

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Penyelam**

Penyelam (pekerja bawah air) secara umum dibedakan menjadi penyelam profesional dan penyelam tradisional. Penyelam profesional adalah orang yang melakukan kegiatan penyelaman berdasarkan tujuan, meliputi penyelam pekerja (penyelaman militer, penyelaman komersial, penyelaman ilmiah), dan penyelam rekreasi (penyelaman olahraga dan penyelaman rekreasi/wisata). Penyelam tradisional adalah orang yang melakukan kegiatan penyelaman dengan menggunakan teknik tahan nafas (penyelaman tanpa alat bantu pernafasan) atau menggunakan kompresor sebagai alat bantu suplai udara dari permukaan (penyelaman dengan SSBA/*Surface Supplied Breathing Apparatus*).<sup>1,2</sup> Penyelam tradisional dibedakan menjadi:

1. Penyelam tahan nafas

Penyelam tahan nafas adalah penyelam yang melakukan kegiatan menyelam tanpa menggunakan alat bantu pernafasan. Biasanya waktu menyelam tidak lama, hanya beberapa menit. Kedalaman menyelam kurang dari 10 meter. Pada penyelam tahan nafas sering timbul risiko sakit kepala, gendang telinga pecah, pendengaran berkurang, mimisan di dalam air.<sup>2</sup>

2. Penyelam kompresor

Penyelam kompresor adalah penyelam yang menggunakan suplai udara dari permukaan laut yang bersumber dari kompresor. Biasanya waktu menyelam lebih lama, bisa lebih dari 1 jam. Kedalaman menyelam lebih dari 10 meter. Penyelam kompresor berisiko timbul penyakit barotrauma, menghirup udara

yang tercemar (CO, CO<sub>2</sub>, dan zat lainnya) dapat menimbulkan sakit dada/sesak nafas hingga tidak sadarkan diri, kekurangan oksigen, timbul penyakit dekompresi.<sup>2</sup>

## **B. Penyakit Dekompresi**

### 1. Definisi penyakit dekompresi

Penyakit dekompresi adalah suatu penyakit atau kelainan-kelainan yang disebabkan oleh pelepasan dan mengembangnya gelembung-gelembung gas dari fase larut dalam darah atau jaringan akibat penurunan tekanan di sekitarnya.<sup>1</sup> Definisi lain penyakit dekompresi adalah gangguan/kelainan disebabkan oleh gelembung yang terbentuk di jaringan tubuh atau di dalam darah akibat supersaturasi gas inert dalam darah dan jaringan selama atau setelah pengurangan tekanan lingkungan.<sup>8,33,34</sup> Gejala-gejala yang ditimbulkan bisa berupa rasa nyeri seluruh tubuh, kelelahan, nyeri periartikuler, gejala neurologis, gejala gangguan pernafasan maupun gangguan jantung setelah menyelam.<sup>1</sup>

Hukum fisika yang berhubungan dengan penyakit dekompresi adalah Hukum Henry, yang menyatakan banyaknya gas yang terlarut di dalam cairan adalah sebanding dengan tekanan gas di atas cairan tersebut.<sup>1</sup> Pada saat menghirup udara di bawah tekanan memaksa sejumlah nitrogen menjadi larutan dalam darah dan jaringan tubuh. Selama tekanan terus berlanjut, gas tersebut ditahan dengan larutan. Ketika tekanan dengan cepat dilepaskan, nitrogen kembali ke keadaan gas terlalu cepat untuk keluar dari tubuh secara alami. Gelembung gas terbentuk di seluruh tubuh, menyebabkan berbagai macam gejala berhubungan dengan penyakit.<sup>9</sup> Ini berhubungan dengan

kecepatan lepasnya gas nitrogen dari fase larut menjadi tidak larut dalam bentuk gelembung gas (*bubbles*) waktu proses dekompresi berlangsung.<sup>1</sup>

2. Patogenesis penyakit dekompresi

Pembentukan gelembung gas di jaringan atau dalam sirkulasi dianggap sebagai mekanisme untuk semua jenis penyakit dekompresi.<sup>35</sup> Selama menyelam, gas inert dilarutkan dalam jaringan. Setelah berjam-jam, keadaan keseimbangan dapat dicapai antara gas pernapasan dan jaringan, yang dikenal sebagai saturasi. Saat penyelam naik ke permukaan, nitrogen berdifusi dari jaringan ke dalam darah dan dari darah ke paru-paru. Karena tekanan parsial gas inert dalam darah dan jaringan melebihi tekanan ambien, gelembung terbentuk di jaringan dan pembuluh darah, yang dapat menyebabkan sindrom klinis penyakit dekompresi.<sup>36</sup> Dalam kasus penyakit dekompresi yang berat, menunjukkan adanya gelembung-gelembung gas dalam pembuluh darah dan jaringan ekstrasvaskuler. Timbulnya gelembung-gelembung gas berhubungan dengan timbulnya peristiwa supersaturasi gas dalam darah ataupun jaringan tubuh pada waktu proses penurunan tekanan di sekitar tubuh (dekompresi).<sup>1</sup>

