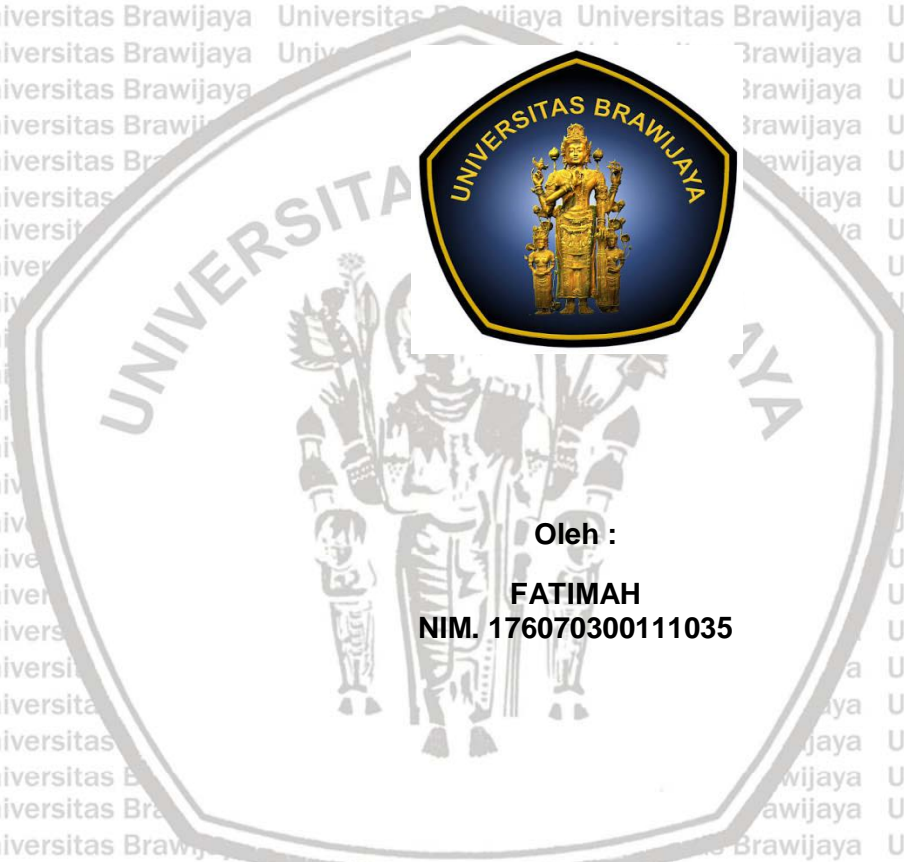


**ANALISIS FAKTOR RESIKO YANG BERPENGARUH TERHADAP KEJADIAN  
BAROTRAUMA PADA NELAYAN PENYELAM TRADISIONAL  
DI PULAU TASIPI KABUPATEN MUNA BARAT  
SULAWESI TENGGARA**

**Tesis**

**Untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Gelar Magister**



Oleh :

