

PENGARUH KEDALAMAN MENYELAM, LAMA MENYELAM, ANEMIA TERHADAP KEJADIAN PENYAKIT DEKOMPRESI PADA PENYELAM TRADISIONAL

Halena Isrumanti Duke¹, Sri Rahayu Widyastuti^{1,2}, Suharyo Hadisaputro³, Shofa Chasani⁴

¹Kantor Kesehatan Pelabuhan Semarang

²Magister Epidemiologi Sekolah Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Semarang

³Magister Epidemiologi Sekolah Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Semarang

⁴RSUP Dr. Kariadi Semarang

Abstrak

Latar Belakang: Penyakit dekompresi adalah suatu penyakit yang disebabkan oleh pelepasan dan pengembangan gelembung-gelembung gas dari fase larut dalam darah atau jaringan akibat penurunan tekanan dengan cepat di sekitarnya. Faktor-faktor yang diduga meningkatkan dekompresi adalah kedalaman menyelam, lama menyelam, dan anemia.

Tujuan : Untuk menjelaskan besarnya pengaruh kedalaman menyelam, lama menyelam, anemia terhadap kejadian penyakit dekompresi pada penyelam tradisional.

Metode : Penelitian mix methode desain studi kasus kontrol yang diperkuat dengan indepth interview ini dilakukan terhadap 46 responden, meliputi 23 kasus (penyelam tradisional penderita penyakit dekompresi) dan 23 kontrol (penyelam tradisional bukan penderita penyakit dekompresi) yang diambil secara purposive sampling. Instrument penelitian adalah kuesioner wawancara. Analisis data secara univariat, bivariat (chi-square), dan multivariat (logistic regression).

Hasil : Kedalaman menyelam ≥ 30 meter (OR = 6,62; 95% CI = 1,059 – 41,390, $p < 0.043$), lama menyelam ≥ 2 jam (OR = 61,680; 95% CI = 3,687 – 1031,93, $p < 0.004$) dan anemia (OR = 14,453, 95% CI = 2,146-97,346, $p < 0.006$) berpengaruh terhadap kejadian penyakit dekompresi.

Kesimpulan : Kedalaman menyelam ≥ 30 meter, lama menyelam ≥ 2 jam, dan anemia berpengaruh terhadap kejadian penyakit dekompresi dengan probabilitas 94,45%.

Kata kunci: Dekompresi, faktor risiko, kedalaman menyelam, lama menyelam, anemia.

EFFECT OF THE DEPTH OF DIVING, DURATION OF DIVING, ANEMIA ON DECOMPRESSION SICKNESS IN TRADITIONAL DIVER

Abstract

Background: Decompression sickness is a disease caused by the release and development of gas bubbles from the soluble phase in the blood or tissue due to rapid pressure drops around it. Factors suspected to increase decompression are the depth of diving, duration of diving, and anemia.

Objective: To explain effect of the depth of diving, duration of diving, anemia against the incidence of decompression sickness in traditional divers.

Methods: A mix methode research case control design study with indepth interview was conducted on 46 respondents, covering 23 cases (traditional divers with decompression sickness) and 23 controls (traditional divers not decompression patient) taken by purposive sampling. The research instrument is an interview questionnaire. Data were analyzed with univariate, bivariate (chi-square), and multivariate (logistic regression).

Result: The depth of diving ≥ 30 meters (OR = 6,62; 95% CI = 1,059 - 41.390, $p < 0.043$), duration of diving ≥ 2 hours (OR = 61,680; 95% CI = 3,687 – 1031,93, $p < 0.004$) and anemia (OR = 14,453, 95% CI = 2,146-97,346, $p < 0.006$) affect the incidence of decompression sickness.

Conclusion: The depth of diving ≥ 30 meters, duration of diving ≥ 2 hours, and anemia affect on incidence of decompression sickness with probability 94,45%.

Keywords: Decompression, risk factor, the depth of diving, duration of diving, anemia.

