



Artikel Review

Decompression Sickness Tipe 1 pada Nelayan Tradisional : Sebuah Tinjauan Pustaka

Decompression Sickness Type 1 in Traditional Fishermen: A Literature Review

Ni Wayan Dewi^{1*}, Kadek Diah P. Sutanegara¹, Muhammad N. Praramdana¹,
Rizqi Al Kasiron¹, Decky Aditya Zulkarnaen¹

¹ Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Mataram, Mataram, 83125, Indonesia

*Email penulis korespondensi: wayangdewi@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Received : 10 Desember 2022
Revised : 9 Januari 2023
Accepted : 4 April 2023

Keywords:

*Decompression Sickness
Traditional Diver
Hyperbaric Oxygen Therapy*

Kata kunci:

Decompression Sickness
Penyelam Tradisional
Hyperbaric Oxygen Therapy

Copyright: ©2022 by the authors. Licensee Universitas Bumigora, Mataram, Indonesia.

ABSTRAK

Abstract: *Decompression sickness (DCS) is a collection of symptoms caused by the formation of air bubbles in the blood or tissues during or after a decrease in environmental pressure (decompression). In general, the main symptom of DCS type 1 (pain-only beds) is muscle and joint pain. So to diagnose decompression sickness (DCS) type 1, it is based on the symptoms and the history of diving. Decompression sickness type 1 is treated by providing 100% oxygen through a face mask or, if necessary, intubation. whereas definitive therapy can be carried out using hyperbaric oxygen therapy (Hyperbaric Oxygen Therapy) if available in primary or secondary health care facilities.*

Abstrak: *Decompression sickness (DCS) adalah suatu kumpulan gejala yang diakibatkan karena terbentuknya gelembung udara di dalam darah atau jaringan selama atau setelah terjadinya penurunan tekanan pada lingkungan (dekompresi). Secara umum gejala utama DCS tipe 1 (Pain Only Beds) adalah nyeri otot dan sendi. Sehingga untuk mendiagnosis Decompression sickness (DCS) tipe 1 adalah berdasarkan gejalanya dan adanya riwayat menyelam. Decompression sickness tipe 1 ditatalaksana dengan Pemilihan terapi penanganan awal berupa pemberian oksigen 100% melalui face mask, atau bila diperlukan melalui intubasi. sedangkan Terapi definitif dapat dilakukan dengan menggunakan terapi oksigen hiperbarik (Hyperbaric Oxygen Therapy) jika tersedia difasilitas layanan kesehatan primer maupun sekunder.*



A. PENDAHULUAN

Decompression sickness (DCS) merupakan suatu komplikasi yang dapat terjadi pada penyelam saat melakukan penyelaman. DCS terjadi ketika gas-gas terlarut seperti Nitrogen atau Helium yang digunakan dalam pembuatan tabung gas oksigen terhirup oleh penggunaan dan membentuk gelembung gas di dalam jaringan maupun sirkulasi.

Menurut data epidemiologi, DCS umumnya jarang terjadi yaitu sekitar 1,5 – 10 kasus per 10.000 kali penyelaman (Pollock & Buteau, 2017). Berbeda dengan penyelam SCUBA (*Self-Contained Underwater Breathing Apparatus*), penyelam tradisional tidak menggunakan alat-alat khusus seperti kaca mata penyelam dan tabung oksigen. Melainkan, penyelam tradisional, atau biasanya nelayan, melakukan penyelaman dengan peralatan yang minimal. Namun, hal ini tidak menutup kemungkinan terjadinya DCS pada penyelam tradisional. Dari data penelitian yang dilakukan oleh Jusmawati (2016), di Indonesia dilaporkan sebanyak 285 penyelam tradisional yang mengalami gejala DCS di Provinsi Sulawesi Tenggara (Jusmawati *et al.*, 2016). Selain itu dilaporkan terdapat berbagai kejadian kasus DCS pada penyelam tradisional diberbagai provinsi, seperti Pulau Bungin, Provinsi NTB dimana 57,1% mengalami gejala berupa nyeri sendi dan 11,3% mengalami gangguan pendengaran sedangkan di Kepulauan Seribu, DKI Jakarta sebanyak 6,9% nelayan mengalami DCS (Russeng *et al.*, 2020).

