

## **PENGARUH OKSIGEN HIPERBARIK TERHADAP PENYEMBUHAN LUKA JARINGAN**

Kuntoro Sudjiarto<sup>1</sup>, Setiawan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Rumah Sakit Angkatan Laut Dr Ramelan Surabaya

<sup>2</sup>Poltekkes Surakarta Jurusan Fisioterapi

Jl. Gadung No 1, Surabaya

kuntoro.sudjiarto@yahoo.com

### **Abstract**

*Background: The failure of wound healing is one of the main causes of death in the surgery because the result is not adequate tissue oxygenation and blood perfusion. Patients with ischemic tissue injury, such as burns or wounds caused by traumatic and post surgery if given hyperbaric oxygen therapy may accelerate the healing process, so that the physiotherapy exercise programs for these patients would be optimized. Objective: The purpose of this study was to detect influence of hyperbaric oxygen of the acceleration of wound healing tissue. Method: Research conducted at the Naval Health Institute-Surabaya. Subject is 20 white rat with the criteria is healthy, aged 8 to 12 weeks with weight 25 to 30 grams. Analysis of data with non-parametric tests, different tests in one group pre and post the Wilcoxon test. While for different test with non-OHB group with OHB group in post test used mann-whitney test. Results: Significant differences between groups of non-OHB with OHB which significantly accelerates wound healing much better than the non-OHB. Conclusion: Treatment with OHB can accelerate wound healing.*

**Keywords:** *Hyperbaric Oxygen, Tissue Injury, Treatment*

### **Pendahuluan**

Kegagalan penyembuhan luka merupakan salah satu penyebab terpenting kematian dalam pembedahan pasien secara medis. Penyebab terjadinya luka tersebut meliputi diabetes, insufisiensi pembuluh darah tepi, vaskulitis, trauma, jejas akibat radiasi, neuropati dan stasis pembuluh darah vena pada pasien dengan luka kronis (Zhao et al, 1994). Kegagalan penyembuhan luka terbanyak adalah akibat tidak adekuatnya oksigenasi jaringan dan perfusi darah, dimana kedua hal tersebut akan menghalangi penyembuhan luka baik yang berlangsung secara normal atau hambatan dalam pencegahan infeksi (Kamler et al, 1993).

Pasien dengan luka jaringan iskemik apabila diberikan terapi hiperbarik oksigen akan mempercepat proses pemulihan dimana penanganan fisioterapi akan lebih baik karena terapi oksigen hiperbarik dapat mempercepat pemulihan luka sehingga program fisioterapi untuk mencegah terjadinya perlengketan jari-

ngan, kontraktur, deformitas dari anggota gerak yang mengalami luka dapat dilakukan lebih awal dan lebih intensif yang pada akhirnya aktifitas fungsional dapat segera pulih. Latihan-latihan atau program latihan yang dilaksanakan dapat berjalan dengan baik karena keterbatasan dapat diminimalisasi karena pengaruh dari terapi oksigen hiperbarik.

Dengan demikian para medis berupaya untuk mengurangi hambatan yang ada, agar penyembuhan luka pada jaringan tidak jatuh ke dalam keadaan nekrosis. Pada jaringan luka akan terjadi penurunan tension oksigen, keadaan ini akan sangat mempengaruhi neutrofil, makrofag dan fungsi fibroblas selama fase inflamasi dan repair (Oriani et al, 1996). Kondisi yang demikian akan mempermudah terjadinya kegagalan perfusi mikrosirkulasi jaringan (Kindwall, 1994). Mikrosirkulasi jaringan yang tidak adekuat akan menyebabkan adhesi neutrofil pada endotel vena dan terjadi vasokonstriksi arteriole (Oriani et al, 1996), akibatnya penyembuhan luka terhambat.

Proses penyembuhan luka adalah merupakan reaksi perbaikan yang terjadi setelah reaksi radang, reaksi ini akan terjadi melalui proses, yaitu regenerasi dan fibrosis. Kedua proses ini menghasilkan perbaikan jaringan yang berbeda. Pada perbaikan melalui proses regenerasi akan menghasilkan perbaikan yang sempurna, karena bagian yang mengalami kerusakan akan dipulihkan sehingga fungsinya kembali seperti keadaan semula. Sebaliknya pada penyembuhan melalui fibrosis maka jaringan yang rusak akan diganti dengan jaringan fibrotik (Putra, 1993). Tetapi perlu diingat bahwa kedua proses di atas adakalanya mengalami kegagalan, kemungkinan penyebabnya antara lain aliran darah mikrosirkulasi tidak baik (Kindwall et al, 1996), proliferasi sel endotel dan perangsangan fibroblas tidak adekuat (Wu et al, 1995) atau peningkatan respon ligasi pembuluh darah (Uhl et al, 1994). Terapi oksigen tekanan tinggi dengan dosis, frekuensi, intensitas serta lama pemberian yang adekuat dapat membuat proses penyembuhan luka berjalan baik (Zhao et al, 1994).