PENDAHULUAN

Caisson Disease (CD) dengan nama lain penyakit dekompresi (DCS = *Decompression Sickness*) merupakan kumpulan gejala yang terjadi pada seseorang yang terpapar oleh penurunan tekanan (biasanya terjadi setelah peningkatan tekanan yang besar terlebih dahulu). Penyakit dekompresi merupakan suatu penyakit yang disebabkan oleh pelepasan dan pengembangan gelembung-gelembung gas dari fase larut dalam darah atau jaringan akibat penurunan tekanan dengan cepat di sekitarnya. Tubuh seharusnya beradaptasi terhadap tekanan seiring dengan kenaikan ketinggian yang cepat. Hal ini merupakan masalah dalam penyelaman dan gangguan akibat tekanan udara. Penyakit dekompresi merupakan risiko penyakit akibat pekerjaan terutama di kalangan penyelam atau nelayan.^{1,2}

Banyak pekerja di wilayah perairan seperti penyelam profesional, penyelam dengan kompresor tradisional, penyelam militer dan penyelam tahan nafas. Penyelam tradisional biasanya kurang memperhatikan keselamatan dan kesehatan pekerjaan sehingga berpotensi terkena penyakit dekompresi.³

Angka kejadian *Caisson Disease* (CD) di Amerika Serikat untuk tipe II (berat) yaitu 2,28 kasus per 10.000 penyelam, tipe I (ringan) tidak diketahui karena banyak penyelam yang tidak mencari pengobatan.^{1,2}

Data dari berbagai sumber melaporkan kematian akibat penyelaman pada wisata menyelam sebanyak 1 kematian per 6.250 penyelam tiap tahun, olahraga menyelam 1 kematian per 5.000 penyelam tiap tahun, sedangkan yang mengalami penyakit dekompresi di Amerika Serikat untuk menyelam militer 1 kasus per 3.770 penyelam, wisata menyelam 1 kasus per 2.900 penyelam dan penyelam komersial 1 kasus per 280 penyelam tiap tahunnya.⁴

Hasil penelitian Kementerian Kesehatan menunjukkan beberapa penyakit dan kecelakaan yang terjadi pada nelayan dan penyelam tradisional, menyebutkan sejumlah nelayan di pulau Bungin, Nusa Tenggara Barat menderita nyeri persendian (57,5%) dan gangguan pendengaran ringan sampai ketulian (11,3%), sedangkan nelayan di Kepulauan Seribu, DKI Jakarta, mengalami kasus barotrauma (41,37%) dan penyakit dekompresi yang biasa menyerang penyelam (6,91%). Data dari Kementerian Kesehatan, menurut survei 251 responden penyelam di 9 provinsi di Indonesia, teknik menyelam yang digunakan 56,6% penyelam tahan nafas, 33,9% penyelam kompresor dan 9,6% penyelam dengan SCUBA. Keluhan yang sering didapat dari 251 responden tersebut antara lain 21,2% pusing/sakit kepala, 12,6% lelah, 12,5% pendengaran berkurang, nyeri sendi 10,8%, perdarahan hidung 10,2%, 9,7% sakit dada/sesak, 6,4% penglihatan berkurang, 6,0% bercak merah di kulit, 5,6% gigitan binatang, 3,2% lumpuh dan 1,7% hilang kesadaran.⁵

Di Kecamatan Karimunjawa yang merupakan salah satu daerah administratif Kabupaten Jepara masih banyak memiliki penyelam tradisional. Di Karimunjawa terdapat kasus hiperbarik, kasus kumulatif dari Puskesmas Karimunjawa dari tahun 2007-2013 terdapat 104 kasus dan terdapat 5 kematian. Belum diketahuinya pengaruh kedalaman menyelam, lama menyelam, anemia terhadap kejadian dekompresi pada penyelam tradisional, maka perlu dilakukan penelitian mengenai kedalaman menyelam, lama menyelam, dan anemia terhadap kejadian dekompresi pada penyelam tradisional.