B. PEMBAHASAN

Definisi

DCS adalah suatu kumpulan gejala yang diakibatkan karena terbentuknya gelembung udara di dalam darah atau jaringan selama atau setelah terjadinya penurunan tekanan pada lingkungan (dekompresi). Penyakit ini beresiko tinggi terjadi pada nelayan yang mencari ikan dengan cara menyelam pada laut yang dalam (Linggayani & Ramadhian, 2017). Berdasarkan berat ringannya gejala, penyakit dekompresi ini diklasifikasikan menjadi 2 tipe. Salah satunya yaitu DCS tipe 1 yang memiliki gejala seperti nyeri ringan pada persendian, sensasi gatal dan terbakar pada kulit, ruam biru kemerahan pada kulit, kelelahan dan kantuk berlebihan serta kepala terasa pusing (Simon *et al.*, 2022).

Epidemiologi

DCS umumnya jarang terjadi. Menurut hasil data epidemiologi yang di kemukakan oleh Pollock dan Buteau pada tahun 2017 menyatakan bahwa pada penyelam olahragawan hanya terjadi 3 kasus saja dalam 10.000 kali penyelaman dan pada penyelam komersial angkanya lebih tinggi yaitu sekitar 1,5 sampai 10 kasus per 10.000 kali penyelaman. Namun hal tersebut juga tergantung pada panjang dan kedalaman penyelaman. Selain itu, Pollock dan Buteau juga menyatakan bahwa berdasarkan data resiko DCS, Pria memiliki kasus kejadian yang lebih banyak yaitu 2,5 kali lebih banyak di bandingkan pada Wanita. Di Indonesia sendiri terdapat beberapa hasil data epidemiologi terkait dengan DCS, salah satunya pada Data Kesehatan Penyelam Tradisional Provinsi Sulawesi Tenggara yang menyatakan bahwa di Provinsi Sulawesi Tenggara terdapat 285 orang yang mengalami DCS dengan rincian gejala; 83 orang mengalami nyeri sendi dan nyeri otot, 48 orang mengalami sakit kepala, 8 orang mengalami lumpuh, 4 orang mengalami pendarahan hidung dan terdapat 1 orang yang meninggal (Jusmawati *et al.*, 2016).. Selain itu terdapat beberapa laporan kasus kejadian *decompression sickness* pada provinsi lain, seperti pada Provinsi Nusa Tenggara Barat, dimana dari total penderita DCS di pulau bungin, laporkan bahwa 57,5% diantaranya mengalami nyeri sendi dan sebanyak 11,3% mengalami kehilangan pendengaran. Selain di provinsi Nusa Tenggara Barat, DCS juga di laporkan terjadi pada 6,9% nelayan di Kepulauan Seribu, Provinsi DKI Jakarta (Russeng *et al.*, 2020).

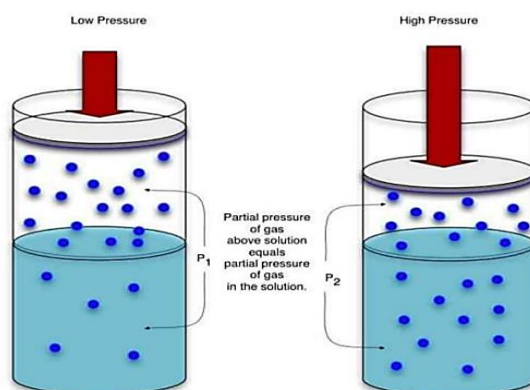
Etiologi dan Faktor Resiko

DCS terjadi akibat adanya suatu pembentukan gelembung yang disebabkan oleh pengurangan tekanan sekitar dimana tekanan tersebut akan menghasilkan gas inert. Salah satu contohnya adalah gas nitrogen. Hal ini akan semakin buruk apabila kita berpindah dari tempat yang bertekanan tinggi ke tempat dengan tekanan rendah dengan cepat seperti saat naik kembali ke permukaan setelah menyelam atau terbang setelah menyelam (Cooper JS, 2022).

DCS juga dapat disebabkan karena faktor individu itu sendiri, contohnya saat individu tersebut mengalami dehidrasi, memiliki riwayat cedera, kedinginan, kelebihan lemak tubuh dan mengonsumsi alkohol (Cooper JS, 2022). Selain itu, *decompression sickness* juga memiliki faktor resiko yang lebih tinggi pada orang-orang dengan usia yang lebih tua dan juga orang-orang yang melakukan penyelaman di laut dalam dengan waktu yang lama (Moon, 2021).