Kondisi supersaturasi gas dalam darah dan jaringan sampai suatu batas tertentu masih bisa ditoleransi, dalam arti masih memberi kesempatan gas untuk berdifusi keluar dari jaringan dan larut dalam darah, kemudian ke alveoli paru dan diekshalasi keluar tubuh. Setelah melewati suatu batas kritis tertentu (*supersaturation critique*), kondisi supersaturasi akan menyebabkan gas lepas lebih cepat dari jaringan atau darah dalam bentuk tidak larut, yaitu berupa gelembung gas. Gelembung-gelembung gas ada yang terbentuk dalam darah (intravaskuler), jaringan (ekstrasvaskuler) dan dalam sel (intraseluler).<sup>1</sup>

Setelah penyelaman mungkin dideteksi dengan *doppler detector* adanya gelembung-gelembung gas dalam darah, walaupun tidak ada gejala penyakit dekompresi (*silent bubbles*). Dengan adanya fenomena seperti di atas, maka pengertian batas kritis supersaturasi gas yang berbahaya untuk menimbulkan gejala penyakit dekompresi sebetulnya tidak terletak pada kapan mulai timbul gelembung gas nitrogen, melainkan pada kapan gelembung gas nitrogen tersebut membesar volume dan jumlahnya. Ada korelasi antara jumlah gelembung gas yang terbentuk dengan kemungkinan timbulnya atau berat ringannya penyakit dekompresi.<sup>1</sup>

Gelembung gas ekstravaskuler menimbulkan distorsi jaringan dan kemungkinan kerusakan sel-sel di sekitarnya. Ini bisa mengakibatkan gejala-gejala neurologis maupun gejala nyeri periartikuler. Gelembung gas intravaskuler akan menimbulkan sumbatan, menyebabkan iskemia atau kerusakan jaringan sampai infark jaringan.<sup>1</sup>

Konsep jaringan cepat dan lambat penting untuk memahami bentuk-bentuk klinis penyakit dekompresi yang mungkin timbul. Darah adalah cairan tubuh yang tercepat menerima dan melepaskan nitrogen. Darah menerima nitrogen dari paru dan mencapai kejenuhan nitrogen dalam waktu beberapa menit. Otak termasuk jaringan yang cepat karena mempunyai banyak suplai darah. Tulang rawan pada permukaan sendi mempunyai suplai darah yang kurang, sehingga memerlukan waktu lebih lama (sampai beberapa jam) untuk mencapai kejenuhan nitrogen. Penyelaman singkat dan dalam akan menghasilkan pembebanan nitrogen yang tinggi pada jaringan-jaringan cepat, sehingga bisa mengakibatkan gangguan pernafasan (*chokes*) atau gejala

neurologis. Penyelaman yang relatif dangkal tapi lama akan memberikan pembebanan nitrogen yang kurang lebih sama antara jaringan cepat dan jaringan lambat. Penyelaman seperti ini cenderung menimbulkan nyeri pada persendian (*bends*), karena sendi adalah jaringan lambat dan tidak dapat melepas nitrogen dengan cepat lewat darah.<sup>1</sup>

3. Tanda dan gejala penyakit dekompresi

Penyakit dekompresi dikelompokkan berdasarkan sistem organ yang terpengaruh. Penyakit dekompresi neurologis dianggap lebih berat daripada penyakit dekompresi pada sendi dan kulit, hal ini berhubungan dengan respon untuk pengobatan rekompresi dan risiko sekuele jangka panjang.<sup>35</sup> Beberapa gejala penyakit dekompresi yang sangat umum adalah nyeri muskuloskeletal dan sensasi kesemutan di kulit. Gejala lain yang relatif umum adalah kelelahan dan lemas, persepsi gangguan kognitif, dan sakit kepala.<sup>37</sup> Meskipun beberapa penyakit dekompresi terjadi selama proses dekompresi, akan tetapi kebanyakan kasus dekompresi terjadi setelah penyelam muncul ke permukaan. Waktu timbulnya gejala setelah penyelam muncul di permukaan adalah 42% terjadi dalam waktu 1 jam, 60% terjadi dalam waktu 3 jam, 83% terjadi dalam waktu 8 jam, 98% terjadi dalam waktu 24 jam.<sup>9</sup> Gejala juga dapat timbul setelah 24 jam.<sup>10</sup>

a. Gejala Penyakit Dekompresi Tipe I

Penyakit dekompresi tipe I meliputi nyeri sendi, gejala yang melibatkan kulit, atau pembengkakan dan nyeri pada kelenjar getah bening. Nyeri sendi yang umum terjadi pada bahu, siku, pergelangan tangan, tangan, lutut, dan pergelangan kaki. Gejala yang melibatkan kulit meliputi gatal, ruam, marbling yang ditandai kulit mulai terasa gatal berlanjut kemerahan

dan kemudian berwarna gelap. Nyeri pada kelenjar getah bening bisa

terjadi karena pembengkakan jaringan pada obstruksi limfatik.<sup>9</sup>

b. Gejala Penyakit Dekompresi Tipe II

Penyakit dekompresi serius, gejala dibagi menjadi tiga kategori:

neurologis, telinga bagian dalam dan cardiopulmonary. Gejala neurologis

meliputi mati rasa, sensasi kesemutan atau menusuk pada kulit, kelemahan

otot, kelumpuhan, perubahan status mental, perubahan kinerja motorik,

perubahan kepribadian, amnesia, perilaku aneh, kurang koordinasi, dan

tremor. Gejala dekompresi telinga bagian dalam meliputi tinnitus,

gangguan pendengaran, vertigo, pusing, mual, dan muntah.<sup>9</sup> Gejala

cardiopulmonary dapat terjadi karena kemacetan sirkulasi paru-paru.