Terapi oksigen tekanan tinggi atau hiperbarik oksigen terapi yang digunakan dalam terapi penyembuhan luka diharapkan dapat adekuat jika diberikan setelah hari 0 sampai hari ke 3 dengan menggunakan 100% oksigen dengan tekanan absolut 2,4 ATA selama 3 x 30 menit pada setiap hari dalam kurun waktu dua minggu, karena dengan demikian penyembuhan dan penutupan luka pada jaringan normal pada umumnya dan pada luka jaringan khususnya akan memberikan reaksi pada peningkatan parameter biomekanik yang berarti akan meningkatkan perfusi mikrosirkulasi (Uhl et al, 1994), rangsangan fibroblas sehingga memacu pembentukan *platelet derived growth factor* dan *fibroblas growth factor* (Wu et al, 1995). Peningkatan perfusi mikrosirkulasi juga akan menyebabkan penurunan respon ligasi pembuluh darah (Uhl et al, 1994), merangsang perlekatan neutrofil pada endotel vena dan menghambat terjadinya vasokonstriksi arteriole. Sehingga jaringan luka tidak lagi mengalami terjadinya iskemik dan penyembuhan luka berangsur-angsur membaik.

Penelitian ini bertujuan untuk me-

ngetahui adanya pengaruh oksigenasi hiperbarik terhadap kecepatan penyembuhan luka. Dimana obyek penelitian di sini adalah menggunakan tikus putih, karena tidak mungkin untuk membuat luka pada manusia secara disengaja. Manfaat yang dapat diambil dengan diadakannya penelitian ini adalah untuk: (1) hasil penelitian dapat menentukan efektifitas pemberian terapi oksigen hiperbarik pada jaringan dalam proses penyembuhan luka. (2) dengan pemulihan luka yang lebih cepat pada terapi hiperbarik oksigen maka dapat memberi manfaat bagi pasien dan fisioterapis dalam menyusun program-program fisioterapi bagi pasien pasca operasi (luka insisi) dan luka-luka lainnya. (3) untuk penelitian lanjutan.

### **Metode Penelitian**

Untuk subyek penelitian adalah tikus berbulu dengan kriteria: (1) Sehat, (2) berumur 8 -12 minggu (3) Berat badan 25 – 30 gram. Jumlah subyek penelitian ditetapkan 20 ekor tikus yang dialokasikan secara acak dengan metode *simple random sampling* kedalam kelompok perlakuan 10 ekor dan kelompok kontrol 10 ekor.

Oksigenasi Hiperbarik emberian oksigen tekanan tinggi, pada umumnya 1,4–2,8 ATA yang dilaksanakan dalam ruang udara bertekanan tinggi (RUBT).

Penyembuhan luka yang dimaksud disini adalah proses penyembuhan luka pada tikus yang dibuat secara sengaja pada leher bagian belakang. Kriteria penyembuhan luka diukur dengan menggunakan kriteria seperti berikut:

- 0: Luka menganga
- 1: Luka menutup 5 % terjadi perlekatan jaringan gaya tensil belum terbentuk
- 2: Luka menutup 20% membentuk jaringan granulasi berwarna merah dan mudah berdarah
- 3: Luka menutup 40% luka berwarna merah muda
- 4: Luka menutup 75% luka jaringan berwarna pucat dan lunak. Parut menjadi putih halus
- 5: Luka menutup 100% jaringan kolagen menjadi lebih padat dan elastis, luka menutup rapat

Prosedur: Tikus terlebih dahulu di anestesi dengan penthotal, kemudian diletakkan di bawah alas yang padat dan datar, dan dibuat irisan pada leher belakang tikus, di bagian dorsal dengan diameter irisan 2,5 mm dan kedalaman luka 1 mm, irisan pada lapisan dermis ini tidak boleh mengenai lapisan tulang rawan telinga tikus (Bondar, et al, 1991 ).



Gambar1  
Bentuk luka

Pemaparan HBO terapi :

Tikus dimasukkan dalam chamber tekanan silindrik dengan volume 30 liter dan continous flow pada suhu 26 derajat celsius. Lalu tikus diberi paparan dengan HBO 100 % Oksigen pada tekanan 2,4 ATA selama 3x30 menit. Kemudian pelan-pelan dilakukan dekompresi pada chamber, dengan istirahat menghirup udara biasa selama 5 menit (lihat Kindwall table) setelah itu tikus dikembalikan ke kandangnya. Pemeriksaan diulang setiap hari selama 2 minggu. Sedangkan tikus sebagai kontrol diletakkan dalam chamber tanpa diberi HBO.