**FATIMAH**

**NIM. 176070300111035**

**PROGRAM STUDI MAGISTER KEPERAWATAN  
PEMINATAN GAWAT DARURAT  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG**

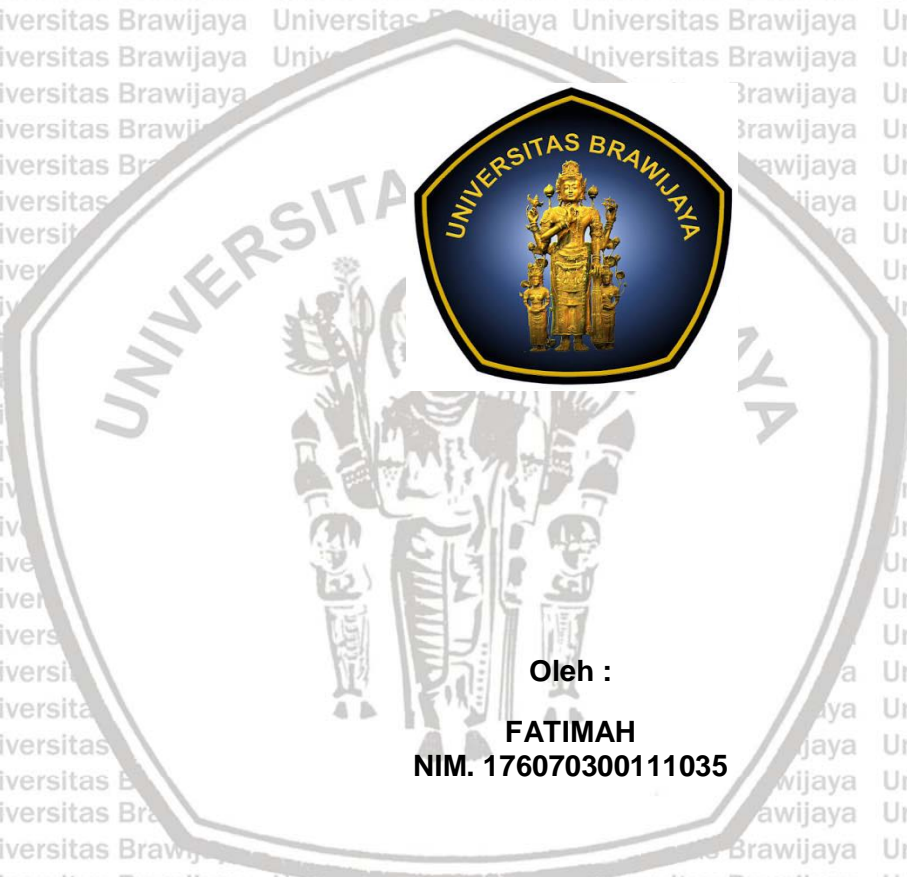
**2019**



**ANALISIS FAKTOR RESIKO YANG BERPENGARUH TERHADAP KEJADIAN  
BAROTRAUMA PADA NELAYAN PENYELAM TRADISIONAL  
DI PULAU TASIPI KABUPATEN MUNA BARAT  
SULAWESI TENGGARA**

Tesis

Untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Gelar Magister



Oleh :

**FATIMAH**  
**NIM. 176070300111035**

**PROGRAM STUDI MAGISTER KEPERAWATAN  
PEMINATAN GAWAT DARURAT  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2019**






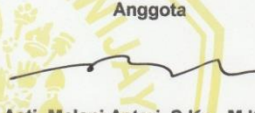
**TESIS**

**ANALISIS FAKTOR RESIKO YANG BERPENGARUH TERHADAP KEJADIAN BAROTRAUMA PADA NELAYAN PENYELAM TRADISIONAL DI PULAU TASIPI KABUPATEN MUNA BARAT SULAWESI TENGGARA**



Oleh :  
**FATIMAH**  
NIM. 176070300111035

Dipertahankan didepan penguji  
Pada tanggal : 17 Mei 2019  
Dan dinyatakan memenuhi syarat

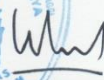
**Menyetujui**  
**Komisi Pembimbing**

<p>Ketua</p>  <p><u>Dr. dr. Sri Andarini, M.Kes</u> NIP. 195804141987012001</p>	<p>Anggota</p>  <p><u>Dr. Asti Melani Astari, S.Kp., M.Kep., Sp.Mat</u> NIP. 197705262002122002</p>
--	---

**Komisi Penguji**

<p>Penguji 1</p>  <p><u>Dr. Titin Andri Wihastuti, S.Kp., M.Kes</u> NIP. 197702262003122001</p>	<p>Penguji 2</p>  <p><u>Dr. dr. Retty Ratnawati, M.Sc</u> NIP. 195502011985032001</p>
--	---

Mengetahui  
Dekan Fakultas Kedokteran  
Universitas Brawijaya

  
Dr. dr. Wisnu Barlianto, M.Si.Med, SpA (K)  
NIP. 197307262005011008

## PERNYATAAN ORISINALITAS TESIS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam Naskah TESIS ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis di kutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah TESIS ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia tesis ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (MAGISTER) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku. (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 Ayat 2 dan pasal 70)

Malang, 17 Mei 2019

Mahasiswa,



Nama : Fatimah  
NIM : 176070300111035  
PS : Magister Keperawatan  
Prog : Pascasarjana  
Fak : KedokteranUB



## IDENTITAS TIM PENGUJI TESIS

### JUDUL TESIS

Analisis Faktor Resiko Yang Berpengaruh Terhadap Kejadian Barotrauma Pada Nelayan Penyelam Tradisional Di Pulau Tasipi Kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara

Nama Mahasiswa : Fatimah

NIM : 176070300111035

Program Studi : Magister Keperawatan

Peminatan : Keperawatan Gawat Darurat

### KOMISI PEMBIMBING

Ketua : Dr. dr. Sri Andarini, M.Kes

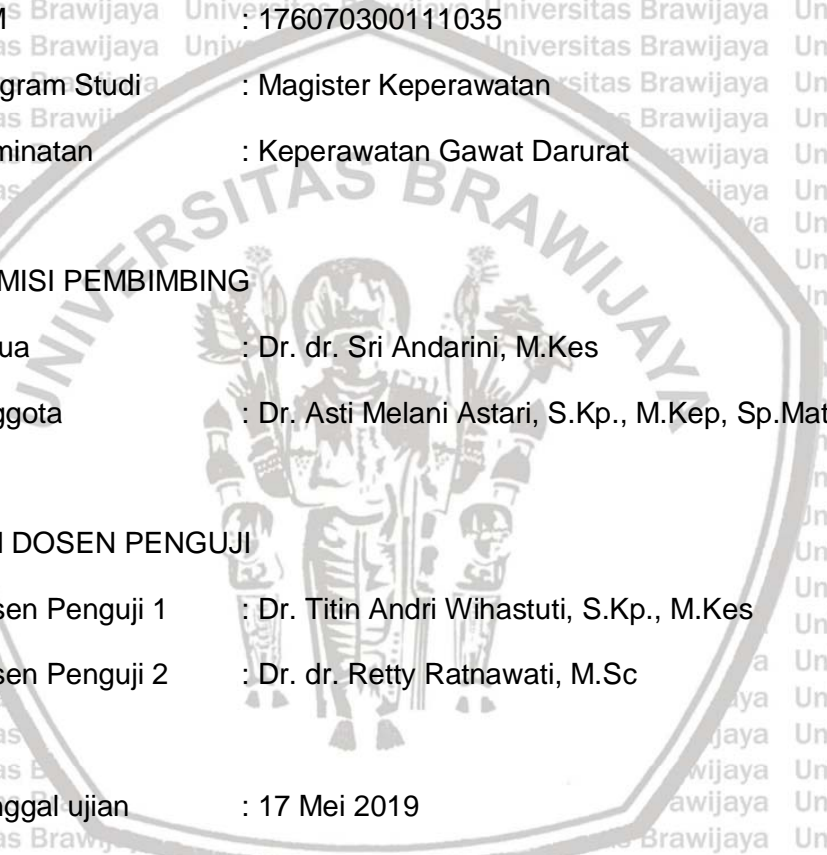
Anggota : Dr. Asti Melani Astari, S.Kp., M.Kep, Sp.Mat

### TIM DOSEN PENGUJI

Dosen Penguji 1 : Dr. Titin Andri Wihastuti, S.Kp., M.Kes

Dosen Penguji 2 : Dr. dr. Retty Rathawati, M.Sc

Tanggal ujian : 17 Mei 2019



## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Mu penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Analisis Faktor Resiko Yang Berpengaruh Terhadap Kejadian Barotrauma Pada Nelayan Penyelam Tradisional Di Pulau Tasipi Kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara”.

Dengan selesainya tesis ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Nuhfil Hanani AR, MS selaku Rektor Universitas Brawijaya.
2. Dr. dr. Wisnu Barlianto, Msi, Med, Sp. A (K) selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya periode 2019 hingga 2023.
3. Dr. dr. Sri Andarini, M.Kes selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya periode 2015-2019 dan selaku pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan serta arahan dengan penuh kesabaran dan kebijaksanaan dalam penyelesaian tesis ini.
4. Dr. Asti Melani Astarti, S.Kp., M.Kep, Sp.Mat selaku pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan serta arahan dengan penuh kesabaran dan kebijaksanaan dalam penyelesaian tesis ini.
5. Dr. Titin Andri Wihastuti, S.Kp., M.Kes selaku penguji 1 dan Ketua Program Studi Magister Keperawatan Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya yang telah memberikan masukan serta arahan dalam penyelesaian tesis ini
6. Dr. Retty Ratnawati, M.Sc selaku penguji 2 yang telah memberikan masukan serta arahan dalam penyelesaian tesis ini
7. Bahri, S.Pd. selaku Camat Tiworo Utara Kabupaten Muna Barat beserta jajarannya yang telah memberikan kesempatan dan membantu proses penyelesaian tesis ini.



8. Ns. Hidayat, S.Kep selaku Kepala Dinas Kesehatan Kabupaten Muna Barat beserta jajarannya yang telah memberikan kesempatan dan membantu proses penyelesaian tesis ini.

9. Ir. H.La Djono selaku kepala dinas kelautan dan perikanan kabupaten Muna Barat beserta jajarannya yang telah memberikan kesempatan dan membantu proses penyelesaian tesis ini.

10. Seluruh dosen Program Magister Keperawatan Universitas Brawijaya serta penunjang akademik yang telah membekali peneliti dengan ilmu hingga tesis ini terwujud.

11. Kedua orang tua tersayang dan suami tercinta yang selalu memberikan dukungan, doa dan motivasi yang begitu besar kepada penulis.

12. Semua pihak yang telah memberikan semangat dalam menyelesaikan tesis ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Semoga Allah Subhanahu Wa Ta'ala membalas semua kebaikan dan melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya kepada semua pihak yang membantu hingga terselesainya tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis menerima masukan dari semua pihak baik berupa kritik maupun saran yang berguna untuk pengembangan tesis selanjutnya. Akhir kata penulis menyampaikan semoga tesis ini dapat berguna dan bermamfaat bagi berbagai pihak serta peningkatan bagi pelayanan profesi keperawatan yang berkualitas dan profesional.