Gelembung yang terperangkap di dalam paru-paru menyumbat aliran

darah dalam paru-paru dan menyebabkan sesak nafas, sakit dada dan

batuk. Gejala ini dikenal sebagai *chokes*.<sup>10</sup> Gejala meningkatnya

kemacetan paru-paru bisa berlanjut hingga kehancuran sirkulasi,

kehilangan kesadaran, dan kematian.<sup>9</sup>

4. Diagnosis penyakit dekompresi

Diagnosis penyakit dekompresi dibuat dengan dasar

klinis, sehingga riwayat menyelam dan pemeriksaan fisik

individu yang akurat dengan gejala setelah paparan menyelam

sangat penting.<sup>8</sup> Diagnosis penyakit dekompresi banyak

ditegakkan melalui evaluasi riwayat penyelaman sebelumnya

dan dihubungkan dengan gejala-gejala klinis yang timbul.<sup>1</sup>

### C. Kualitas Hidup

1. Definisi kualitas hidup

Kualitas hidup didefinisikan oleh WHO sebagai persepsi individu terhadap posisi mereka dalam kehidupan, dalam konteks budaya dan sistem nilai dimana mereka tinggal dan hubungannya dengan tujuan, harapan, standar dan perhatian mereka. Ini merupakan konsep yang luas, penggabungan dengan cara yang kompleks kesehatan fisik, keadaan psikologis, tingkat kemandirian, hubungan sosial, keyakinan pribadi, hubungan mereka terhadap fitur yang menonjol dari lingkungan.<sup>24</sup>

Kualitas hidup terkait kesehatan (*Health Related Quality of Life/HRQL*) termasuk kesejahteraan fisik, fungsional, sosial dan emosional dari individu. Penyakit dan pengobatan mempengaruhi kualitas hidup terkait kesehatan (*Health Related Quality of Life/HRQL*) baik secara psikologis, sosial, ekonomi, integritas biologis, dan individu.<sup>25</sup>

## 2. Ruang lingkup kualitas hidup

Menurut WHO, terdapat 5 bidang yang dipakai untuk mengukur kualitas hidup, yakni: kesehatan fisik, kesehatan psikologis, keleluasaan aktivitas, hubungan sosial, dan lingkungan. Secara rinci bidang-bidang yang termasuk kualitas hidup adalah sebagai berikut.<sup>38</sup>

- a. Kesehatan fisik (*physical health*): kesehatan umum, nyeri, energi dan vitalitas, aktivitas seksual, tidur dan istirahat.
- b. Kesehatan psikologis (*psychological health*): cara berpikir, belajar, daya ingat dan konsentrasi.
- c. Tingkat aktivitas (*level of independence*): mobilitas, aktivitas sehari-hari, komunikasi, kemampuan kerja.

- d. Hubungan sosial (*social relationship*): hubungan dan dukungan sosial.
  - e. Lingkungan (*environment*): keamanan, lingkungan, kepuasan kerja.
3. Pengukuran kualitas hidup

Pengukuran kualitas hidup terkait kesehatan seseorang dapat menggunakan kuesioner yang sudah distandarkan. Menurut Harmaini, terdapat tiga alat ukur untuk menentukan kualitas hidup seseorang, yaitu:<sup>39</sup>

- a. Alat ukur generik

Merupakan alat ukur yang digunakan untuk penyakit maupun usia. Keuntungan alat ukur ini lebih luas dalam penggunaannya, kelemahan alat ukur ini tidak dapat mencakup hal-hal khusus pada suatu penyakit tertentu. Contoh alat ukur generik antara lain: *World Health Organization Quality of Life Group (WHOQOL)*, *WHOQOL-BREF*, *Short Form 36 (SF-36)*, *EuroQOL-5 Dimension (EQ-5D)*.

- b. Alat ukur spesifik

Merupakan alat ukur yang spesifik untuk mengukur penyakit-penyakit tertentu, biasanya berisi pertanyaan-pertanyaan khusus yang sering terjadi pada penyakit yang diderita oleh klien. Kelebihan alat ukur ini yaitu dapat memberikan hasil yang lebih tepat yang terkait keluhan atau hal khusus yang berperan dalam suatu penyakit tertentu. Kelemahan pada alat ukur ini tidak dapat digunakan pada pengukuran penyakit lain dan biasanya pertanyaan-pertanyaannya sulit untuk dimengerti oleh klien. Contoh alat ukur ini *Kidney Disease Quality of Life – Short From (KDQOL-SF)*.

- c. Alat ukur *utility*

Merupakan suatu pengembangan alat ukur, biasanya generik. Pengembangan dari penilaian kualitas hidup menjadi parameter sehingga dapat memiliki manfaat yang berbeda. Contoh alat ukur ini *European Quality of Life-5 Dimension* (EQ-5D) yang telah dikonversi menjadi *Time Trade-Off* (TTO) yang dapat berguna dalam bidang ekonomi, yaitu dapat digunakan untuk menganalisa biaya kesehatan dan perencanaan keuangan kesehatan negara.