Patofisiologi

Mekanisme utama yang menjadi penyebab DCS adalah pembentukan gelembung yang disebabkan karena masuknya udara ke dalam sirkulasi darah atau jaringan setelah atau selama terjadinya penurunan tekanan di lingkungan sekitar. Gas tersebut kemudian terlepas dari cairan fisiologis dan membentuk gelembung udara pada lingkungan dengan tekanan rendah. Berdasarkan hukum Henry yang mengatakan bahwa ketika tekanan gas pada cairan berkurang maka gas yang terlarut dalam cairan tersebut juga berkurang. Begitupun sebaliknya, apabila tekanan gas pada cairan meningkat, maka gas yang terlarut dalam cairan juga meningkat (Linggayani & Ramadhian, 2017).

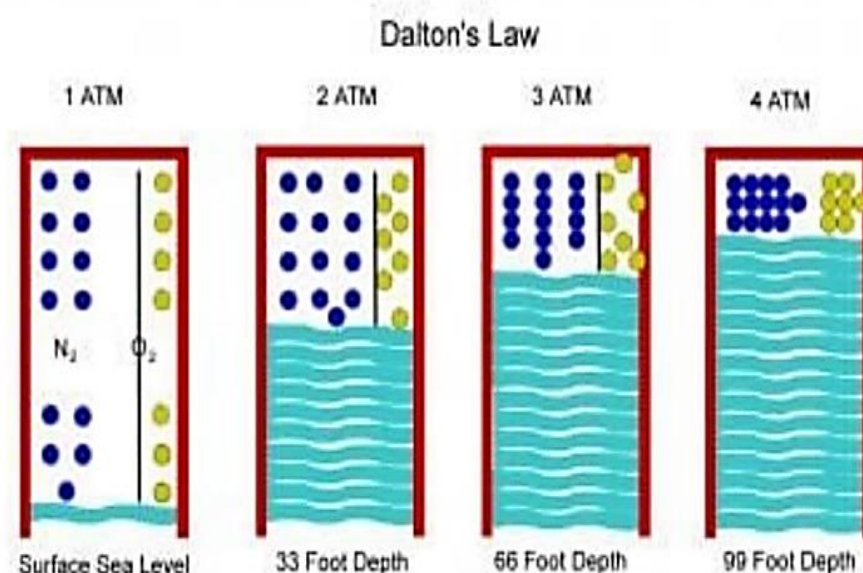


Gambar 1 : Hukum Henry (Linggayani & Ramadhian, 2017)

Hukum tersebut dapat dikaitkan dengan yang terjadi di dalam tubuh manusia. Dalam jaringan dan cairan tubuh manusia secara normal terdapat gas nitrogen (Linggayani & Ramadhian, 2017). Jumlah nitrogen yang terlarut dalam cairan dan jaringan tubuh akan meningkat dikarenakan terjadi peningkatan tekanan pada saat menyelam. Saat penyelam naik ke permukaan terlalu cepat dapat menyebabkan nitrogen yang terlarut kembali menjadi bentuk gas saat masih berada dalam cairan dan jaringan tubuh. Hal ini yang menyebabkan terbentuknya gelembung udara (Linggayani & Ramadhian, 2017).

Teori hukum lain yang juga berperan yaitu hukum Dalton yang menyatakan bahwa tekanan total sama dengan jumlah tekanan parsial oksigen ditambah tekanan parsial nitrogen dan tekanan parsial gas yang tersisa. Hal ini mengartikan bahwa dalam campuran gas, tekanan yang diberikan oleh gas tertentu akan sama dengan tekanan yang diberikan gas itu sendiri jika menempati volume yang sama. Dengan demikian, rasio gas tidak akan berubah meskipun tekanan total berubah. Saat seseorang menyelam, tekanan udara pernapasan akan meningkat

yang menyebabkan tekanan parsial masing-masing komponen udara pernapasan harus meningkat secara proporsional. Nitrogen pada tekanan parsial yang lebih tinggi dapat mengubah efek listrik membrane sel otak yang bisa menyebabkan efek anestesi. Oksigen pada tekanan parsial yang lebih tinggi dapat menyebabkan toksisitas oksigen pada sistem saraf pusat (Pulley, 2019).