Malang, Mei 2019

Penulis



## RINGKASAN

Fatimah, NIM 176070300111035, Program Studi Magister Keperawatan, Fakultas Kedokteran, Universitas Brawijaya Malang. Analisis Faktor Resiko Yang Berpengaruh Terhadap Kejadian Barotrauma Pada Nelayan Penyelam Tradisional Di Pulau Tasipi Kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara. Komisi Pembimbing Ketua: Dr. dr.Sri Andarini, M.Kes Anggota: Dr. Asti Melani Astari, S.Kp., M.Kep, Sp.Mat

Barotrauma sebagai salah satu komplikasi kegawatdaruratan penyelaman. Prevalensi kejadian barotrauma di dunia mencapai 7-35 kejadian dari 10.000 penyelam yang menggunakan alat bantu dengan 5-152 kejadian dari 100.000 penyelaman yang dilakukan. Mortalitas pasien barotrauma mencapai 0.3-1.3 dari 10.000 orang dan angka morbiditasnya mencapai 24-27 dari 304 orang yang menggunakan alat bantu pernapasan saat menyelam.

Pulau Tasipi merupakan salah satu pulau dari tujuh pulau di Kecamatan Tiworo Utara Kabupaten Muna Barat yang sebagian besar penduduknya adalah nelayan penyelam tradisional. Para nelayan tradisional di pulau Tasipi mempunyai permasalahan kesehatan utama berupa barotrauma. Fenomena Berdasarkan data statistik kelautan dan perikanan tahun 2017 menyatakan bahwa Pulau Tasipi adalah salah satu pulau dengan jumlah nelayan penyelam tradisional terbanyak diantara enam pulau lainnya yang banyak menderita barotrauma dengan jumlah 87 orang nelayan. Adapun barotrauma yang terjadi berupa tipe 1 hingga 3.

Hasil observasi peneliti dilapangan menemukan terdapat 3 orang nelayan telah mengalami kelumpuhan total. Hal ini juga didukung dengan kurangnya sumber daya berupa tenaga kesehatan yang minim dan fasilitas kesehatan yang kurang memadai. Kondisi ini yang menyebabkan sulitnya masyarakat pulau Tasipi untuk mengakses dan mendapatkan layanan kesehatan yang memadai. Hasil wawancara dari 10 orang nelayan tradisional menyatakan bahwa kasus barotrauma bukanlah sebuah penyakit yang serius yang membutuhkan penanganan medis. Bahkan, terdapat kepercayaan lokal yang melarang masyarakat untuk mendapatkan layanan kesehatan. Hal ini tentunya dapat mempengaruhi kesehatan masyarakat di pulau Tasipi.

Barotrauma dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti usia, IMT, masa kerja, waktu penyelaman, kecepatan naik, waktu istirahat, kedalaman penyelaman, frekuensi menyelam, riwayat penyakit dan penggunaan kompresor. Tujuan penelitian untuk mengidentifikasi pengaruh usia, IMT, masa kerja, waktu penyelaman, kecepatan naik, waktu istirahat, kedalaman penyelaman, frekuensi menyelam, riwayat penyakit dan penggunaan kompresor terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara. Penelitian ini menggunakan desain observasional analitik dengan pendekatan *case control*. Jumlah responden sebanyak 174 orang nelayan penyelam tradisional secara total *sampling*. Penelitian ini dilaksanakan di



pulau Tasipi Kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara pada 23 November-5 Desember 2018.

Uji *Chi Square* dan *Fisher* menunjukkan pengaruh yang signifikan antara faktor usia ( $p=0.002$ ,  $OR=2.78$ ), IMT ( $p=0.018$ ,  $OR=0.45$ ), waktu penyelaman ( $p=0.000$ ,  $OR=345$ ), frekuensi penyelaman ( $p=0.000$ ,  $OR=5.48$ ), kedalaman penyelaman ( $p=0.015$ ,  $OR=2.22$ ), kecepatan naik ( $p=0.000$ ,  $OR=4.09$ ), faktor riwayat penyakit ( $p=0.006$ ,  $OR=2.47$ ) dan penggunaan kompresor ( $p=0.000$ ,  $OR=16.29$ ) dengan kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat. Terdapat pengaruh yang tidak signifikan antara masa kerja ( $p=0.443$ ,  $OR=0.386$ ) dan waktu istirahat ( $p=0.621$ ,  $OR=3.071$ ) dengan kejadian barotrauma. Uji regresi logistik menunjukkan bahwa penggunaan kompresor adalah faktor yang paling berpengaruh kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat dengan nilai  $Exp(B)$  sebesar 15.23.