Gambar 2  
Pemaparan HBO

## Hasil dan Pembahasan

Dari penelitian ini diperoleh sejumlah data dimana dari 20 tikus yang dilukai, 10 ekor diberikan HBO sedangkan yang 10 ekor masuk kedalam Chamber tanpa diberikan tekanan (Non HBO), variabel bebas oksigen Hiperbarik 2,4 ATA 100% O<sub>2</sub> selama 3 x 30 menit dengan istirahat menghirup udara biasa 2 x 5 menit. Masing-masing tikus mendapat 5 kali terapi masuk ke dalam Chamber percobaan untuk binatang untuk mendapatkan/mencari tahu hasil setelah 5 kali terapi.

Secara visual dapat digambarkan sebagai berikut :



1) Tikus dengan HBO    2)Tikus Non HBO

Tabel1  
Kecepatan penyembuhan luka  
Pada klp dengan tindakan HBO

Hari Ke				
1	2	3	4	5
1	3	5	5	5
1	3	5	5	5
1	3	5	5	5
1	3	5	5	5
1	3	3	4	5
1	3	3	4	5
1	3	3	4	5
1	3	3	4	5
1	3	3	4	4
1	3	3	4	4

Tabel 2  
Kecepatan penyembuhan luka Pada klp Non HBO

Hari Ke				
1	2	3	4	5
0	1	2	3	4
0	1	2	3	4
0	1	2	3	3
0	1	2	3	3
0	1	2	2	3
0	1	2	2	2
0	1	2	2	2
0	1	2	2	2
0	1	2	2	2
0	1	2	2	2

Data pada penelitian ini berupa skala penyembuhan luka 0 – 5 dapat di kategorikan sebagai data katagorik sehingga analisis statistiknya menggunakan uji non parametrik. Untuk uji beda dalam satu kelompok pre dan post test digunakan uji Wilcoxon. Pada uji Wilcoxon kelompok HBO didapatkan nilai  $p=0,003$  sedangkan pada kelompok non HBO nilai  $p=0,004$ . sehingga dapat disimpulkan pada kedua kelompok terdapat perbedaan yang signifikan antara pre dan post perlakuan atau kedua kelompok setelah 5 hari terdapat perbaikan dalam penyembuhan luka. Sedangkan untuk uji beda kelompok perlakuan dengan kelompok kontrol pada pos test digunakan uji beda Mann Whitney, dengan nilai  $p=0,000$ . Atau ada perbedaan yang bermakna antara kelompok HBO dan non HBO atau dapat disimpulkan bahwa kelompok HBO secara signifikan mengalami kecepatan penyembuhan luka yang lebih baik di bandingkan dengan kelompok non HBO.

Penelitian ini termasuk penelitian eksperimental murni karena syarat-syaratnya sudah terpenuhi yaitu adanya grup perlakuan, grup kontrol dan randomisasi. Randomisasi dilakukan saat membagi kelompok HBO dan kontrol. Selain itu faktor-faktor pengganggu dapat dikendalikan sepenuhnya.

Penyembuhan luka mempunyai empat macam proses yang pertama adalah penyembuhan luka perprimer, kedua adalah penyem-

buan luka persecundam, ketiga adalah penyembuhan pertertiam. Dalam keadaan normal proses tersebut diatas akan berjalan sesuai dengan kaidahnya tetapi dengan keberadaan terapi oksigenisasi tekanan tinggi proses penyembuhan ini dapat dipacu lebih cepat. Hasil dari penelitian bahwa terapi HBO dapat mempercepat penyembuhan luka, hal ini sesuai dengan banyak penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh (Melizer Meyers, 1986) yang mengatakan pada kontrol HBO 2,4 ATA dalam 2 jam memperlihatkan peningkatan kekuatan pada awal penyembuhan dari insisi pada tikus. Oksigen di ketahui memegang peranan penting dalam penyembuhan luka (Ninikkoski, Hunt c.s. 1977). Suatu luka dengan perfusi yang cukup dapat relatif hipoksif, sebagaimana di ketahui pada luka dapat meningkatkan kebutuhan O<sub>2</sub> (Davis and Hunt, 1988). Suplai oksigen yang rendah pada daerah luka merupakan salah satu faktor yang menghambat penyembuhan.