4. Instrumen penelitian *Short Form 36* (SF-36)
  - a. Deskripsi SF-36

*Short Form 36* pada awalnya diterbitkan pada tahun 1988 dan bentuk akhirnya pada tahun 1990. Pada tahun 1996, SF-36 mulai dievaluasi dengan versi 2.0 dengan bentuk pertanyaan yang lebih sederhana, peningkatan jangkauan serta ketepatan untuk dua fungsi peran skala, dan lebih mudah digunakan. *Short Form 36* dirancang sebagai indikator generik status kesehatan yang digunakan dalam survei populasi dan penelitian evaluatif kebijakan kesehatan. Instrumen ini juga dapat digunakan bersama dengan instrumen lain untuk mengukur penyakit tertentu pada penelitian maupun praktik klinik.<sup>40</sup>

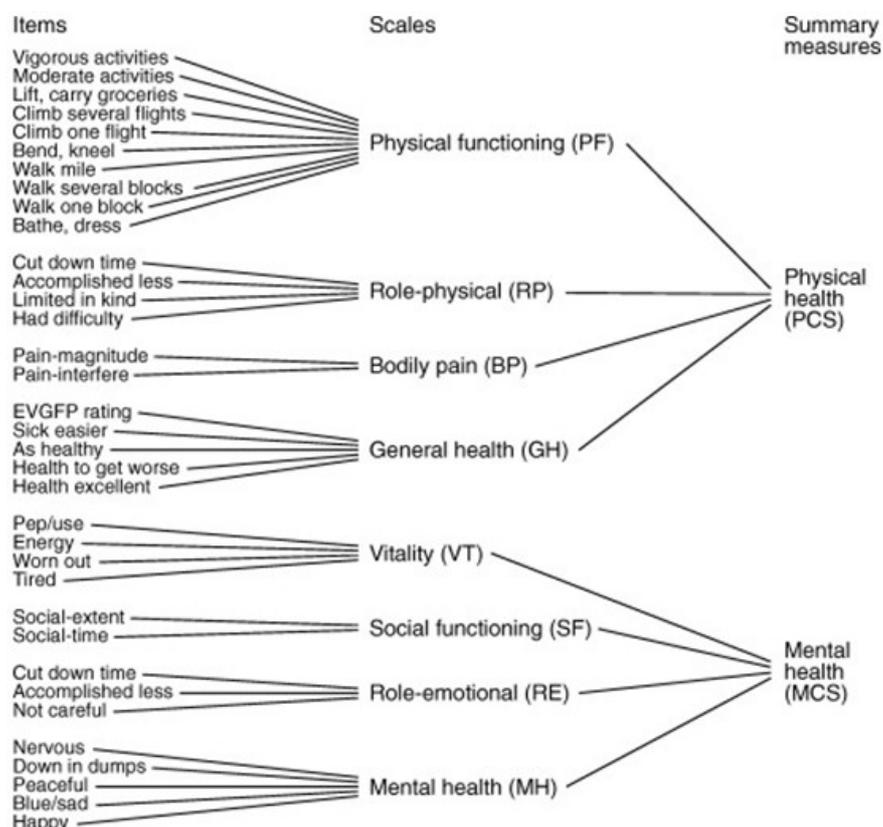
*Short Form 36* adalah sebuah kuesioner survei kesehatan untuk menilai kualitas hidup, yang terdiri dari 36 butir pertanyaan. Kuesioner ini menghasilkan 8 skala fungsional profil kesehatan dan skor kesejahteraan berbasis psikometri kesehatan fisik dan psikis. Oleh karena itu, SF-36 telah terbukti berguna dalam survei umum dan populasi khusus, membandingkan

relatif beban penyakit serta dalam membedakan manfaat kesehatan yang dihasilkan oleh berbagai intervensi yang berbeda.<sup>41</sup>

Ada 8 kriteria kesehatan yang diukur dalam SF-36 sebagai berikut:

- 1) Fungsi fisik (*Physical Functioning/PF*)
- 2) Keterbatasan peran karena kesehatan fisik (*Role-Physical/RP*)
- 3) Nyeri tubuh (*Bodily Pain/BP*)
- 4) Persepsi kesehatan secara umum (*General Health/GH*)
- 5) Vitalitas (*Vitality/VT*)
- 6) Fungsi sosial (*Social Functioning/SF*)
- 7) Keterbatasan peran karena masalah emosional (*Role-Emotional/RE*),
- 8) Kesehatan psikis (*Mental Health/MH*).