Dalam studi *case-control* ini, akan dibuktikan besarnya pengaruh kedalaman menyelam, lama menyelam, dan anemia terhadap kejadian dekompresi pada penyelam tradisional.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian *mix methode* yaitu penggabungan penelitian secara observasional analitik dengan metode penelitian kasus kontrol (*case-control*) ditunjang dengan penelitian kualitatif. Penelitian dengan desain kasus kontrol untuk mengkaji hubungan antara efek tertentu dengan faktor risiko tertentu. Kasus adalah penyelam tradisional di Karimunjawa yang telah ditetapkan oleh dokter RS. Angkatan Laut Surabaya menderita penyakit dekompresi dan kontrol adalah penyelam tradisional di Karimunjawa yang tidak menderita penyakit dekompresi.

Studi kualitatif dilakukan dengan teknik *indepth interview* untuk memperkuat hasil penelitian kualitatif. Populasi studi dalam penelitian ini adalah penyelam tradisional di Karimunjawa. Kriteria inklusi untuk responden yang menjadi sampel dalam penelitian ini adalah penyelam tradisional maupun nelayan penyelam yang didiagnosa oleh dokter RS. Angkatan Laut Surabaya menderita penyakit dekompresi, penyelam berada di Karimunjawa. Kriteria eksklusi untuk penyelam yang tidak diikuti dalam penelitian ini adalah penyelam yang mempunyai riwayat TB paru, batuk kronis.

Berdasarkan perhitungan rumus didapatkan 23 kasus, penelitian ini menggunakan perbandingan kasus dan kontrol 1:1, sehingga jumlah sampel keseluruhan adalah 46 orang.

Teknik pengambilan sampel dengan teknik *purposive sampling*. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kejadian penyakit dekompresi (kategori ya, tidak). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah kedalaman menyelam (≥ 30 meter, < 30 meter), lama menyelam (≥ 2 jam, < 2 jam), anemia (ya Hb < 12 , tidak). Sumber data terdiri dari data primer yang diperoleh dengan melakukan wawancara langsung

dengan responden dan data sekunder diperoleh dari pencatatan atau pelaporan Puskesmas Karimunjawa, Himpunan Pramuwisata Indonesia Karimunjawa dan RS. Angkatan Laut Surabaya.

Teknik pengumpulan data primer dari wawancara terhadap responden sesuai pertanyaan dalam kuesioner, observasi dengan pengamatan langsung di tempat pelayanan kesehatan dan *indepth interview* pada responden yang menderita penyakit dekompresi. Data sekunder diperoleh dari pencatatan dan pelaporan di Puskesmas Karimunjawa, Himpunan Pramuwisata Indonesia Karimunjawa dan RS. Angkatan Laut Surabaya. Analisis data dilakukan secara bertahap yaitu dengan analisis univariat, bivariat dan analisis multivariat.

Penelitian ini telah diajukan untuk mendapatkan izin *ethical clearance*. Permohonan telah disetujui dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan (KEPK) Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro dan RSUP Dr. Kariadi Semarang dengan memperhatikan prinsip-prinsip yang dinyatakan dalam Deklarasi Helsinki 1975

HASIL

Analisis univariat menunjukkan umur pada kelompok kasus berkisar antara 26 - 50 tahun dengan rata-rata umur 38 tahun dengan penyimpangan terjauh sebesar 7 tahun dan frekuensi umur terbanyak 40 tahun. Sedangkan umur pada kelompok kontrol berkisar antara 22 - 53 tahun, dengan rata-rata umur 32 tahun dengan penyimpangan terjauh sebesar 9 tahun dan frekuensi umur terbanyak 30 tahun.

Proporsi responden yang tidak sekolah lebih banyak pada kelompok kasus (17,4%) dibandingkan dengan kelompok kontrol (13,0%), pendidikan SD lebih banyak pada kelompok kasus (52,2%) dibandingkan pada kelompok kontrol (47,8%), sedangkan pendidikan SMP lebih

banyak pada kelompok kontrol (39,1%) dibandingkan kelompok kasus (30,4%). Proporsi responden pada kelompok kasus menunjukkan derajat anemia berat (12,5%), sedang (43,8%) dan ringan (43,8%).