Gambar 2 : Hukum Dalton (Pulley, 2019)

Penyakit dekompresi ditandai dengan terbentuknya gelembung ekstrasvaskular dan intravaskular yang semakin membesar ketika akumulasi tekanan gas terlarut (oksigen, karbondioksida, nitrogen, helium) dan uap air melebihi tekanan absolut lokal. Emboli udara pada DCS dapat terjadi pada pembuluh darah arteri maupun vena. Penyelam yang naik ke permukaan dengan cepat setelah menyelam, menahan napas, dan adanya riwayat penyakit paru (seperti asma) dapat menyebabkan terjadinya emboli pembuluh darah arteri. Emboli gas arteri dapat terjadi pada penyelam apabila gas terkompresi yang meluas terperangkap di paru-paru karena tekanan sekitar turun selama naik ke permukaan, sehingga menyebabkan pecahnya membran kapiler-alveolar dan masuknya gas ke pembuluh darah paru-paru. Emboli gas arteri dapat terjadi setelah naik ke permukaan dari kedalaman sedalam 1 meter (perubahan tekanan 0,1 atm) (Simon et al., 2022).

Pada penyakit dekompresi tipe 1, gejala yang dapat muncul yaitu nyeri otot dan sendi, kelelahan serta adanya gejala pada kulit. Gejala tersebut dapat muncul sebagai akibat dari iskemia jaringan yang disebabkan oleh emboli udara yang menghambat aliran darah pada arteri dan vena. Selama atau setelah menyelam gelembung udara akan dilepaskan melalui ekspansi terus-menerus gas mulia di dalam jaringan perifer. Gejala ringan yang muncul berupa nyeri disebabkan karena gangguan mekanik yang ditimbulkan oleh gelembung udara ekstrasvaskular (Linggayani & Ramadhian, 2017).

Selain menyebabkan obstruksi, gelembung udara intravascular juga dapat menyebabkan kebocoran kapiler, ekstrasvasi plasma dan hemokonsentrasi. Emboli udara yang terjadi pada pembuluh arteri umumnya dapat memengaruhi otak, jantung maupun organ lainnya. Emboli udara pada pembuluh darah arteri terjadi ketika gas di dalam alveolus mengembang dan menyebabkan bocornya kapiler pada alveolus sehingga menyebabkan udara masuk ke dalam sirkulasi arteri. Selain emboli pada pembuluh arteri, emboli udara juga dapat

terjadi pada pembuluh vena. Namun, sebagian besar emboli vena tidak menimbulkan gejala karena udara secara efektif telah terfiltrasi oleh sirkulasi pulmonal. Akan tetapi volume udara vena yang besar juga masih dapat menimbulkan gejala batuk, sesak napas, dan edema paru (Linggayani & Ramadhian, 2017).

Manifestasi Klinis

Manifestasi klinis yang timbul pada penyakit *decompression sickness* dapat bervariasi dari gejala ringan sampai gejala berat. Gejala yang muncul biasanya disebabkan adanya iskemia pada jaringan yang disebabkan oleh emboli udara yang menghambat aliran darah pada arteri dan vena. Iskemia dapat terjadi pada saat atau setelah menyelam gelembung udara akan dilepaskan melalui ekspansi terus menerus gas mulia didalam jaringan perifer. Biasanya gejala ringan yang dapat timbul berupa adanya nyeri akibat gangguan mekanik yang ditimbulkan oleh gelembung udara ekstravaskular. Secara umum gejala utama DCS tipe 1 (*Pain Only Beds*) adalah nyeri otot dan sendi. Gejala yang paling sering terjadi pada penyakit *decompression sickness* yaitu nyeri sendi sebanyak 58%, nyeri otot sebanyak 35%, nyeri pingang sebanyak 7%. Lokasi anatomik yang paling sering terkena dampaknya adalah bahu, siku, lutut, dan pergelangan kaki. Selain itu, gejala lain yang dapat timbul yaitu kelelahan serta gejala pada kulit seperti timbulnya kemerahan, gatal serta pembengkakan di sekitar sendi (Hisnindarsyah & Usemahu 2018; Linggayani & Ramadhian, 2017).

