkinkan diagnosis yang akurat dengan memanfaatkan perubahan intensitas fluoresensi pada 525 nm dan 680 nm . Penentuan intensitas yang absolute tidak diperlukan dalam situasi

ini, karena diagnosis yang pasti dapat ditegakkan berdasarkan rasio intensitas fluoresensi dan hasil ini berguna untuk merancang peralatan sederhana untuk deteksi karies dini.

Ketika gigi disinari dengan cahaya biru, cahaya ini diserap oleh chromophore dalam gigi. Dalam suatu lesi, panjang lintasan cahaya akan berbeda jika dibandingkan dengan gigi sehat. Lapisan enamel normal memiliki struktur prisma dengan ciri *waveguide* dan jika permukaan gigi disinari, cahaya akan menembus ke dalam. Jika permukaan gigi rusak, maka struktur prisma dari lapisan enamel tersebut akan rusak ciri *waveguide* akan hilang sehingga cahaya tidak mampu menembus secara dalam jika dibanding dengan enamel berstruktur normal.

Perubahan fluoresensi mungkin berupa masuknya molekul-molekul pijar eksogen selama proses karies. Hal ini diperkuat dengan peningkatan sinyal pijar secara progresif di daerah spektrum merah ketika terjadi karies. Sinyal fluoresensi merah dipakai sebagai teknik deteksi sebagian karies.

Pemutihan gigi atau *tooth whitening* dilakukan dengan *masking effect* yang dicapai dengan menghasilkan perubahan mikro pada lapisan superficial enamel yang mengakibatkan pemantulan cahaya secara diffuse untuk menutupi warna internal dan dengan efek bleaching yang dicapai dengan menguraikan molekul berwarna dengan radikal bebas yang dihasilkan pada lapisan superficial enamel.

Menurut Nakajima et al, perubahan warna oleh tooth bleaching hanya terbatas pada 0,25 mm lapisan superficial enamel. Namun sebaliknya, Haywood et al berpendapat bahwa hydrogen peroksida pada lapisan superficial enamel mencapai *dentinoenamel junction*, dengan menguraikan zat-zat berwarna di dalam dentin dan mengambil warna.

Mayasa Ogiwara berpendapat bahwa sekitar 35% larutan hidrogen peroxide atau 10% carbamide peroxide umumnya digunakan dalam tooth bleaching. Carbamide peroxide diuraikan menjadi hydrogen peroxide dan urea. Radikal bebas yang dihasilkan dari hydrogen peroxide bekerja pada zat organik yang mengubah molekul-molekul besar berpigmen menjadi zat bermolekul kecil untuk mencapai efek bleaching. Selain itu, radikal bebas secara teoritis bekerja pada zat organik dan dianggap tidak berpengaruh pada zat inorganik. Akan tetapi, dalam penelitiannya dilaporkan bahwa permukaan superficial enamel menjadi kasar setelah bleaching. Hal ini menandakan bahwa demineralisasi telah terjadi karena pH diketahui menurun ketika bahan bleaching beraksi. Bleaching mengakibatkan pengurangan diameter sekitar 2 μm .

BAB 4
KESIMPULAN

BAB 4

KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

1. Laser sudah ditemukan sejak puluhan tahun yang lalu namun dalam prakteknya, laser masih belum marak digunakan pada bidang kedokteran gigi khususnya konservasi gigi.
2. Teknologi laser belum dapat menyempurnakan perawatan gigi khususnya pada bidang konservasi gigi apabila dibandingkan dengan teknik konvensional. Contohnya pada endodontik

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Adriana da Costa Ribeiro, Gesse Eduardo Cavonogueria. 2007. Effects of Diode laser (810 nm) Irradiation on Root Canal Walls : Thermographic and Morphological Studies. *Journal Of Endodontics*. 33 (3). pp. 252-4.
- Andrew MB, Andrew JB, Lawrence JW. 2006. Minimally Invasive Operative Techniques Using High Tech Dentistry. *Journal of Dentistry*. vol 21. pp. 106-8.
- Al-Sowygh, Zeyad. 2000. Diagnosis of Occlusal Caries Using Laser Fluorescence Device. *Journal of Dentistry, King Saud University*. 30 (12). pp. 843-50.
- Asti Meizarini, Devi Rianti. 2005. Tooth Bleaching Material With ADA/ISO certificate. *Majalah Kedokteran Gigi (Dental Journal)*. 38 (2). pp :73-76.
- Borisova E, Uzunov Tz, Avramov L. 2006. Investigation of Dental Caries Using Laser and Light Induced Autofluorescence Methods. *Journal of Dentistry*. Vol : 33. pp : 55-67.
- Cheng-Fei Zang, Xing-Zhe Yin. 2007. Evaluation of The Bactericidal Effect of Er,Cr:YSGG, and Nd:YAG Lasers in Experimentally Infected Root Canals. *JOE* 33 (7). pp : 105-8.
- D. Jha, Guerrero A, Helfer. 2006. Inability of Laser and Rotary Instrumentation to Eliminate Root Canal Infection. *JADA* Vol 137; pp 67-70.
- Douglas N. Dederich. 2004. Separating Science From Hype. *JADA*, Vol 135. pp: 170-5.
- Eversole LR. 2007. Pulpa Response to Cavity Preparation by Erbium, Chromium, YSGG Laser-Powered Hydrokinetic System.
- Gao, XL, Hsu. 2006. Laser Fluoride Effect on Root demineralization. Departement of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, National University of Singapore. *Journal Dental Res* 85 (10). pp : 919-23.