Pengukuran ini menghasilkan nilai skala untuk masing-masing kriteria. Dari delapan kriteria tersebut akan dibagi menjadi dua kategori yaitu: komponen kesehatan fisik (*Physical Componen Summary/PCS*) dan komponen kesehatan psikis (*Mental Componen Summary/MCS*).<sup>40,41</sup>



## Gambar 2.1. Komponen dalam SF-36

Instrument SF-36 terkait kualitas hidup terbagi atas delapan dimensi, yang terdiri dari fungsi fisik (10 pertanyaan), keterbatasan peran karena kesehatan fisik (4 pertanyaan), rasa nyeri (2 pertanyaan), persepsi kesehatan secara umum (5 pertanyaan), vitalitas (4 pertanyaan), fungsi sosial (2 pertanyaan), keterbatasan peran karena masalah emosional (3 pertanyaan), kesehatan mental (5 pertanyaan) serta transisi kesehatan (1 pertanyaan).<sup>42</sup>

Pengukuran kualitas hidup dengan SF-36 telah didokumentasikan pada hampir 5.000 publikasi. Terjemahan dari SF-36 telah dipublikasi dan melibatkan peneliti di 22 negara. Setiap pertanyaan kuesioner yang dipilih juga mewakili beberapa indikator operasional kesehatan, termasuk: perilaku fungsi dan disfungsi, kesusahan dan kesejahteraan, dimana jawaban dinilai valid dan reliabel dalam mengevaluasi diri dari status kesehatan umum.<sup>41</sup>

### b. Validitas dan Reliabilitas SF-36

Suatu instrumen dinyatakan valid jika tiap item pertanyaan mempunyai nilai positif dan *alpha pearson correlation* sebesar  $\geq 0,3$ . Sedangkan dinyatakan reliabel jika nilai *Cronbach a*  $> 0,7$ . Validitas dan reliabilitas SF-36 telah dibuktikan pada populasi umum dan beberapa grup pasien yang bervariasi.<sup>43</sup> Sebagian besar dari studi yang menggunakan instrumen SF-36 mempunyai reliabilitas melebihi 0,80. Adapun koefisien reliabilitas pada komponen fisik dan mental biasanya di atas 0,90.<sup>40</sup> Kajian sistematik review yang dilakukan oleh Ware terhadap 15 artikel menunjukkan bahwa instrumen SF-36 mempunyai nilai reliabilitas  $> 0,80$ .

Sedangkan untuk validitas mencapai 80-90% dari validitas empiris untuk komponen kesehatan fisik maupun mental.<sup>44</sup>

Upaya untuk menguji validitas dan reliabilitas SF-36 yang di konversikan dalam bahasa Indonesia telah dilakukan beberapa peneliti antara lain: instrumen SF-36 diujikan untuk mengukur kualitas hidup pada penderita penyakit jantung, dimana instrumen SF-36 tersebut mempunyai nilai *Cronbach  $\alpha$*  = 0,789, artinya memiliki reliabilitas yang baik.<sup>45</sup> Selain itu, instrumen SF-36 juga diujikan pada penderita hipertensi menunjukkan nilai *Cronbach  $\alpha$*   $\geq$  0,70, artinya kuesioner tersebut reliabel. Uji validitas konvergen memperlihatkan bahwa semua item pertanyaan menghasilkan nilai positif dan nilai alfa  $\geq$  0,40, artinya kuesioner SF-36 dalam bahasa Indonesia telah memenuhi syarat validitas konvergen dan diskriminan.<sup>46</sup>

c. Metode Skoring dalam SF-36

Metode untuk menentukan skoring dari tiap-tiap item pertanyaan di dalam kuesioner SF-36 adalah berdasarkan tabel referensi berikut.<sup>42</sup>

- 1) Menentukan skor dari jawaban tiap-tiap item pertanyaan sesuai dengan Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Penentuan Skor Masing-masing Pertanyaan dalam SF-36

Nomor pertanyaan	Kategori jawaban	Nilai/skor	Nomor pertanyaan	Kategori jawaban	Nilai/skor
1, 2, 20, 22, 34, 36	1	100	13, 14, 15, 16, 17,	1	0
	2	75		18, 19	2
	3	50	24, 25, 28, 29, 31	1	0
	4	25		2	20
	5	0		3	40
3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	1	0	4	60	
	2	50	5	80	
	3	100	6	100	
21, 23, 26, 27, 30	1	100	32, 33, 35	1	0

2	80	2	25
3	60	3	50
4	40	4	75
5	20	5	100
6	0		

- 2) Menentukan skor rata-rata dari jawaban tiap-tiap item pertanyaan berdasarkan skala yang telah ditentukan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Penentuan Skor Masing-masing Skala dalam SF-36

Jenis skala	Jumlah pertanyaan	Nomor pertanyaan
Fungsi fisik ( <i>physical functioning</i> /PF)	10	3,4,5,6,7,8,9,10,11,12
Keterbatasan peran karena kesehatan fisik ( <i>role-physical</i> /RP)	4	13,14,15,16
Keterbatasan peran karena masalah emosional ( <i>role-emotional</i> /RE),	3	17,18,19
Vitalitas ( <i>vitality</i> /VT)	4	23,27,29,31
Kesehatan psikis ( <i>mental health</i> /MH).	5	24,25,26,28,30
Fungsi sosial ( <i>social functioning</i> /SF)	2	20,32
Nyeri tubuh ( <i>bodily pain</i> /BP)	2	21,22
Persepsi kesehatan secara umum ( <i>general health</i> /GH)	5	1,33,34,35,36
Transisi kesehatan ( <i>health transision</i> )	1	2

- 3) Menginterpretasikan skor rata-rata

Nilai skor kualitas hidup mempunyai rentang nilai 0-100. Nilai skor kualitas hidup 51-100 mempunyai kualitas hidup yang baik, dan dikatakan buruk apabila skor kualitas hidup 0-50.<sup>47</sup>

#### D. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Hidup Terkait Kesehatan (*Health Related Quality of Life/HRQL*) Penyelam

Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas hidup terkait kesehatan (*Health Related Quality of Life/HRQL*) penyelam antara lain usia, obesitas, anemia, kebiasaan merokok, kebiasaan konsumsi alkohol, riwayat hilang kesadaran selama

menyelam, riwayat penyakit dekompresi, penyakit komorbid hipertensi, penyakit komorbid diabetes mellitus, penyakit komorbid jantung, dan penyakit komorbid sesak nafas, kedalaman menyelam, menyelam berulang dalam hari yang sama.

