



TINJAUAN PUSTAKA

TERAPI PADA *DECOMPRESSION SICKNESS*

Putu Grandiva Mahasuary,¹ Theophany Margareta Kurniawan,² Baiq Nadya Putri Maharani,³ Rifki Ahmad Eka Putra,⁴ Arfi Syamsun⁵

ABSTRAK

Pendahuluan: *Decompression sickness* (DCS) merupakan kondisi terbentuknya gelembung gas di dalam tubuh akibat perubahan tekanan yang cepat saat penyelaman. Kondisi ini sering terjadi pada penyelam saat naik ke permukaan dengan cepat. Pengidap *Decompression sickness* (DCS) dapat mengeluhkan parestesia, nyeri sendi, ruam kulit, kelemahan motorik, bahkan yang berat sampai pada syok dan kematian. Studi ini dilakukan untuk meninjau terkait terapi yang dapat diberikan pada penderita *decompression sickness*.

Pembahasan: Terapi pada *decompression sickness* dapat dilakukan dengan melakukan pencegahan dan tata laksana awal. Pencegahan *decompression sickness* dapat dilakukan dengan penggunaan nitrox untuk mengurangi formasi gelembung yang muncul saat penyelaman. Sementara itu, untuk tata laksana umum dapat dilakukan dengan resusitasi cairan, proteksi saluran pernapasan, dan pemeliharaan tekanan darah. Tata laksana penting yang harus dilakukan pada pasien *decompression sickness*, yaitu rekompresi yang dilakukan dengan oksigen hiperbarik. Rekompresi dapat mengurangi pembentukan gelembung gas dan dapat mengurangi terjadinya defisit neurologi pada penyelam.

Simpulan: Mencegah penyakit dekompresi memerlukan pendekatan multifaset, termasuk penggunaan nitrox dan persiapan kesehatan sebelum penyelaman. Dalam tatalaksana *decompression sickness*, penting dilakukannya rekompresi yang adekuat seperti menggunakan oksigen hiperbarik. Strategi-strategi ini memainkan peran penting dalam menjaga kesejahteraan penyelam dan meminimalkan risiko kejadian *decompression sickness*.

Kata kunci: Decompression sickness, terapi, penyelam

ABSTRACT

Introduction: *Decompression sickness* (DCS) is a condition where gas bubbles form in the body due to rapid changes in pressure during diving. This condition often occurs in divers when rising to the surface quickly. People with *Decompression sickness* (DCS) can complain of paresthesias, joint pain, skin rashes, motor weakness, even severe ones up to shock and death. This study was conducted to review the therapies that can be given to people with *decompression sickness*.

Discussion: Therapy for *decompression sickness* can be done by doing prevention and early management. Prevention of *decompression sickness* can be done by using nitrox to reduce the formation of bubbles that appear during diving. Meanwhile, general management can be done with fluid resuscitation, respiratory protection, and maintenance of blood pressure. An important management that must be carried out in patients with *decompression sickness*, namely recompression is done with hyperbaric oxygen. Recompression can reduce the formation of gas bubbles and can reduce the occurrence of neurological deficits in divers.

Conclusion: Preventing *decompression sickness* requires a multifaceted approach, including the use of nitrox and pre-dive medical preparations. In the treatment of *decompression sickness*, it is important to provide adequate recompression such as using hyperbaric oxygen. These strategies play an important role in maintaining the well-being of divers and minimizing the risk of *decompression sickness*.

Keywords: *Decompression sickness, therapy, divers*

PENDAHULUAN

Decompression sickness (DCS) merupakan kondisi terbentuknya gelembung gas di dalam tubuh akibat perubahan tekanan yang cepat. Kondisi ini sering terjadi pada penyelam saat naik ke permukaan dengan cepat. Penyakit dekompresi (DCS) dapat terjadi setelah pernapasan udara terkompresi selama penyelaman menggunakan *Self Contained Underwater Breathing Apparatus*

(SCUBA). Kondisi ini masih dapat terjadi saat prosedur keselamatan empiris sudah dipatuhi^[1]. DCS terjadi ketika gas terlarut dalam jaringan mencapai keadaan supersaturasi yang terbentuk selama penurunan tekanan lingkungan yang cepat^[1,2]. Sebuah studi *cross-sectional* pada 323 penyelam *lobster Maine* di Amerika Serikat melaporkan bahwa 18,0% penyelam mengeluhkan gejala terkait DCS, dan 77,7%

^{1,2,3,4} Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Mataram,
⁵Departemen Anatomi, Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Mataram

dari mereka diduga mengalami penyakit terkait penyelaman seperti DCS, tekanan berlebih paru, barotrauma, dan narkosis nitrogen^[3].