Hasil analisis bivariat kedalaman menyelam, perhitungan uji statistik dengan uji *chi square* diperoleh nilai $p < 0,028$; OR = 4,354; 95% CI = 1,125 – 16,854 yang menunjukkan kedalaman menyelam berpengaruh terhadap dekompresi dengan besar risiko 4,354 dibandingkan yang menyelam dengan kedalaman < 30 meter.

Hasil perhitungan uji statistik dengan uji *chi square* untuk lama menyelam diperoleh nilai $p < 0,002$; OR = 16,92; 95% CI = 1,94 – 147,7 yang menunjukkan lama menyelam berpengaruh terhadap dekompresi dengan besarnya risiko 16,92 kali dibandingkan yang menyelam dengan lama menyelam < 2 jam. Hasil perhitungan statistik dengan *chi square* untuk anemia diperoleh nilai $p < 0,001$; OR = 8,229; 95% CI = 2,175 – 31,132 menunjukkan adanya anemia berhubungan dengan dekompresi dan memiliki risiko 8,229 kali dibandingkan yang tidak anemia.

Analisis multivariat dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui variabel bebas yang dapat menjadi prediktor terjadinya dekompresi. Analisis ini menggunakan uji Regresi Logistik Ganda dengan metode Enter, pada tingkat kemaknaan 95%. Hasil analisis multivariat menunjukkan ada 3 variabel bebas yang layak untuk dipertahankan secara statistik yang berpengaruh terhadap kejadian dekompresi.

Dari ketiga variabel bebas (kedalaman menyelam, lama menyelam, anemia) tersebut bila dihitung berdasarkan persamaan regresi logistik, maka diperoleh nilai $p = 94,45\%$, hal ini menunjukkan bahwa menyelam kedalaman ≥ 30 meter dengan lama menyelam ≥ 2 jam, dan

anemia maka akan memiliki probabilitas untuk terjadi dekompresi sebesar 94,45%.

PEMBAHASAN

Hasil analisis multivariat menunjukkan bahwa faktor risiko terjadinya penyakit dekompresi pada penyelam tradisional adalah kedalaman menyelam sebesar ($p < 0,043$), variabel ini berpengaruh terhadap nilai statistik, sehingga hipotesis terbukti. Dengan demikian kedalaman menyelam merupakan faktor risiko terjadinya dekompresi dengan OR = 6,622 (95% CI = 1,125 - 16,854).

Hasil ini selaras dengan penelitian Darryl *et al* yang meneliti tentang fungsi pendengaran para penyelam tradisional di Minahasa Sulawesi Utara, bahwa kedalaman menyelam mempunyai risiko terkena dekompresi dengan fungsi pendengaran sebesar 60%.⁶ Berdasarkan hasil *indepth interview* responden penyelam didapatkan keterangan bahwa responden menyelam dalam untuk mendapatkan ikan. Responden merasakan sakit bahkan seperti lumpuh setelah lama menyelam.

Hancock dan Milner menyatakan bahwa terdapat hubungan linear antara kedalaman air dengan pengurangan efisiensi performansi kerja. Sedangkan Taylor menjelaskan bahwa menghirup udara bertekanan pada kedalaman air memiliki risiko yang besar, yaitu kadar gas nitrogen di dalam tubuh akan meningkat. Semakin banyak gas nitrogen di dalam tubuh, performansi penyelam akan semakin menurun.⁷

Penelitian yang dilakukan oleh Angkatan Laut USA antara tahun 1968 - 1981, seorang penyelam semakin dalam menyelam maka semakin besar tekanan atmosfer yang diterima, dengan bertambahnya kedalaman menyelam maka risiko terjadi penyakit dekompresi semakin besar dan penyelam dengan kedalaman 30

- 61 meter risiko terjadi kecelakaan sebesar 0,54%.⁸

Hukun Boyle mengatakan, makin dalam air laut makin besar tekanan, sehingga volum udara yang dikonsumsi juga berubah yang akhirnya dapat menimbulkan dekompresi. Setiap pertambahan 10 meter terjadi kenaikan tekanan 1 ATA. Seorang penyelam semakin dalam menyelam maka semakin besar tekanan atmosfer yang diterima, dengan bertambahnya kedalaman, kemungkinan terkena penyakit dekompresi semakin besar.

