

## **TERAPI LASER**

### **LASER?**

Sejak ditemukan oleh Theodore Maiman pada tahun 1960, laser berkembang sangat pesat. Kata laser singkatan dari *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*. Berbeda dengan laser yang digunakan dalam bidang bedah dan tehnik dengan power tinggi dan kemampuan untuk merusak sel dan material, yang digunakan dalam bidang Rehabilitasi Medik laser dengan power rendah dan kemampuan untuk photobiomodulasi sel. Istilah yang dianjurkan untuk aplikasi laser untuk terapi photobiomodulasi adalah *Low Level Laser Therapy*, dengan akronim LLLT (Belanger, 2003; Kert & Rose, 1989; Low & Reed, 2000; Saliba & Foreman, 1994).

### **KARAKTERISTIK LASER**

Sinar laser tidak seperti sinar biasa dan yang membedakannya adalah sinar laser mempunyai karakteristik monokromatis (yaitu, semua photon memiliki satu panjang gelombang dan satu warna), kolimasi (yaitu, divergen minimal pada sebuah jarak), dan koheren (yaitu, semua photon berjalan pada phase yang sama [temporal] dan arah yang sama [spatial]) (Belanger, 2003; Imam Subadi dan Sri Mardjiati Mei Wulan, 2000; Kert & Rose, 1989; Morton, 2002; Saliba & Foreman, 1994).

Keuntungan dari sinar monokromatis untuk terapi yaitu absorpsi dapat ditargetkan pada kromophore-kromophore spesifik yang bergantung pada panjang gelombang. Keuntungan dari sinar kolimasi dan koheren yaitu kemampuan untuk memfokuskan sinar pada target yang sangat kecil. Sehingga alat laser dapat didefinisikan sebagai sebuah mesin yang mampu menghasilkan sinar monokromatis, sinar terfokus dimana semua photon berada di dalam phase baik secara spatial dan temporal (Belanger, 2003; Kert & Rose, 1989; Low & Reed, 2000; Saliba & Foreman, 1994).

## **KOMPONEN FISIK DASAR LASER**

Tiga komponen dasar alat laser : medium aktif, ruang resonansi dan sumber energi (Kert & Rose, 1989).

## **PRINSIP LASER**

Prinsip pembangkit laser menggunakan teori dasar atom. Normalnya semua atom berada pada tingkat energi yang paling rendah. Keadaan tersebut dinamakan *ground level*. Bila energi luar diabsorpsi oleh atom tersebut, elektron yang mempunyai tingkat energi tertentu menjadi tidak stabil dan akan berubah ke tingkat energi yang lebih tinggi. Atom tersebut dalam keadaan *excited state*. Atom yang dalam keadaan *excited state* ini bersifat sementara dan segera kembali ke *ground state* dengan melepaskan photon. Kejadian tersebut dinamakan *spontaneous emission*. Photon adalah energi sinar yang

ditransmisikan ke dalam ruang dan mempunyai panjang gelombang tertentu. Photon dari atom yang *excited state* tadi akan menstimulasi atom *excited state* yang lain sehingga mengeluarkan photon yang identik dalam hal energi, panjang gelombang dan frekuensi dan berjalan ke arah yang sama dan mempunyai fase yang sama. Kejadian tersebut dinamakan *stimulated emission of radiation*, yang mendasari terjadinya sinar laser (Imam Subadi dan Sri Mardjiati Mei Wulan, 2000).

## **KLASIFIKASI LASER**

Laser dapat diklasifikasikan menurut medium laser yang digunakan, intensitas energi yang dikeluarkan dari suatu alat dan tingkat keamanan (Imam Subadi dan Sri Mardjiati Mei Wulan, 2000 Low & Reed, 2000).

### a. Medium laser

Medium laser yang digunakan untuk pembangkit laser dapat berupa kristal, gas, semikonduktor, zat cair dan bahan kimia.

Laser kristal meliputi laser ruby, laser aluminium.

Laser gas meliputi helium neon (HeNe), argon dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>).

Laser semikonduktor atau diode meliputi gallium arsenid (GaAs).

Laser cair atau *dye laser*.

Laser kimia biasanya digunakan untuk keperluan militer.

## b. Intensitas

Menurut intensitas yang dikeluarkan alat, laser diklasifikasikan menurut *high power laser* dan *low power laser*. *High power laser* yang selanjutnya disebut laser berkekuatan tinggi dan *low power laser* disebut laser berkekuatan rendah / LLLT.