Manifestasi klinis dari DCS yang paling umum termasuk parestesia, nyeri sendi, ruam kulit, dan malaise^[4]. Tanda dan gejala yang lebih serius termasuk kelemahan motorik, ataksia, dispnea, disfungsi sfingter uretra dan anal, syok, dan kematian. DCS parah dapat disertai dengan hemokonsentrasi dan hipotensi^[4]. Gejala yang parah biasanya terjadi dalam satu hingga tiga jam setelah dekompresi yang luas, dimana sebagian besar dari semua gejala bermanifestasi dalam 24 jam^[4]. Faktor yang dapat berkontribusi akan terjadinya DCS ialah perubahan tekanan yang cepat, kedalaman dan waktu paparan, faktor individu, seperti usia, dan faktor lainnya^[5].

Saat seseorang melakukan penyelaman yang dalam dan/atau lama, tekanan parsial nitrogen (yang dihirup melalui tabung gas terkompresi) dalam tubuh meningkat karena tekanan di bawah permukaan laut juga meningkat. Sebaliknya, ketika seseorang berenang naik menuju permukaan, tekanan disekitarnya akan berkurang sehingga tekanan parsial nitrogen dalam tubuh juga berkurang. Perbedaan tekanan parsial gas antara kedua tempat ini disebut gradien tekanan. Ketika gradien tekanan dipertahankan rendah dengan cara berenang naik ke permukaan laut secara perlahan, maka nitrogen dapat keluar dari tubuh tanpa masalah. Sebaliknya ketika seseorang berenang ke permukaan laut terlalu cepat, maka gradien tekanan akan tinggi dan dapat menimbulkan masalah karena menyebabkan pembentukan gelembung gas di aliran darah. Hal ini dapat menyumbat aliran darah menuju pembuluh darah yang lebih sempit dan dapat menimbulkan masalah saraf^[6,7]. Oleh karena itu, penting mengetahui terapi yang tepat pada penderita *decompression sickness* guna mencegah komplikasi buruk pada penyelam.

PEMBAHASAN

Pencegahan Decompression Sickness

Salah satu pencegahan yang dapat dilakukan untuk menghindari terjadinya *decompression sickness* (DCS) adalah dengan mengurangi formasi gelembung yang muncul saat penyelaman yang merupakan faktor resiko terjadinya DCS. Dalam mengurangi formasi gelembung, upaya yang dapat dilakukan yaitu menggunakan alat campuran gas nitrogen dan oksigen (nitrox) selama proses penyelaman. Alat bantu pernapasan bawah air mandiri (SCUBA) selama menyelam umumnya menggunakan udara terkompresi, dimana penggunaan