Diagnosis

Diagnosis penyakit dekompresi ditegakkan berdasarkan manifestasi klinis dan adanya riwayat menyelam dalam kurun 24 jam yang bisa ditanyakan melalui anamnesis dan pemeriksaan fisik. pertanyaan anamnesis bisa terkait dengan riwayat menyelam sebelumnya dalam waktu 24 jam terakhir. Pada pemeriksaan fisik didapatkan gejala-gejala DCS seperti nyeri otot dan sendi, timbulnya kemerahan pada kulit seperti gatal dan pembengkakan sekitar sendi dan gejala konstitusional seperti sakit kepala, lelah, malaise, mual dan muntah dan anoreksia pada DCS tipe 1 sedangkan pada DCS tipe 2 (*Serious Decompression Sickness*) dapat ditemukan gejala yang menyerang sistem syaraf pusat dan kardiopulmoner berupa gejala-gejala neurologis (Hisnindarsyah & Usemahu 2018).

Tatalaksana

Terdapat berbagai macam terapi yang dapat dilakukan untuk menatalaksana *decompression sickness* (DCS). Terapi definitif yang digunakan adalah terapi oksigen hiperbarik (*Hyperbaric Oxygen Therapy*) (Cooper JS, 2022). Terapi ini bertujuan untuk meningkatkan gradien difusi dari oksigen ke dalam jaringan dengan cara menghirup oksigen 100% pada simulasi tekanan atmosfer yang tinggi sehingga gas-gas nitrogen yang sebelumnya terbentuk dalam jaringan dan sirkulasi dapat terdifusi keluar karena perbedaan gradien tekanan (Mitchell *et al.*, 2018). Namun, terapi HBO memerlukan peralatan khusus dan jarang tersedia di fasilitas kesehatan primer maupun sekunder (Chin W *et al.*, 2016). Oleh karena itu, penatalaksanaan kasus DCS yang terjadi di area terpencil atau jauh dari fasilitas HBO harus menggunakan penatalaksanaan yang umum dijumpai dan mudah untuk digunakan.

Pemilihan terapi penanganan awal yang baik untuk dilakukan adalah pemberian oksigen 100% melalui face mask, atau bila diperlukan melalui intubasi. Menurut penelitian pemberian oksigen bebas dengan FiO₂ 100% dapat memberikan efek terapeutik yang baik sebelum dilakukannya terapi oksigen hiperbarik. Perlu ditekankan bahwa meski pemberian oksigen bebas 100% dilaporkan dapat meringankan gejala DCS, terapi ini tetap bersifat sebagai terapi awal. Terapi definitif dari DCS yaitu terapi oksigen hiperbarik tetap perlu dilakukan untuk meminimalisir sequele. Selain itu terapi rehidrasi oral atau intravena bagi

para penyelam juga sering kali diperlukan sebagai salah satu penanganan awal (Mitchell SJ *et al.*, 2018).

Pencegahan

Beberapa persiapan umum yang dapat dilakukan oleh nelayan yang mencari ikan dengan menyelam diantaranya adalah meminimalkan pelepasan panas tubuh dengan isolator panas berupa pakaian khusus penyelam (*diving suit*), menjaga tubuh dalam kondisi prima (*fittest condition*), tidak mengonsumsi alkohol dan obat-obatan psikotropika yang efek substansi tereksitasi pada saat menyelam serta tidak menyelam pada suhu air yang dingin ($<18\text{ }^{\circ}\text{C}$) (Wardoyo *et al.*, 2022). Pada saat menyelam, penyelam tradisional juga diharapkan tidak melakukan naik turun ke permukaan berulang-ulang dalam waktu jeda permukaan yang singkat, naik ke permukaan dengan cepat tanpa melakukan decompression stop selama 2-5 menit pada kedalaman 10 meter terakhir, serta menyelam terlalu dalam karena dapat meningkatkan risiko saturasi nitrogen yang nantinya juga berisiko meningkatkan pembentukan gelembung dan nitrogen narcosis (Wardoyo *et al.*, 2022).

Himbauan hal yang tidak boleh dilakukan setelah menyelam diantaranya adalah melakukan pemijatan badan karena diduga dapat menggeser gelembung nitrogen jaringan ke intralimfatik-intravasa, mandi air hangat karena dapat meningkatkan diameter gelembung nitrogen, mengonsumsi alkohol, melakukan penerbangan atau naik gunung dengan ketinggian 300 m di atas permukaan laut, serta melakukan penyelaman kembali di hari yang sama dengan surface interval < 6 jam (Wardoyo *et al.*, 2022).