## c. Tingkat keamanan

Tabel 1. Tingkat keamanan laser (Low &amp; Reed, 2000)

Class	Power	Effect	Usage
1	Low	None on eye or skin	Blackboard pointer Supermarket barcode reader
2	Low CW → 1 mV	Safe on skin Eye protected by aversion responses	
3A	Low - medium (mid) CW → 5 mV	Direct intrabeam viewing with optical aids may be hazardous	Therapeutic - physiotherapy models
3B	Medium (mid) CW → 500 mV	Direct intrabeam viewing may be hazardous	
4	High CW → 500 mV+	Hazardous to skin and eye	Destructive - surgical models

**KEDALAMAN PENETRASI**

Teori Saliba dkk (1998) tentang efek laser langsung dengan tidak langsung pada jaringan. Efek langsung berarti terjadi hanya melalui absorpsi. Efek tidak langsung dijelaskan sebagai pengurangan respon yang terjadi terutama dalam jaringan-jaringan yang lebih dalam, yang dikatalisis oleh energi

yang diabsorpsi pada jaringan yang lebih superfisial. Efek langsung yang dihasilkan oleh laser HeNe diperkirakan terjadi dalam 0,5 cm jaringan pertama, sedangkan pada laser GaAs dan GaAlAs diperkirakan terjadi dalam 2 cm pertama. Efek tidak langsung dari laser HeNe diperkirakan terjadi pada kedalaman hingga 1 cm, sedangkan pada laser GaAs dan GaAlAs diperkirakan terjadi pada kedalaman hingga 5 cm (Belanger, 2003; Saliba & Foreman, 1994).

## DOSIMETRI

Dosimetri dari LLLT berada pada tiga parameter kunci : power (P), densitas power (Pd) dan densitas energi (Ed) (Belanger, 2003; Cameron, 1999).

Tabel 2. Parameter dosimetri, formula dan unit LLLT (Belanger,2003)

Parameter	Synonym	Formula	Units
Power (P)	Radiant power	None	mW
Power density (Pd)	Intensity, irradiance	$Pd = P/A$	mW/cm <sup>2</sup>
Energy density (Ed)	Dose, fluence	$Ed = Pd \times T$	J/cm <sup>2</sup>

Power adalah jumlah energi yang berasal dari probe laser. Densitas power adalah jumlah energi yang diberikan di bawah area sinar probe. Densitas energi adalah jumlah energi sebenarnya atau dosis, yang diberikan pada tingkat probe laser per centimeter persegi jaringan (Belanger, 2003).

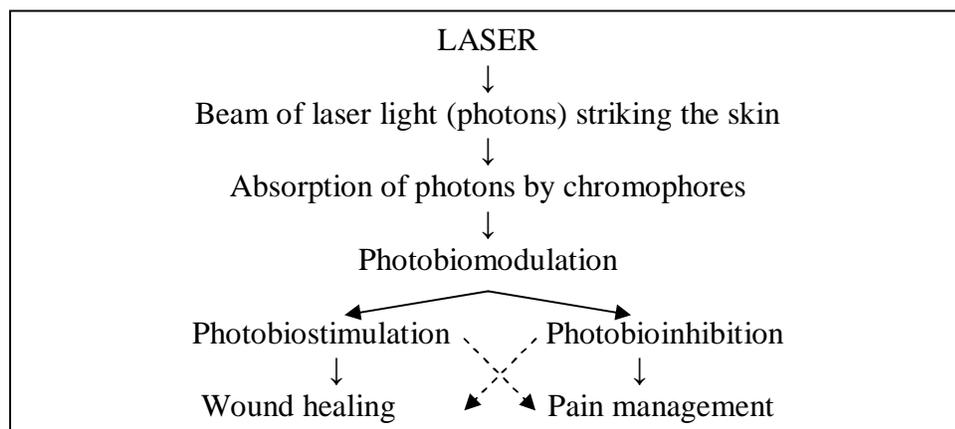
Penentuan dosis yang tepat sangat penting untuk mencapai pengobatan yang optimal. Pemakaian laser dengan intensitas rendah pada umumnya mempunyai *output power* di bawah 500 mV, tetapi seringkali berkisar sekitar

50 mV dengan densitas power kurang dari 35 J/cm<sup>2</sup> dan telah diteliti serta direkomendasikan untuk penggunaan di bidang Rehabilitasi Medik karena telah memberikan bukti adanya biostimulasi dan terjadi *healing*. Kepustakaan lain mengatakan bahwa dosis *therapeutic window* dari laser sekitar 0,5 J/cm<sup>2</sup> - 4 J/cm<sup>2</sup> (Imam Subadi dan Sri Mardjati Mei Wulan, 2000; Low & Reed, 2000).