#### 1. Usia

Studi yang dilakukan oleh Macdiarmid *et al.* (2005), menyatakan peningkatan usia, menunjukkan skor komponen fisik kualitas hidup terkait kesehatan (HRQL) yang lebih rendah. Sedangkan usia yang lebih muda, menunjukkan skor komponen mental kualitas hidup terkait kesehatan yang lebih rendah.<sup>7</sup> Salah satu faktor risiko terjadinya penyakit dekompresi adalah usia kurang dari 16 tahun karena emosi kurang stabil dan lebih dari 40 tahun.<sup>48</sup> Emboli gas vena dan risiko penyakit dekompresi meningkat dengan bertambahnya umur.<sup>49</sup> Usia lanjut dapat meningkatkan risiko terjadinya penyakit dekompresi dihubungkan dengan penurunan kebugaran fisik, penurunan kemampuan mengimbangi kerusakan, ada faktor risiko lainnya,<sup>33,50</sup> yang dapat menurunkan kualitas hidup.<sup>27</sup>

#### 2. Obesitas

Obesitas adalah kelebihan berat badan sebagai akibat dari penimbunan lemak berlebihan. Ukuran untuk menilai lemak tubuh adalah indeks massa tubuh (IMT) dan lingkaran pinggang. IMT direkomendasikan sebagai pendekatan praktis untuk menilai lemak tubuh dalam pengaturan klinis. IMT merupakan perbandingan antara berat badan (dalam kilogram) dengan tinggi badan (dalam meter) kuadrat dengan cara pengukuran sebagai berikut:<sup>51</sup>

$$IMT = \frac{\text{berat badan (kg)}}{\text{tinggi badan (m)}^2}$$

Klasifikasi IMT menurut Kementerian Kesehatan RI:<sup>19</sup>

Kurus : IMT < 18,5  
Normal : IMT 18,5 – 24,9

Berat badan lebih : IMT 25,0 – < 27,0

Obesitas : IMT  $\geq$  27,0

Emboli gas vena dan faktor risiko terjadinya penyakit dekompresi meningkat dengan bertambahnya indeks massa tubuh (IMT).<sup>8</sup> Persentase lemak tubuh yang lebih besar menyebabkan jumlah nitrogen terlarut lebih besar, sehingga menimbulkan risiko yang lebih tinggi untuk terjadi penyakit dekompresi,<sup>50</sup> yang dapat menurunkan status kesehatan dan kualitas hidup.<sup>27</sup>

### 3. Anemia

Anemia adalah kondisi dimana kadar hemoglobin dalam sel darah merah kurang dari normal, akibatnya kapasitas pembawa oksigen tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan fisiologis tubuh. Menurut WHO, seseorang dikatakan anemia apabila kadar hemoglobin < 12 gr/dl untuk wanita usia  $\geq$  15 tahun dan kadar hemoglobin < 13 gr/dl untuk laki-laki usia  $\geq$  15 tahun. Derajat anemia dibedakan menjadi 3 yaitu: anemi ringan (Hb  $\geq$  10), anemia sedang (Hb 7 – 9,9), anemia berat (Hb < 7).<sup>52</sup>

Sel darah merah mengandung hemoglobin yang mengangkut oksigen dari paru ke seluruh bagian tubuh. Udara adalah campuran gas, yang masing-masing menyumbangkan bagian dari tekanan atmosfer total yang disebut tekanan parsial. Tekanan parsial penting karena menentukan tingkat difusi gas, dan sangat mempengaruhi tingkat pertukaran gas antara darah dan udara alveolar. Semakin besar tekanan parsial oksigen di udara alveolar, semakin banyak oksigen terlarut dalam darah. Tekanan parsial berubah ketika penyelam turun dan naik ke kolom air. Di alveolus, darah melepaskan karbondioksida dan memuat oksigen. Hemoglobin terdiri dari empat rantai protein (globin) yang masing-masing dengan satu kelompok heme. Setiap heme dapat mengikat satu O<sub>2</sub>, sehingga satu hemoglobin dapat mengikat

empat O<sub>2</sub>. Karbon monoksida dapat bersaing pada tempat pengikatan yang sama seperti oksigen, sehingga dapat memberikan efek beracun. Ketika hemoglobin mencapai area di jaringan dengan tekanan parsial oksigen lebih rendah, hemoglobin membongkar oksigennya yang kemudian berdifusi ke dalam jaringan. Apabila terjadi anemia, kapasitas hemoglobin untuk membawa oksigen berkurang, akibatnya transportasi sel darah merah akan terganggu, jaringan tubuh akan kekurangan oksigen guna menghasilkan energi yang mempengaruhi kebugaran fisik sehingga rentan terhadap terjadinya penyakit dekompresi. Efek klinis anemia meliputi kelelahan, kelesuan, kelemahan, pucat, kemungkinan demam dan tekanan darah rendah.<sup>53</sup>