Namun, apabila dilihat dari faktor fisiologi penyelaman: penyelaman yang lama dan lebih dangkal akan memberikan nitrogen yang lebih banyak pada jaringan-jaringan tubuh yang lambat. Penyelaman yang dangkal dan lama cenderung menimbulkan "bends" pada persendian, karena sendi adalah jaringan lambat maka tidak dapat melepas nitrogen dengan cepat.

Lama menyelam menjadi faktor risiko dekompresi, saat dilakukan analisis multivariat hasilnya bermakna secara statistik dengan $p < 0,004$, nilai OR = 61,680 (95% CI = 3,687 - 1031,93) memberikan arti bahwa lama penyelaman lebih dari 2 jam memiliki besar risiko terkena penyakit dekompresi sebesar 61,680 kali besar dibanding dengan penyelam yang menyelam kurang dari 2 jam.

Hasil ini selaras dengan penelitian Sukmajaya, A. yang meneliti tentang faktor yang berhubungan dengan penyakit dekompresi pada penyelam profesional dan penyelam tradisional di Gilli Matra Kabupaten Lombok Utara Provinsi Nusa Tenggara Barat, lama penyelaman memiliki risiko terkena penyakit dekompresi dengan nilai OR = 4,122.⁹

Berdasarkan hasil *indepth interview* dengan responden menyatakan semakin lama responden menyelam badan terasa

sakit. Responden rata-rata menyelam selama 3 jam dalam sehari untuk mendapatkan ikan.

Hal ini sesuai dengan hasil analisis kuantitatif bahwa responden yang menyelam ≥ 2 jam per hari maka berisiko untuk terjadi penyakit dekompresi. Faktor waktu atau lama penyelaman adalah lama penyelam yang dihitung sejak penyelam berenang turun selama di dasar sampai penyelam mulai mencapai permukaan.

Peranan waktu atau lama penyelaman dalam mempengaruhi frekuensi gangguan kesehatan pada penyelam antara lain ditentukan oleh perubahan faktor etiologi timbulnya keadaan sakit pada para penyelam yaitu karena adanya perubahan tekanan udara yang tinggi.¹⁰

Penyelaman yang lama akan mempengaruhi penyerapan dan pelepasan gas dalam jaringan tubuh dan darah, terutama adalah gas nitrogen, yaitu berubahnya komposisi gas akan menimbulkan penyakit dekompresi.⁶ Lama menyelam akan mempengaruhi tekanan yang diterima oleh penyelam sesuai kedalamannya. Semakin lama dan semakin dalam menyelam maka tekanan yang diterima oleh penyelam sesuai kedalamannya semakin besar dan lama.⁸

Kejadian anemia pada penyelam setelah dilakukan analisis multivariat diperoleh hasil yang bermakna secara statistik dengan $p < 0,006$ nilai OR = 14,453 (95% CI = 2,146 - 97,346), memberikan arti bahwa penyelam yang menderita anemia memiliki besar risiko 14,453 kali lebih besar untuk menderita dekompresi dibanding dengan yang tidak anemia.

Akibat dari anemia adalah transportasi sel darah merah akan terganggu dan jaringan tubuh penderita anemia akan mengalami kekurangan oksigen guna menghasilkan energi yang ditandai dengan cepat lelah, pucat, gelisah, sesak serta beberapa bagian tubuh seperti lidah dan

kelopak mata menjadi pucat.¹¹

Keterbatasan penelitian ini antara lain bias berasal dari subyek yang disebabkan data yang diperoleh berasal dari ingatan (*recall*) subyek. Pada beberapa keadaan, responden kasus akan lebih mengingat kejadian (faktor) yang menyebabkan sakit, sedangkan kontrol karena tidak menderita suatu penyakit, faktor risiko yang menyebabkan penyakit kurang diingat.