Pencegahan dari terjadinya DCS juga merupakan hal yang tidak kalah penting. Dengan mematuhi protokol penyelaman yang berlaku, penyelam dapat terhindar dari kecelakaan yang sering kali terjadi saat menyelam. Salah satu contoh protokol yang memiliki peran dalam mencegah terjadinya DCS adalah dengan melakukan pemberhentian secara berkala sesuai dengan kedalaman. Pemberhentian ini bertujuan agar tubuh dapat beradaptasi sehingga gelembung gas pada sirkulasi yang sebelumnya terbentuk dapat terdifusi keluar dari tubuh dan akhirnya penyelam dapat naik ke permukaan secara perlahan (Blatteau *et al.*, 2012; Mitchell SJ *et al.*, 2018). Menghirup oksigen bebas 100% saat melakukan pemberhentian ini direkomendasikan karena dapat meningkatkan pengeluaran gelembung gas dari sirkulasi (Blatteau *et al.*, 2012). Selain itu, dihimbau kepada para penyelam agar tetap aktif saat melakukan pemberhentian ini (Blatteau *et al.*, 2012; Dujic *et al.*, 2008).

Selain protokol penyelaman, terdapat berbagai macam hal yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya DCS. Menurut beberapa penelitian yang telah dilakukan, olahraga aerobik yang dilakukan 20-24 jam sebelum melakukan penyelaman dilaporkan dapat membantu mengurangi pembentukan gelembung gas pada sirkulasi (Dujic *et al.*, 2004; Wisloff U 2001). Hal ini juga berkaitan dengan tingkat kesehatan fisik dari penyelam. Dengan memiliki kondisi fisik baik, terutama kesehatan kardiovaskular, tentu akan mengurangi risiko terjadinya kecelakaan yang berkaitan dengan penyelaman (Dujic *et al.*, 2004). Selain olahraga aerobik, penyelam selalu dihimbau untuk menjaga tingkat hidrasi baik sebelum maupun sesudah penyelaman (Bessereau *et al.*, 2012). Disamping itu, pemberian oksigen bebas 100% selama 20 menit pada tekanan 1 atm sebelum melakukan penyelaman juga menghasilkan efek yang positif (Bessereau *et al.*, 2012; Longphre *et al.*, 2007). Menurut penelitian yang dilakukan pada mencit, pemberian oksigen bebas sebelum penyelaman dilaporkan dapat mengurangi reaksi inflamatori dan infiltrasi protein pada paru (Wang F *et al.*, 2015).

C. KESIMPULAN

Decompression adalah suatu kumpulan gejala yang terjadi karena terbentuknya gelembung udara di dalam darah atau jaringan selama atau setelah terjadinya penurunan tekanan pada lingkungan (dekompresi). angka kejadian DCS pada penyelam komersial tergolong cukup rendah. Manifestasi klinis yang timbul pada penyakit *decompression*

sickness dapat bervariasi dari gejala ringan sampai gejala berat. Diagnosis dari DCS ini ditegakkan melalui hasil anamnesis riwayat menyelam 24 jam terakhir beserta pemeriksaan fisik sesuai dengan manifestasi klinis DCS. Penatalaksanaan definitif dari DCS adalah menggunakan *Hyperbaric Oxygen Therapy* (Terapi HBO). Meskipun demikian, terapi HBO ini memerlukan fasilitas yang khusus sehingga jarang tersedia di faskes primer sehingga penanganan awal yang baik akan memberikan luaran pasien yang bagus. Disamping itu, tindakan-tindakan pencegahan dari terjadinya DCS juga perlu dilakukan dengan baik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terimakasih untuk semua pihak yang terlibat mendukung penyusunan artikel review ini, riset ini, rekan-rekan di Program Studi Pendidikan Kedokteran, Universitas Mataram.

KONTRIBUSI PENULIS

Penulis mendeklarasikan bahwa dalam penyusunan artikel review ini kontribusi penulis terbagi secara merata. Konsep review, literatur, penulisan, komponen-komponen pembahasan oleh N.W.D, K.D.P.S, M.N.P, R.A.K, dan D.A.Z.