Umur lebih dari 40 tahun mengalami penurunan fungsi tubuh terutama paru-paru yang beresiko mengalami barotrauma. IMT yang tidak ideal berkaitan dengan kadar lemak tubuh yang dapat mempengaruhi kapasitas total paru. Adanya penurunan kapasitas total paru dapat beresiko mengalami barotrauma. Masa kerja sebagai nelayan tidak berpengaruh langsung terhadap kejadian barotrauma. Hal ini dipengaruhi oleh adanya faktor lain berupa lama, kecepatan serta kedalaman menyelam. Waktu menyelam lebih dari 30 menit beresiko mengalami barotrauma. Hal ini berkaitan dengan adanya peningkatan tekanan di dalam laut serta konsumsi gas menggunakan alat bantu penyelaman. Frekuensi menyelam lebih dari 2 kali sehari beresiko mengalami barotrauma. Hal ini berkaitan dengan konsumsi gas yang berlebihan pada alat bantu penyelaman.

Waktu istirahat tidak berpengaruh langsung terhadap kejadian barotrauma. Hal ini berkaitan dengan adanya faktor lain yang dapat mempengaruhinya seperti lama, kecepatan dan kedalaman menyelam. Kedalaman menyelam lebih dari 10 meter dapat meningkatkan resiko terjadi barotrauma. Hal ini berkaitan dengan tekanan di dalam laut dan konsumsi gas yang berlebihan. Kecepatan naik lebih dari 9 meter/menit beresiko mengalami barotrauma. Hal ini berkaitan dengan konsumsi oksigen yang berlebihan dan adanya *rapid bubble formation*. Riwayat penyakit dapat meningkatkan resiko barotrauma. Riwayat penyakit seperti asma dapat mempengaruhi kapasitas total paru. Penggunaan kompresor dapat menjadi penyebab utama kejadian barotrauma. Kompresor yang digunakan tidak memenuhi standar keamanan dalam menyelam.

Dengan teridentifikasinya faktor-faktor ini, tenaga kesehatan terutama perawat dapat memberikan penyuluhan kepada masyarakat terkait bahaya penggunaan kompresor yang tidak sesuai dengan standar keamanan sehingga menekan terjadi kasus barotrauma kedepannya.

Kata Kunci: Usia, IMT, masa kerja, waktu penyelaman, kecepatan naik, waktu istirahat, kedalaman penyelaman, frekuensi menyelam, riwayat penyakit, penggunaan kompresor, barotrauma



## SUMMARY

Fatimah, NIM 176070300111035, Master of Nursing Study Program, Faculty of Medicine, Universitas Brawijaya Malang. Analysis of Risk Factors Influencing the Barotrauma Occurrence in Traditional Diving Fishermen on Tasipi Island, West Muna Regency, Southeast Sulawesi. Chairperson of Supervisory Commission: Dr. dr. Sri Andarini, M.Kes Member: Dr. Asti Melani Astari, S.Kp., M.Kep, Sp.Mat

Barotrauma is one of the emergency complications of diving. The prevalence of barotrauma in the world reaches 7 to 35 events from 10,000 divers who use diving aids and reaches 5 to 152 events from 100,000 dives conducted. The mortality of barotrauma patients reaches 0.3 to 1.3 from 10,000 people, and the morbidity rate reaches 24 to 27 from 304 people who utilize breathing apparatus while diving.

Tasipi Island is one of the seven islands in the North Tiworo Subdistrict, West Muna Regency, and the majority of the population is traditional diver fishermen. Traditional fishermen on Tasipi island have a major health problem in the form of barotrauma. Marine and fisheries statistics in 2017 stated that among the six other islands, Tasipi Island is one of the islands with the highest number of traditional diver fishermen that suffer from barotrauma, as many as 87 fishermen. The barotrauma occurred ranges from type 1 to type 3.

The results of field observations showed that there were three fishermen who had experienced total paralysis. This was due to a lack of resources, i.e., few health personnel and inadequate health facilities. This condition has made the Tasipi island community difficult to access and obtain adequate health services. The interview results from 10 traditional fishermen stated that the barotrauma case was not a serious illness that needed medical treatment. Even there are local beliefs that prohibit people from getting health services. This, of course, can affect people's health on Tasipi Island.

Barotrauma is influenced by a variety of factors such as age, BMI, working period, diving duration, ascending speed, resting time, diving depth, diving frequency, history of illness, and use of compressor. The purpose of this study was to identify the effect of age, BMI, working period, diving duration, ascending speed, resting time, diving depth, diving frequency, history of illness, and use of compressor on barotrauma incident among traditional diver fishermen on Tasipi Island, West Muna Regency, Southeast Sulawesi. This study used an observational analytic design with a case-control approach. The number of respondents was 174 traditional diver fishermen obtained by using total sampling. This research was carried out on Tasipi island, West Muna Regency, Southeast Sulawesi from November 23 to December 5, 2018.