Keterbatasan lainnya adalah bias wawancara yaitu bias yang berasal dari pewawancara disebabkan oleh pengetahuan atau keyakinan pewawancara terhadap suatu faktor risiko yang sedang dibuktikan. Dengan adanya praduga tersebut, pewawancara akan cenderung untuk menanyakan lebih mendalam atau memberikan sugesti kepada kasus untuk memberikan jawaban positif tentang suatu faktor risiko yang sedang diteliti, sedangkan pada subyek kontrol, pewawancara mempunyai kecenderungan untuk mendapatkan jawaban negatif tentang adanya suatu faktor risiko yang sedang diteliti. Untuk mengurangi bias ini telah dilakukan pelatihan sebanyak 10 orang pewawancara.

KESIMPULAN dan SARAN

Faktor yang terbukti berpengaruh terhadap kejadian dekompresi adalah kedalaman menyelam ≥ 30 meter, lama menyelam ≥ 2 jam dan anemia Hb < 12 . Hasil *indepth interview* memberikan keterangan bahwa responden menyelam dalam untuk mendapatkan ikan. Responden merasakan badan terasa sakit bahkan seperti lumpuh setelah lama menyelam. Responden rata-rata menyelam selama 3 jam dalam sehari untuk mendapatkan ikan.

Untuk mencegah terjadinya dekompresi maka perlu diadakan penyuluhan atau penyebaran informasi tentang faktor risiko dan pelatihan

penyelaman yang benar dan aman bagi penyelam yang bekerjasama dengan instansi atau organisasi yang menguasai dalam bidang penyelaman, perlu dilakukan penyusunan rencana penyelaman yang meliputi lama waktu menyelam dan kedalaman menyelam secara tepat dan diadakan pemeriksaan kesehatan berkala pada penyelam.

REFERENSI

1. Auliarahman, *Caisson Disease*, 2011 [cited; Available from: <http://www.dokterirga.com/caisson-disease/>].
2. Wahab, C., Budiningsih, and M. Guritno, Decompression sickness among Maroami diving fisherman in Jakarta. *Med. J. Indonesia*, 2008. 17(3): p.197-201.
3. Dinas Kesehatan Angkatan Laut, Ilmu Kesehatan Penyelaman dan Hiperbarik, 2000, Jakarta: Dinas Kesehatan Angkatan Laut.
4. GERMOMPRES, P., The Medical Risk of Underwater diving and Their Control. *International Sport Med Journal*, 2006. 7(2).
5. Kementerian Kesehatan RI, Tatalaksana penyakit akibat kerja karena pajanan hiperbarik dan penyakit lain akibat penyelaman, P2PL, Editor, 2009: Jakarta.
6. Virginiawan, D., Fungsi Pendegaran para Penyelam Tradisional di Desa Bolong Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara, 2009.
7. Hancock, P. A., Milner, E. K., Task Performance Under Water, An Evaluation Of Manual Dexterity Efficiency in The Open Ocean underwater Environment, 1986, (online) <http://www.mit.ucf.edu/Underwater>.
8. Mitchell, S., The Mechanisms of Decompression Illness Part 1. DAN

- S.E. Asia Pasific., 2005.
9. Sukmajaya, A., Faktor yang berhubungan dengan penyakit dekompresi pada penyelam profesional dan penyelam tradisional di Gili Matra Kabupaten Lombok Utara Propinsi NTB. 2010, Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.
 10. Budiono. S., Jusuf, RMS., Pusparini A, Hiperkes & KK, Higiene Perusahaan, Ergonomi, Kesehatan Kerja dan Keselamatan Kerja. Edisi Kedua, Badan Penerbit Universitas Diponegoro Semarang, 2003: p.245-75.
 11. Fahlman A, D.D., Dehydration effects on the risk of severe decompression sickness in a swine model. *Aviat Space Environ Med. J. Indonesia*, 2006. 77: p.102-6.