PENDANAAN

Pelaksanaan tinjauan pustaka ini didanai secara mandiri.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis mendeklarasikan bahwa tidak ada konflik kepentingan dalam penyelesaian dan penyusunan tinjauan pustaka ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bessereau J, Genotelle N, Brun P-M, Aboab J, Antona M, C. H. (2012). Decompression sickness in urban divers in France. *Int Marit Health*, 63:170–3.
- Blatteau J-E, Hugon J, Gempp E, Castagna O, Pény C, V. N. (2012). Oxygen breathing or recompression during decompression from nitrox dives with a rebreather: effects on intravascular bubble burden and ramifications for decompression profiles. *Eur J Appl Physiol.*, 112:2257–6.
- Chin W, Jacoby L, Simon O, Talati N, Wegrzyn G, J. R. (2016). Hyperbaric programs in the United States: Locations and capabilities of treating decompression sickness, arterial gas embolisms, and acute carbon monoxide poisoning: survey results. *Undersea Hyperb Med*, 43:29–43.
- Cooper JS, H. K. (2022). Decompression Sickness. *Treasure Island (FL): StatPearls*.
- Dujic Z, Duplancic D, Marinovic-Terzic I, Bakovic D, Ivancev V, V. Z. (2004). Aerobic exercise before diving reduces venous gas bubble formation in humans. *J Physiol*, 555:637–42.
- Dujic Z, Valic Z, B. A. (2008). *Beneficial role of exercise on scuba diving. Exerc Sport Sci Rev.* 36:38–42.
- Hisnindarsyah H, Usemahu SN, M. J. (2018). RESPON Pasien Dengan Decompression Sickness Tipe I Terhadap Pemberian Terapi Oksigen Hiperbarik Di RSAL DR.F.X Suhardjo Tahun 2016. *Molucca Medica*.
- Jusmawati, J., Arsin, A. A., & Naiem, F. (2016). Faktor Risiko Kejadian Decompression Sickness Pada Masyarakat Nelayan Peselam Tradisional Pulau Saponda. *Media*

- Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 12(2), 63-69.
- Linggayani, N. M. A., & Ramadhian, R. (2017). Penyakit Caisson pada Penyelam. *Fakultas Kedokteran Universitas Lampung*, 4(2), 1-6.
- Longphre J, Denoble P, Moon R, Vann R, F. J. (2007). First aid normobaric oxygen for the treatment of recreational diving injuries. *Undersea & Hyperbaric Medicine : Journal of the Undersea and Hyperbaric Medical Society, Inc*, 34:43-9.
- Mitchell SJ, Bennett MH, Bryson P, Butler FK, Doolette DJ, H. J. (2018). Consensus guideline: Pre-hospital management of decompression illness: expert review of key principles and controversies. *Undersea Hyperb Med*, 45:273-86.
- Moon, R. E. (2021). *Decompression Sickness In Duke University Medical Center*.
- Pollock, N. W., & Buteau, D. (2017). *Updates in Decompression Illness. Emerg Med Clin North Am*.
- Pulley, S. A. (2019). Decompression Sickness. *Medscape*.
- Russeng1 SS, Saleh1 LM, Syafar1 M, R. M. (2020). *Decompression Sickness Indicators in Traditional Divers in Bajo, Boalemo District. Medico Legal Update*.
- Simon, Mitchell, & Bennet, M. (2022). Decompression sickness and arterial gas embolism. *The New England Journal of Medicine*, 4(3), 39-45. <https://doi.org/10.1056/nejmra2116554>
- Wang F, Fang Y, You P, Bao X, Ma J, Z. S. (2015). Effect of different pressure oxygen pre-breathe in diving decompression sickness of rats. *Zhongguo Ying Yong Sheng Li Xue Za Zhi*, 31:401-4.
- Wardoyo EH, Susani YP, Zulkarnaen DA, Widiastuti IAE, Dirja BT, S. D. (2022). Edukasi Penyelaman Aman bagi Nelayan Pesisir Montong Lombok Barat. *J Pengabdian Magister Pendidik IPA*, 5(2):128-3.
- Wisloff U, B. A. (2001). Aerobic endurance training reduces bubble formation and increases survival in rats exposed to hyperbaric pressure. *J Physiol*, 537:607-11.

Cara sitasi artikel ini:

Dewi, Ni Wayan,. Sutanegara, Kadek Diah P, Praramdana, Muhammad N. 2023. Decompression Sickness Tipe 1 pada Nelayan Tradisional : Sebuah Tinjauan Pustaka. *BIOCITY Journal of Pharmacy Bioscience and Clinical Community*. 1 (2): 81-88.