udara tersebut sering diiringi dengan kejadian pembentukan gelembung gas vena, disfungsi endotel arteri, dan perubahan kardiovaskular. Kelebihan gas diserap ke dalam jaringan selama fase kompresi penyelaman harus dihilangkan ketika kembali ke permukaan selama proses pengurangan tekanan (dekompresi). Penggunaan campuran gas nitrogen dan oksigen (nitrox) dengan fraksi oksigen lebih tinggi dari 21% menghasilkan waktu tanpa dekompresi yang lebih lama untuk penyelaman dangkal dan durasi dekompresi yang lebih pendek untuk penyelaman yang lebih dalam. Selama penyelaman SCUBA, gelembung tercipta dari mikronuklei gas yang sudah ada karena kelebihan nitrogen yang terlarut di bawah tekanan hidrostatis yang meningkat. Nitrogen dari jaringan dapat diatasi dengan prosedur denitrogenasi. Dalam prosedur ini, tekanan parsial oksigen inspirasi yang lebih tinggi meningkatkan tekanan oksigen arteri dan meningkatkan difusi nitrogen terlarut dari jaringan ke dalam darah. Saturasi nitrogen jaringan berkurang, sehingga membatasi pembentukan gelembung^[8].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Ribičić et al., (2019) terhadap 10 penyelam dengan intervensi pemberian udara, campuran gas yang terdiri dari 50% nitrogen dan 50% oksigen (nitrox 50), dan campuran gas yang terdiri dari 1% nitrogen dan 99% oksigen (nitrox 99), ditemukan bahwa pemberian nitrox 99 secara signifikan menurunkan pembentukan gelembung setelah batuk dibandingkan dengan udara dan nitrox 50^[8]. Selain itu, pada penelitian oleh Souday et al., 2016, juga ditemukan bahwa pada penyelam dengan menghirup udara O₂ 21% dibandingkan dengan nitrox (EAN:36/64) O₂ 36%, penggunaan nitrox (EAN) lebih dapat mengurangi pembentukan gelembung gas di vena^[9]. Sehingga dari penelitian-penelitian tersebut dapat diketahui bahwa penggunaan campuran nitrogen dan oksigen (nitrox) efektif dalam mencegah terjadinya *decompression sickness*.

Selain itu, pencegahan dengan oksigenasi hiperbarik (HBO) juga terbukti lebih baik mengurangi pembentukan gelembung yang diinduksi dekompresi dibandingkan dengan oksigenasi normobarik^[8]. Kondisi penyelam yang juga menjadi faktor resiko kejadian DCS dan perlu dihindari yaitu paparan dingin ekstrem, olahraga berat, penggunaan alkohol dan dehidrasi. Penelitian juga menunjukkan bahwa olahraga beberapa jam sebelum menyelam mungkin dapat bersifat melindungi, sedangkan olahraga setelah menyelam dapat meningkatkan risiko DCS^[10].

Tata Laksana Decompression Sickness

Tata laksana umum yang dapat dilakukan ialah resusitasi cairan, proteksi saluran udara, dan pemeliharaan tekanan darah^[4]. Rekompresi merupakan tata laksana awal yang diberikan kepada penderita *decompression sickness* (DCS). Rekompresi biasa dilakukan dengan menggunakan oksigen hiperbarik, yang merupakan standar baku pengobatan *decompression sickness* (DCS)^[1]. Rekompresi dilakukan dengan memberikan udara 100% pada ruangan tertutup dengan tekanan 1 ATM (atmosfer). Rekompresi biasanya dilakukan dengan menggunakan protokol Tabel 6 Angkatan Laut Amerika Serikat^[1]. Dalam beberapa penelitian ini dijelaskan peran penting dilakukannya recompresi.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Johnson et al. (2022) terhadap 141 babi yang menjalani penyelaman. Penelitian ini dilakukan dengan memberikan terapi recompresi pada babi yang memiliki gejala neurologis. Rekompresi dilakukan dengan menggunakan TT6, TT6A-Air (21% oksigen, 79% nitrogen), TT6A-nitrox (50% oksigen, 50% nitrogen), and TT6A-heliox (50% oksigen, 50% helium). Pada penelitian tidak ditemukan adanya perbedaan pada hasil neurologisnya. Namun, pada penelitian ini terlihat bahwa penggunaan TT6 memiliki nilai terendah terjadinya defisit neurologi^[1].

Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh Souday et al. (2016) terhadap 47 penyelam yang telah tersertifikasi. Kemudian para penyelam tersebut melakukan simulasi penyelaman dan diinklusi penyelam yang memiliki gelembung gas ≥ 2 . Dari simulasi tersebut didapatkan 19 penyelam yang dapat ikut melanjutkan penelitian. Setiap penyelam diminta untuk melakukan satu simulasi penyelaman sambil menghirup udara (O² 21%) dan satu simulasi penyelaman udara dengan nitrox (EAN:36/64) O² 36%. Pada penyelam yang diberikan dekompresi O² 21% mengalami peningkatan gelembung pada t0-t90. Sementara itu, pada penyelam yang diberikan EAN (*enriched air nitrox*) terjadi penurunan jumlah gelembung. Terdapat kejadian minor pada penyelam yang diberikan O² 21%, yaitu DCS ringan seperti gatal pada kulit^[9]. Penggunaan EAN (*enriched air nitrox*) pada SCUBA terbukti meningkatkan keamanan pernapasan jika dibandingkan dengan penggunaan O². Hal ini dikarenakan EAN (*enriched air nitrox*) dapat mengurangi pembentukan gelembung gas di vena dan dapat mencegah terjadinya DCS.