4. Kebiasaan merokok

Macdiarmid *et al.* dalam studinya (2005), menyatakan kebiasaan merokok menunjukkan skor komponen fisik kualitas hidup terkait kesehatan (HRQL) yang lebih rendah.<sup>7</sup> Karbon monoksida pada rokok meningkatkan penyimpanan kolesterol di pembuluh darah arteri yang dapat meningkatkan lemak tubuh, sehingga meningkatkan risiko terjadi penyakit dekompresi,<sup>33</sup> yang dapat menurunkan status kesehatan sehingga kualitas hidup menurun.<sup>27</sup>

5. Konsumsi alkohol

Berdasarkan studi yang dilakukan oleh Macdiarmid *et al.* dinyatakan bahwa minum alkohol lebih dari 20 kali per bulan menunjukkan skor komponen mental HRQL lebih rendah.<sup>7</sup> Konsumsi alkohol dapat meningkatkan lemak darah yang dapat memicu terjadinya obesitas, tekanan darah, menyebabkan lambung berdarah, meningkatkan risiko hati berlemak, hepatitis dan sirosis.<sup>33</sup> Konsumsi alkohol juga dapat menyebabkan dehidrasi

karena urinasi yang berlebihan. Dehidrasi dapat mengubah removal gas inert dengan mengurangi aliran darah ke jaringan perfusi buruk, atau dapat menurunkan tegangan permukaan dengan demikian memfasilitasi pembentukan gelembung dan menyebabkan penyakit dekompresi.<sup>54</sup>

6. Riwayat hilang kesadaran selama menyelam

Sundal *et al.* dalam studinya (2013), menyatakan mantan penyelam dengan riwayat hilang kesadaran (*loss of consciousness*) memiliki skor HRQL yang lebih rendah,<sup>29</sup> studi yang dilakukan Irgens *et al.* (2016), menyatakan riwayat hilang kesadaran menunjukkan skor komponen fisik dan mental HRQL yang lebih rendah.<sup>31</sup> Hilang kesadaran paling sering disebabkan oleh pasokan gas yang tidak benar. Penyelam yang mengalami pemutusan pasokan gas untuk bernafas menunjukkan HRQL yang lebih rendah.<sup>29</sup> Kehilangan kesadaran pada penyelaman dapat terjadi karena banyak sebab.<sup>1</sup> Paparan dingin dapat menyebabkan eliminasi nitrogen menjadi lebih lambat daripada serapan nitrogen, sehingga dapat meningkatkan jumlah gelembung gas nitrogen dalam aliran darah.<sup>50</sup> Apabila terjebak dalam aliran darah otak, gelembung gas nitrogen akan menyebabkan hilang kesadaran dan timbul penyakit dekompresi.<sup>37</sup>

7. Riwayat penyakit dekompresi

Studi yang dilakukan oleh Macdiarmid *et al.* (2005), menyatakan riwayat menderita penyakit dekompresi neurologis menunjukkan skor komponen mental HRQL lebih rendah,<sup>7</sup> Irgens *et al.* (2016) dalam studinya menyatakan, mempunyai riwayat penyakit dekompresi menunjukkan skor komponen fisik dan mental HRQL yang lebih rendah.<sup>31</sup> Riwayat penyakit dekompresi mengurangi kemampuan tubuh untuk mengimbangi formasi

gelembung berikutnya,<sup>50</sup> sehingga meningkatkan risiko untuk terkena penyakit dekompresi kembali, dan menurunkan kualitas hidup.<sup>27</sup>

8. Riwayat penyakit penyerta (komorbid)

Penyelam bisa menderita penyakit yang menyebabkan ia tidak mampu bekerja, seperti diabetes mellitus, epilepsi, jantung, hipertensi dan sebagainya.<sup>1</sup> Penyakit penyerta (komorbid) baik hipertensi, diabetes mellitus, penyakit jantung dan penyakit lain berpengaruh terhadap kualitas hidup penderita. Penelitian terhadap penderita hemodialisa tanpa komorbid hipertensi memiliki kualitas hidup yang baik 4,7 kali dibandingkan penderita dengan komorbid hipertensi. Penderita tanpa komorbid diabetes mellitus memiliki kualitas hidup yang baik 4,2 kali dibandingkan dengan penderita dengan komorbid diabetes mellitus. Pasien tanpa komorbid penyakit jantung memiliki kualitas hidup yang baik 2,8 kali dibandingkan dengan pasien dengan komorbid penyakit jantung.<sup>55</sup>

Diabetes mellitus (DM) merupakan suatu kelompok penyakit metabolik dengan karakteristik hiperglikemia yang terjadi karena kelainan sekresi insulin, kerja insulin atau keduanya,<sup>56</sup> yang meningkatkan risiko kerusakan mikrovaskuler (retinopati, nefropati, neuropati).<sup>57</sup> Keluhan klasik DM yaitu poliuria, polidipsia, polifagia dan penurunan berat badan yang tidak dapat dijelaskan sebabnya. Seseorang dikategorikan DM apabila pemeriksaan glukosa darah sewaktu  $\geq 200$  mg/dl dengan keluhan klasik.<sup>56</sup> Diabetes mellitus dihubungkan dengan masalah yang membatasi kemampuan fisik untuk menyelam. Penyelam dengan hiperglikemia mengalami poliuria yang dapat menyebabkan terjadinya dehidrasi,<sup>58</sup> sehingga risiko terjadi penyakit dekompresi meningkat.<sup>54</sup>