Dasar rasionalisasi terapi HBO adalah memperbaiki lingkungan mikro di sekitar daerah luka dengan cara menstimulasi pembentukan fibroblast, meningkatkan sintesa kolagen dan mempercepat epitelisasi sehingga jaringan penutup luka lebih cepat terbentuk. Terapi HBO dapat meningkatkan

kemampuan sel darah putih menghancurkan bakteri disekitar luka juga dapat menstimulasi pembentukan pembuluh darah baru pada jaringan iskemik. Peningkatan suplai oksigen sangat berperan dalam mempertahankan kelangsungan hidup mulai dari sel, jaringan hingga organ. Dipilih tekanan 2,4 atmosfer absolut selama pemberian oksigen karena tekanan tersebut merupakan dosis aman serta dosis optimum. Selain itu pemberian tekanan yang lebih besar dapat menyebabkan terbentuknya radikal bebas dalam tubuh. Adapun mekanisme pengobatan oksigen hiperbarik adalah memberikan pertolongan segera terhadap jaringan yang aliran darahnya buruk, dimana neovaskularisasi yang meliputi peningkatan pemecahan fibroblast, pembentukan kolagen baru dan angiogenesis kapiler. Oksigen hiperbarik menyebabkan terhambatnya toksin dan inaktivasi toksin pada infeksi kuman klostridium perfringens. Terapi dengan oksigen murni mem-

punyai efek yang baik bagi aliran darah dan kelangsungan hidup jaringan yang terkena gangguan kekurangan oksigen.

Pada jaringan disekitar luka biasanya terjadi hambatan kelancaran aliran darah. Padahal oksigen itu penting dan merupakan salah satu faktor penentu dalam proses penyembuhan luka sekaligus menangkalk terjadinya infeksi.

### **Kesimpulan**

Kesimpulan dari penelitian ini adalah : Terapi dengan menggunakan HBO dapat mempercepat penyembuhan luka jaringan. Saran dipandang perlu diadakan penelitian serupa untuk manusia untuk mengetahui kecepatan pe-ulihan oleh pengaruh oksigen hiperbarik.

### **Daftar Pustaka**

- Barker, J. H, Hammersen, F, Bondar, I, Uhl, E, Galla, T.J, Menger, and Messmer, K, *"The hairless mouse ear for invivo studies of skin microcirculation plast"*, Reconstr.Surg, America, 1989.
- Basset , B. E. And Bennett, P.B, *"Introduction to the physical and physiological bases of hyperbaric therapy"*, In Davis, J.C. and Hunt, T.K. (Eds) ; Hyperbaric Oxygen Therapy; Undersea Medical Society. Bethesda, 1997.
- Bonda, I. , Uhl, E., Barker, J.H., Galla, T.J., Hammersen, F., and Messmer, K, *"A new moel for studying microcirculatory changes during dermal wound healing"*, Rs.Exp.Med (Berl.) 191 : 379, 1991.
- Burkit HG. Essential Surgery, *"Problems, diagnosis and management"*, Churcill Livingstone Inc, 6-14, New York, 1990.
- Emes, J. H. and Nowak T. J, *"Introduction to Pathophysiology; Basic Principles of The Diseases process"*, 58-65, New York, 1983.
- Gibson FB, Perskins SW, *"Dynamics of Wound Healing"*, In Bailey BJ, ed. Otolary ngology. VolI, 187-197, Boston, 1993.
- Green, RJ.; Dafoe, Dc.; Raffin, *"TA Necrotizing Fascitis"*, Chest 110 (1) : 219-229, London, 1996.
- Kamler, M, Lehr, HA, Barker, JH, Saetzler, RK, Galla, TJ, Messmer, K, *"Impact of Ischaemia on Tissue Oxygenation and Wound"*, New York, 1993.
- Oriani, G.; Marroni, A.; Wattel, F, *"Physiology and Physiopathology of Hyperbaric Oxygen"*, Handbook on Hyperbaric medicine : 02-38, London, 1996.
- Kindwall, E.P, *"Mechanism of Wound Healing"*, Hyperbaric Medicine Pracrice : 119-134; 551-560, New York, 1994.
- Oriani, G.; Marroni, A.; Wattel, F. Zamboni, W. A, *"Applications of Hyperbaric Oxygen Therap In Plastic Surgery"*, Handbook on Hyperbaric Medicine : 443-447; 457-460, 1996.
- Putra, ST, *"Penerapan Konsep Patobiologik pada Penelitian Kedokteran"*, EGC, Jakarta, 2000.
- Quirina, A,; Viidik, A, *"Effect of hyperbaric oxygen on different phases of healling of ischaemic flap wound and incisional wounds in skin"*, 48 (8) : 583-589, 1995.
- Sterm EE, *"Clinical thinking in surgery"*; Prentice-Hall Internasional Inc, New Jersey, 1988.
- Zhao, LL.; Wu, L.; Pierce, GF.; Landin, DA, *"Effect of oxygen on wound responses to growth fators ; Kaposi's FGF, but not Baic FGF Stimulates in Ischaemic Wound"*, 12 ( 1 ) : 29-35, 1995.
- Zainuddin, M, *"Metode Sampling dan Ukuran Sampel Metodologi Penelitian"*, Jakarta,

1995.

Zainuddin, "Rancangan Penelitian Metodologi Penelitian", 1995.