### INDIKASI DAN APLIKASI KLINIK TERAPI LASER

Sejak laser diproduksi, efek biologis dan fisiologisnya sampai sekarang masih diteliti. Mekanisme yang sesungguhnya masih belum dapat dijelaskan walaupun efek fisiologis termasuk peningkatan sintesa kolagen, peningkatan vaskularisasi, pengurangan nyeri dan anti-inflamasi (Saliba & Foreman, 1994).

LLLT memiliki kemampuan untuk photobiomodulasi sel. Gambar 1. menunjukkan efek-efek fisiologis dan terapeutik LLLT (Belanger, 2003)

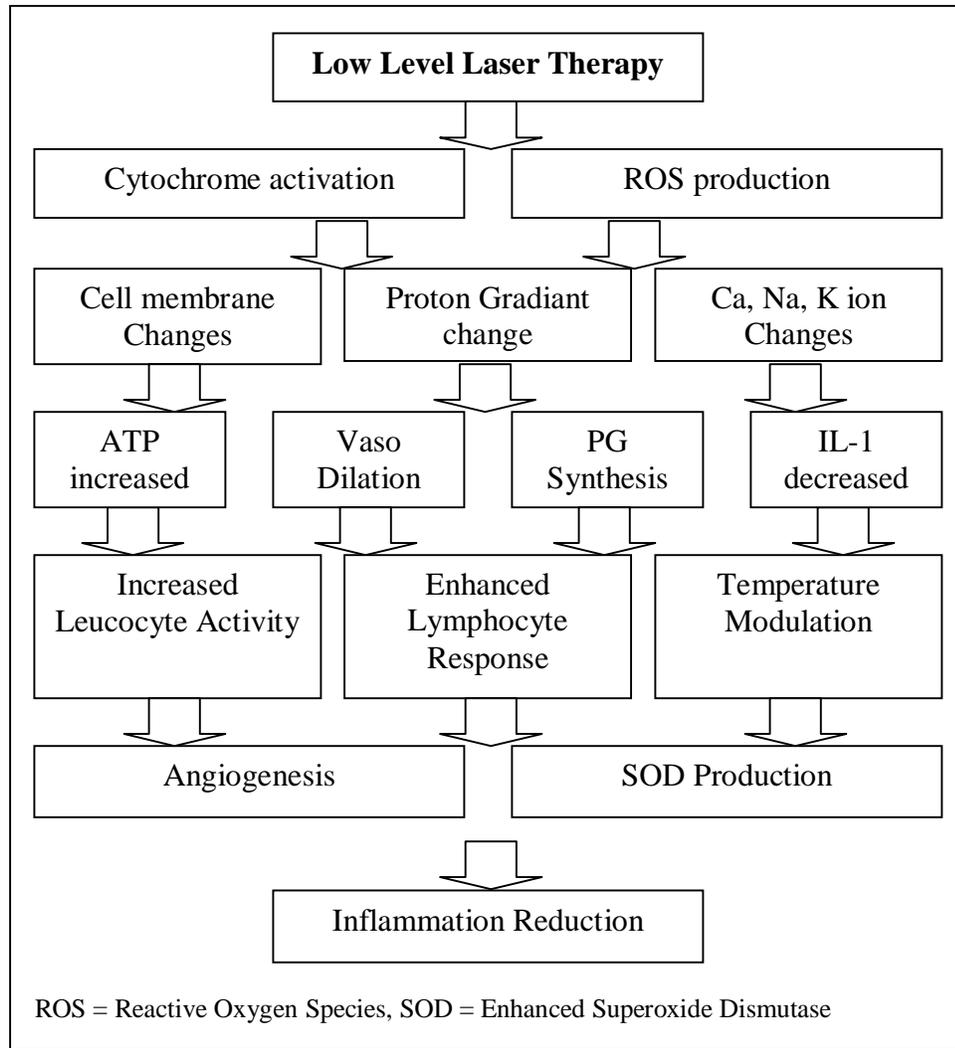


Gambar 1. Skema efek fisiologis dan terapeutik LLLT (Belanger, 2003)

## **Inflamasi**

Pada biopsi luka didapatkan adanya aktivitas prostaglandin akibat efek dari stimulasi laser pada proses inflamasi. Penurunan prostaglandin ( $\text{PGE}_2$ ) merupakan mekanisme terapi laser untuk mengurangi edema. Selama inflamasi, prostaglandin menyebabkan vasodilatasi sehingga aliran plasma masuk ke jaringan interstitial. Dengan adanya penurunan prostaglandin maka edema akan berkurang. Jumlah prostaglandin E dan F diperiksa setelah terapi laser HeNe  $1 \text{ J/cm}^2$ . Dalam waktu 4 hari, dua tipe prostaglandin ini terakumulasi lebih banyak daripada kontrol. Namun pada hari kedelapan,  $\text{PGE}_2$  menurun sedangkan  $\text{PGF}_{2\alpha}$  meningkat. Didapatkan juga peningkatan kapilarisasi selama fase ini. Data ini menunjukkan bahwa produksi prostaglandin dipengaruhi oleh stimulasi laser dan perubahan ini menunjukkan peningkatan resolusi pada proses inflamasi akut (Saliba & Foreman, 1994).