Hipertensi atau tekanan darah tinggi didefinisikan sebagai tekanan darah  $\geq 140/90$  mmHg.<sup>59</sup> Penggunaan obat diuretik pada penyelam penderita hipertensi menyebabkan ketidakseimbangan cairan dan garam dalam darah serta urinasi berlebih sehingga terjadi dehidrasi.<sup>60</sup> Dehidrasi meningkatkan risiko terjadinya penyakit dekompresi.<sup>54,60</sup>

Pada saat menyelam, suhu tubuh pada jantung dan sirkulasi cukup berkurang, menyebabkan vasokonstriksi pada kulit dan otot skeletal, diikuti dengan peningkatan resistensi sistemik dan peningkatan tekanan darah. Pada individu dengan penyakit jantung, reaksi ini dapat menginduksi iskemia miokard dengan angina berikutnya, atau aritmia yang diinduksi iskemia.<sup>61</sup> Gejala iskemia otot jantung bisa timbul bilamana ada emboli arterial yang masuk pembuluh darah koroner, sehingga menimbulkan penyakit dekompresi.<sup>1</sup>

Serangan sesak nafas pada saat menyelam menyebabkan pipa saluran udara mengalami kontraksi dan menyempit sehingga pasokan udara ke paru-paru berkurang, dan ada risiko udara terjebak di paru-paru akan meningkatkan tekanan yang sudah cukup tinggi di bawah air. Sumbatan gelembung-gelembung gas dalam jumlah besar pada sirkulasi pulmoner akan memberikan gejala gangguan pernafasan berupa sesak nafas, batuk-batuk non produktif dan nyeri dada (*chokes*), yang merupakan gejala timbulnya penyakit dekompresi.<sup>1</sup>

#### 9. Kedalaman menyelam

Studi yang dilakukan Irgens *et al.* (2007), menyatakan kedalaman maksimal menyelam dihubungkan dengan penurunan HRQL penyelam penderita penyakit dekompresi neurologis.<sup>28</sup> Seorang penyelam semakin

dalam menyelam kemungkinan terkena penyakit dekompresi semakin besar karena kelarutan gas dalam cairan tubuh semakin tinggi.<sup>34</sup> Penelitian pada angkatan laut Amerika Serikat tahun 1968 – 1981 adalah tingkat kecelakaan untuk penyelaman  $\leq 15$  meter adalah 0,06%, 15,5 – 30 meter adalah 0,23%, 30 – 61 meter adalah 0,54%.<sup>50</sup> Penelitian pada penyelam tradisional menunjukkan bahwa kedalaman menyelam  $\geq 30$  meter merupakan faktor risiko terhadap kejadian penyakit dekompresi dengan OR = 6,622 (95% CI: 1,125 – 16,854).<sup>32</sup> Peningkatan risiko penyakit dekompresi akan menurunkan status kesehatan penyelam serta kualitas hidupnya.<sup>27</sup>

#### 10. Lama menyelam

Lama menyelam berpengaruh pada penyerapan dan pelepasan gas nitrogen dalam jaringan cepat dan jaringan lambat. Penyelaman singkat dan dalam akan menghasilkan pembebanan nitrogen yang tinggi pada jaringan cepat.<sup>1</sup> Penyelaman yang relatif dangkal (penyelaman kurang dari 10 meter)<sup>62</sup> dan lama akan memberikan pembebanan nitrogen yang kurang lebih sama antara jaringan cepat dan jaringan lambat. Akan tetapi darah sebagai jaringan cepat lebih mampu mengeliminasi nitrogen lebih cepat lewat alveoli paru. Pembebanan nitrogen yang tinggi akan menyebabkan terjadinya penyakit dekompresi.<sup>1</sup> Penelitian pada penyelam tradisional menunjukkan bahwa lama menyelam  $\geq 2$  jam merupakan faktor risiko terhadap kejadian penyakit dekompresi dengan OR = 61,680.<sup>32</sup> Peningkatan risiko penyakit dekompresi dapat menurunkan kualitas hidup.<sup>27</sup>

#### 11. Menyelam berulang dalam hari yang sama

Irgens *et al.* (2016) dalam studinya menyatakan menyelam berulang dalam hari yang sama, menunjukkan skor komponen fisik dan mental

HRQL yang lebih rendah.<sup>31</sup> Risiko terjadi penyakit dekompresi meningkat karena pada penyelaman berulang jumlah nitrogen di dalam darah akan bertambah,<sup>48</sup> dan formasi gelembung dari gas inert terlarut setelah penyelaman pertama dapat bertindak sebagai benih untuk gelembung yang lebih besar.<sup>50</sup> Peningkatan risiko penyakit dekompresi akan menurunkan status kesehatan penyelam serta kualitas hidupnya.<sup>27</sup>