- Gutknecht, Norbert. 2008. State of The Art in Lasers for Dentistry. *Journal of The Laser and Health Academy*. Vol 3 (1). pp : 1-5.
- Hadley Jack, Douglas A. Young, Lewis R. Eversole, Jeffrey A. Gornbein. 2000. A Laser-Powered Hidrokinetic system for Caries Removal and Cavity Preparation. *JADA*, Vol 131. pp: 777-85
- Hornbrook, David. 2006. Lasers in Dentistry. *Journal of Dentistry*. Vol 101 pp : 1-5.
- Husein, A. 2006. Applications of Lasers in Dentistry; *Archives of Orofacial Sciences. Journal of Dentistry*. Vol 1 pp : 1-4
- Konopka K. *Photodynamic Therapy in Dentistry*. 2003.
- Lisiani Dewi. Bleaching Intrakoronar Pada Gigi Insisivus Sentralis Kiri Maksila Pasca Perawatan Saluran Akar. *Jurnal Ilmiah dan Teknologi Kedokteran Gigi. Jitekgi* 2006, 3 (1):151-153.
- Mayasa Ogiwara. *Changes In Dental Enamel Crystals by Bleaching*. 2005
- Markolf, Niemz. 2007. *Laser-Tissue Interactions; Fundamentals and Applications*. 3rd ed. Springer Berlin Heidelberg New York.
- Nina Wardani, Sri Latiyah, Ranty M Zen. 2006. Bleaching Intracoronal. *Jurnal Ilmiah dan Teknologi Kedokteran Gigi FKG UPDM. JITEKGI*, 3 (1). pp :237-241.
- Omegan, Alpha. 2008. What Laser Does Your Practice Need? Advantages, Considerations, and Practic Integration of Laser Dentistry. 101 (4).
- Parker, S. 2008. Introduction, History of Laser and Laser Light Production. *British Dental Journal*. 202 (1).
- Retna, Apsari. 2009. Disertasi Sistem Fuzzy Berbasis Laser Speckle Imaging Untuk Deteksi Kualitas Enamel Gigi Akibat Paparan Laser Nd:YAG. P:27-33
- Rodrigues, Nobre, Featherstone. In Situ Mineral Loss Inhibition by CO2 Laser and Fluoride. *Journal Dental Res* 85 (7) : 617-621. 2006

Schoop Urich, Kawe Goharlchay, Johanes Klimsha, Manuela Zagler, Johann Wernisch, Andreas Moritz. 2008. Use of The Erbium, Chromium, Yttrium-Scandium-Gallium Garnet (Er,Cr:YSGG) Laser In Endodontic Treatment. JADA vol 138. pp: 949-55.

Sousa Neto, Silva Coelho FI, Marchesan. 2005. Ex Vivo Study of The Adhesion of an Epoxy Based Sealer to Human Dentine Submitted to Irradiation with Er:YAG and ND:YAG Lasers. Faculty of Dentistry, University of Ribeirao Preto Brazil. International Endodontic Journal Vol 38. pp 866-870.

Tavares, Mary. 2003. Light Augments Tooth Whitening with Peroxide. JADA vol 134. pp: 167-75.

Westerman H. Gary, M. John Hicks, Catherine M. Flaitz, G. Lynn Powell. 2006. In Vitro Caries Formation In Primary Tooth Enamel. JADA Vol 137. pp: 638-44.

Zvi Kantorowitz. 1998. Caries Prevention by CO2 Laser Treatment. JADA, Vol:129.

ADA Council on Scientific Affairs. 1998. Laser-Assisted Bleaching: Update. JADA Vol :129.

www.google.com// eletromedic engineering biomedic:Terapi Pemutih Gigi.2010

www.google.com// dentist & dentists-Doctor. Bleahing. By : Alfin. 2010