Menurut Martin, efek seluler LLLT pada inflamasi dapat dijelaskan pada gambar 2 (Martin, 2003).



Gambar 2. Efek seluler LLLT pada inflamasi (Martin, 2003)

### **Penyembuhan luka**

Mester dkk melakukan sejumlah penelitian invitro dengan dua laser spektrum merah yaitu laser ruby (panjang gelombang 694,3 nm) dengan laser HeNe (panjang gelombang 632,8 nm). Kultur jaringan manusia menunjukkan peningkatan jumlah proliferasi fibroplastik yang signifikan setelah dilakukan stimulasi oleh kedua laser tersebut. Fibroblas adalah sel prekursor untuk struktur jaringan ikat (Saliba & Foreman, 1994).

Abergel dkk meneliti bahwa dosis tertentu dari laser HeNe dan GaAs (panjang gelombang 904 nm) akan meningkatkan 3 kali produksi prokolagen. Efek ini terlihat pada stimulasi GaAs dosis  $1,94 \times 10^{-7}$  sampai  $5,84 \times 10^{-6}$  J/cm<sup>2</sup>, HeNe dosis 0,053-1,589 J/cm<sup>2</sup> yang diulang lebih dari 3-4 hari dibandingkan stimulasi tunggal, pada sampel jaringan menunjukkan peningkatan fibroblas dan struktur kolagen sama dengan peningkatan di dalam material intrasel dan pembesaran mitokondria sel (Saliba & Foreman, 1994).

### ***Tensile strength***

Luka yang diterapi dengan laser mempunyai *tensile strength* yang lebih besar terutama pada 10-14 hari pertama setelah injuri. Hipertropi jaringan (sikatrik) tidak didapatkan. Laser HeNe dosis 1,1-2,2 J/cm<sup>2</sup> memberikan hasil yang bagus bila diberikan 2 kali sehari atau selang hari (Saliba & Foreman, 1994).

## **Nyeri**

Laser juga mengurangi nyeri dan mempengaruhi aktivitas saraf perifer. Efek dari penyinaran HeNe pada *peripheral sensory nerve latency* pada manusia diteliti oleh Snyder-Mackler dan Bork, menunjukkan bahwa pemberian laser dosis rendah pada saraf radialis superfisial memberikan hasil penurunan kecepatan konduksi saraf sensorik yang signifikan. Hal ini menunjukkan adanya mekanisme pengurangan nyeri dari laser. Penjelasan lainnya, penurunan nyeri ini mungkin disebabkan proses penyembuhan lebih cepat, efek anti-inflamasi dan respon neurohumoral (serotonin, norepinephrin) (Saliba & Foreman, 1994).

Nyeri kronik yang diterapi dengan laser GaAs dan HeNe telah diteliti dengan hasil yang bagus. Walker membandingkan HeNe dengan *sham treatment* pada penderita dengan nyeri kronik. Pemberian pada saraf radialis, medianus, saphena didapatkan penurunan nyeri secara bermakna dibandingkan pemakaian obat nyeri pada kontrol. Studi pendahuluan ini memberikan hasil yang bagus, walaupun modulasi nyeri sulit diukur secara obyektif (Saliba & Foreman, 1994).

## **BAHAYA DAN KONTRAINDIKASI**

Bahaya utama terapi LLLT adalah kerusakan mata bila sinar laser mengenai mata. Meskipun terapi LLLT tidak menimbulkan panas pada jaringan yang terpapar, tetapi bila sinar melalui lensa mata, sinar akan difokuskan sehingga densitas sinar meningkat dan menimbulkan panas pada jaringan yang terpapar. Sinar laser seharusnya dihidupkan bila aplikator sudah kontak dengan kulit dan pemeriksa maupun penderita harus memakai kacamata pelindung. Paparan langsung pada jaringan yang terserang tumor harus dihindari karena dapat mempercepat proses metastase. Pemberian paparan langsung pada penderita hamil juga harus dihindari (Imam Subadi dan Sri Mardjiati Mei Wulan, 2000; Tan JC, 1998)