Chi-Square and Fisher tests showed significant effects among factors of age ( $p = 0.002$ , OR = 2.78), BMI ( $p = 0.018$ , OR = 0.45), diving duration ( $p = 0.000$ , OR = 345), diving frequency ( $p = 0.000$ , OR = 5.48), diving depth ( $p = 0.015$ , OR = 2.22), ascending speed ( $p = 0.000$ , OR = 4.09), history of illness ( $p =$



0.006, OR = 2.47) and use of compressor ( $p = 0.000$ , OR = 16.29) with the incidence of barotrauma in traditional diver fishermen on Tasipi island, West Muna district. There were no significant effects between working period ( $p = 0.443$ , OR = 0.386) and resting time ( $p = 0.621$ , OR = 3.071) with the incidence of barotrauma. Logistic regression test showed that the use of compressor was the most influential factor in the occurrence of barotrauma in traditional diver fishermen on Tasipi island, West Muna district, with an Exp(B) value of 15.23.

Agers that exceed 40 years have decreased body function, especially the lungs that are at risk of developing barotrauma. Unideal BMI is related to body fat levels, which can affect total lung capacity. A decrease in total lung capacity can be at risk for experiencing barotrauma. The working period as a fisherman has no direct effect on the incidence of barotrauma. This is influenced by the presence of other factors such as the duration, speed, and depth of diving. Diving more than 30 minutes is at risk of experiencing barotrauma. This is related to the increase in pressure in the sea and gas consumption while using diving aids. The frequency of diving more than twice a day is at risk of experiencing barotrauma. This is related to excessive gas consumption on diving aids.

Resting time does not have a direct effect on the occurrence of barotrauma. This is related to the presence of other factors that can influence it, such as the duration, speed, and depth of diving. Diving depth of more than 10 meters can increase the risk of developing barotrauma. This is related to pressure in the sea and excessive gas consumption. Ascending speed of more than 9 meter/minute is in the risk of experiencing barotrauma. This is related to excessive oxygen consumption and rapid bubble formation. A history of illness can increase the risk of barotrauma. History of illness, such as asthma, can affect total lung capacity. The use of compressor can be a major cause of the occurrence of barotrauma since the compressor used did not meet diving safety standards.

By identifying these factors, health workers, especially nurses, can provide counseling to the publics regarding the dangers of using compressor that are not in accordance with safety standards thus can suppress future cases of barotrauma.

Keywords: age, BMI, working period, diving duration, ascending speed, resting time, diving depth, diving frequency, history of illness, use of compressor, barotrauma



## ABSTRAK

Fatimah. 2019. **Analisis Faktor Resiko yang Berpengaruh Terhadap Kejadian Barotrauma Pada Nelayan Penyelam Tradisional di Pulau Tasipi Kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara.** Tugas Akhir, Program Studi Magister Keperawatan, Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang. Pembimbing: (1) Dr.dr. Sri Andarini, M.Kes, (2) Dr. Asti Melani Astari, S.Kp, M.Kep, Sp. Mat

Barotrauma menjadi salah satu komplikasi kegawatdaruratan penyelaman. Prevalensi kejadian barotrauma di dunia mencapai 7-35 kejadian dari 10.000 penyelam yang menggunakan alat bantu dengan 5-152 kejadian dari 100.000 penyelaman yang dilakukan. Mortalitas pasien barotrauma mencapai 0.3-1.3 dari 10.000 orang dan angka morbiditasnya mencapai 24-27 dari 304 orang yang menggunakan alat bantu pernapasan saat menyelam. Barotrauma dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti usia, IMT, masa kerja, waktu penyelaman, kecepatan naik, waktu istirahat, kedalaman penyelaman, frekuensi menyelam, riwayat penyakit dan penggunaan kompresor. Tujuan penelitian untuk mengidentifikasi pengaruh usia, IMT, masa kerja, waktu penyelaman, kecepatan naik, waktu istirahat, kedalaman penyelaman, frekuensi menyelam, riwayat penyakit dan penggunaan kompresor terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara. Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan pendekatan *case control*. Jumlah responden sebanyak 174 orang nelayan penyelam tradisional secara total *sampling*. Penelitian ini dilaksanakan di pulau Tasipi Kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara pada 23 November-5 Desember 2018. Uji *Chi Square* dan *Fisher* menunjukkan pengaruh yang signifikan antara faktor usia ( $p=0.002$ , OR=2.78), IMT ( $p=0.018$ , OR=0.45), waktu penyelaman ( $p=0.000$ , OR=345), frekuensi penyelaman ( $p=0.000$ , OR=5.48), kedalaman penyelaman ( $p=0.015$ , OR=2.22), kecepatan naik ( $p=0.000$ , OR=4.09), faktor riwayat penyakit ( $p=0.006$ , OR=2.47) dan penggunaan kompresor ( $p=0.000$ , OR=16.29) dengan kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara. Tidak terdapat pengaruh masa bekerja ( $p=0.443$ , OR=0.386) dan waktu istirahat ( $p=0.621$ , OR=3.071) dengan kejadian barotrauma. Uji regresi logistik menunjukkan bahwa penggunaan kompresor adalah faktor yang paling berpengaruh kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan nilai *Exp(B)* sebesar 15.23 dibandingkan dengan faktor lainnya. Perlunya dilakukan penyuluhan terkait metode penyelaman yang aman sehingga dapat menekan kejadian barotrauma dikemudian hari.