SIMPULAN

Penyakit dekompresi (DCS) dapat terjadi setelah pernapasan udara terkompresi selama penyelaman menggunakan *Self Contained Underwater Breathing Apparatus*

(SCUBA) pada penyelam. Mencegah penyakit dekompresi memerlukan pendekatan multifaset, termasuk penggunaan nitrox dan persiapan kesehatan sebelum penyelaman. Dalam tatalaksana *decompression sickness*, penting dilakukannya recompresi yang adekuat seperti menggunakan oksigen hiperbarik. Strategi-strategi ini memainkan peran penting dalam menjaga kesejahteraan penyelam dan meminimalkan risiko kejadian *decompression sickness*.

SARAN

Diperlukan pedoman nasional terkait dengan tata laksana penyakit dekompresi atau *decompression sickness* (DCS). Hal ini dikarenakan minimnya sumber yang menjelaskan terkait terapi penyakit dekompresi. Serta diharapkan tata laksana tersebut sesuai dengan kondisi masyarakat dan wilayah di Indonesia. Bagi peneliti selanjutnya, dapat dilakukan penelitian sesuai dengan kondisi di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

1. Johnson WR, Roney NG, Zhou H, Ciarlone GE, Williams BT, Green WT, et al. Comparison of treatment recompression tables for neurologic decompression illness in swine model. *PLoS One* 2022;17. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0266236>.
2. Ercan E. Effects of aerospace environments on the cardiovascular system. *Anatol J Cardiol* 2021;25:S3. <https://doi.org/10.5152/ANATOLJCARDIOL.2021.S103>.
3. Cha SG, Byun YS, Jeon MJ, Sakong J. Diving patterns and decompression sickness among South Korean fishery divers. *J Occup Health* 2019;61:143–53. <https://doi.org/10.1002/1348-9585.12035>.
4. Moon RE, Mitchell SJ. Hyperbaric oxygen for decompression sickness: 2021 update. *Undersea and Hyperbaric Medicine* 2021;48:195–203. <https://doi.org/10.22462/03.04.2021.11>.
5. Livingstone DM, Smith KA, Lange B. Scuba diving and otology: a systematic review with recommendations on diagnosis, treatment and post-operative care. *Diving Hyperb Med* 2017;47:97–109. <https://doi.org/10.28920/DHM47.2.97-109>.
6. Cooper JS, Hanson KC. Decompression Sickness. *StatPearls* 2022.
7. Ghosh DK, Kodange C, Mohanty CS, Verma R, Sarkar S. Decompression sickness in naval divers. *Journal of Marine Medical Society* 2015;17:60–6. <https://doi.org/10.4103/0975-3605.203398>.

8. Ribičić IŠ, Valić M, Božić J, Obad A, Glavaš D, Glavičić I, et al. Influence of oxygen enriched gases during decompression on bubble formation and endothelial function in self-contained underwater breathing apparatus diving: a randomized controlled study. *Croat Med J* 2019;60:265–72. <https://doi.org/10.3325/CMJ.2019.60.265>.
9. Souday V, Koning NJ, Perez B, Grelon F, Mercat A, Boer C, et al. Enriched Air Nitrox Breathing Reduces Venous Gas Bubbles after Simulated SCUBA Diving: A Double-Blind Cross-Over Randomized Trial. *PLoS One* 2016;11:e0154761. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0154761>.
10. Madden D, Thom SR, Dujic Z. Exercise before and after SCUBA diving and the role of cellular microparticles in decompression stress. *Med Hypotheses* 2016;86:80–4. <https://doi.org/10.1016/J.MEHY.2015.12.006>.