Kata Kunci: Usia, IMT, masa kerja, waktu penyelaman, kecepatan naik, waktu istirahat, kedalaman penyelaman, frekuensi menyelam, riwayat penyakit, penggunaan kompresor, barotrauma



DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan .....	ii
Halaman Pernyataan Orisinalitas.....	iii
Identitas Tim Penguji .....	iv
Kata Pengantar.....	v
Ringkasan.....	vii
Summary.....	ix
Abstrak .....	xi
Daftar Isi.....	xii
Daftar Gambar .....	xvii
Daftar Tabel.....	xviii
Daftar Lampiran.....	xx
Daftar Simbol dan Singkatan .....	xxi

**BAB.1 PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	6
1.3 Tujuan Penelitian .....	6
1.3.1 Tujuan Umum .....	6
1.3.2 Tujuan Khusus .....	6
1.4 Manfaat Penelitian .....	7
1.4.1 Manfaat Akademik .....	7
1.4.2 Manfaat Praktik .....	8

**BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Barotrauma.....	9
2.1.1 Definisi.....	9
2.1.2 Etiologi.....	10
2.1.3 Patofisiologi .....	10
2.1.4 Gambaran Klinis.....	17
2.1.5 Diagnosis.....	18
2.1.6 Penatalaksanaan .....	18
2.1.7 Pencegahan .....	20



2.1.8	Prognosis.....	21
2.2	Penyelam.....	21
2.2.1	Definisi .....	21
2.2.2	Jenis Penyelaman .....	22
2.2.3	Fisika Penyelaman .....	24
2.2.4	Kelainan dan Penyakit Pada Penyelam .....	28
2.2.5	Panduan Penyelaman yang Aman .....	28
2.2.6	Persyaratan Kesehatan Penyelaman.....	31
2.2.7	Sertifikasi Penyelaman .....	32
2.2.8	Faktor yang Mempengaruhi Kejadian Barotrauma Pada Penyelaman.....	33
2.3	Kerangka Teori .....	37
<b>BAB 3. KERANGKA KONSEP, HIPOTESIS DAN DEFINISI OPERASIONAL</b>		
3.1	Kerangka Konsep .....	38
3.2	Penjelasan Kerangka Konsep.....	39
3.3	Hipotesis.....	39
<b>BAB 4. METODE PENELITIAN</b>		
4.1	Desain Penelitian.....	41
4.2	Populasi dan Sampel.....	41
4.2.1	Populasi .....	41
4.2.2	Sampel .....	41
4.2.3	Tehnik Pengambilan Sampel .....	41
4.3	Definisi Operasional.....	42
4.4	Variabel Penelitian .....	44
4.5	Tempat dan Waktu Penelitian .....	44
4.6	Bahan .....	44
4.7	Alat .....	44
4.8	Alur Penelitian.....	45
4.9	Prosedur Pengumpulan Data.....	46
4.10	Pengolahan dan Analisa Data.....	46
4.10.1	Pengolahan Data.....	46
4.10.2	Analisa Data.....	47
4.11	Etika Penelitian.....	49



**BAB 5. HASIL PENELITIAN DAN ANALISA DATA**

5.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian..... 52

5.2 Analisa Univariat..... 53

5.3 Analisa Bivariat

5.3.1 Pengaruh faktor usia terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat..... 56

5.3.2 Pengaruh faktor IMT terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat..... 57

5.3.3 Pengaruh faktor masa kerja terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat..... 57

5.3.4 Pengaruh faktor waktu penyelaman terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat..... 58

5.3.5 Pengaruh faktor frekuensi penyelaman terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat..... 59

5.3.6 Pengaruh faktor waktu istirahat terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat..... 59

5.3.7 Pengaruh faktor kedalaman penyelaman terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat..... 60

5.3.8 Pengaruh faktor kecepatan naik terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat..... 60

5.3.9 Pengaruh faktor riwayat penyakit terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat..... 61

5.3.10 Pengaruh faktor penggunaan kompresor terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat..... 62





5.4 Analisa Multivariat.....	63
<b>BAB 6. PEMBAHASAN</b>	
6.1 Pengaruh faktor usia terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat.....	67
6.2 Pengaruh faktor IMT terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat.....	72
6.3 Pengaruh faktor masa kerja terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat.....	75
6.4 Pengaruh faktor waktu penyelaman terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat.....	78
6.5 Pengaruh faktor frekuensi penyelaman terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat.....	82
6.6 Pengaruh faktor waktu istirahat terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat.....	86
6.7 Pengaruh faktor kedalaman penyelaman terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat.....	90
6.8 Pengaruh faktor kecepatan naik terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat.....	93
6.9 Pengaruh faktor riwayat penyakit terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat.....	96
6.10 Pengaruh faktor penggunaan kompresor terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat.....	100
6.11 Faktor yang paling dominan berpengaruh terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional	



di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat.....	104
6.12 Implikasi Keperawatan.....	106
6.13 Keterbatasan Penelitian.....	106

**BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN**

7.1 Kesimpulan.....	108
7.2 Saran .....	110

**DAFTAR PUSTAKA.....** 112

**LAMPIRAN-LAMPIRAN**



DAFTAR GAMBAR

2.1 Kerangka teori..... 37  
3.1 Kerangka konsep..... 38  
4.1 Skema prosedur pengumpulan data ..... 46





**DAFTAR TABEL**

2.1 Konversi Unit .....	25
2.2 Kontraindikasi penyelaman .....	31
4.1 Definisi operasional .....	42
5.1 Karakteristik Responden .....	53
5.2 Pengaruh faktor usia terhadap kejadian barotrauma pada penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara .....	56
5.3 Pengaruh faktor IMT terhadap kejadian barotrauma pada penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara .....	57
5.4 Pengaruh faktor masa kerja terhadap kejadian barotrauma pada penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara .....	57
5.5 Pengaruh faktor waktu penyelaman terhadap kejadian barotrauma pada penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara .....	58
5.6 Pengaruh faktor frekuensi penyelaman terhadap kejadian barotrauma pada penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara .....	59
5.7 Pengaruh faktor waktu istirahat terhadap kejadian barotrauma pada penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara .....	59
5.8 Pengaruh faktor kedalaman penyelaman terhadap kejadian barotrauma pada penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara .....	60
5.9 Pengaruh faktor kecepatan naik terhadap kejadian barotrauma pada penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara .....	60
5.10 Pengaruh faktor riwayat penyakit terhadap kejadian barotrauma pada penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara .....	61
5.11 Pengaruh faktor penggunaan kompresor terhadap kejadian barotrauma pada penyelam tradisional di pulau Tasipi	



kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara..... 62

5.12 Hasil Analisis Multivariat Pengaruh Usia, IMT,  
Waktu penyelaman, Kecepatan Naik, Waktu Istirahat,  
Kedalaman Penyelaman, Frekuensi Menyelam, Faktor Riwayat  
Penyakit dan Penggunaan Kompresor Terhadap Kejadian Barotrauma  
Pada Nelayan Penyelam Tradisional di Pulau Tasipi Kabupaten Muna  
Barat Sulawesi Tenggara..... 63





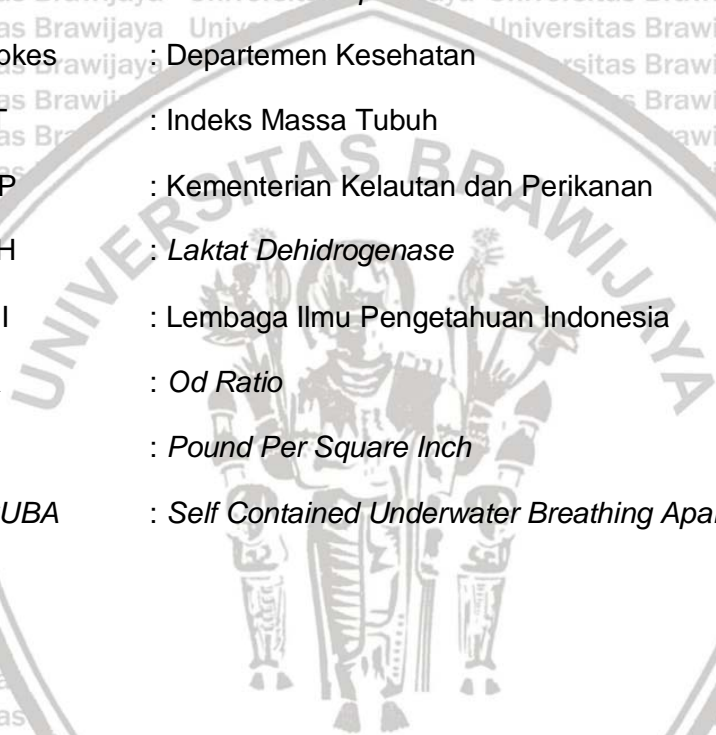
**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Jadwal Penelitian .....	116
Lampiran 2 Penjelasan Penelitian.....	117
Lampiran 3 Lembar Persetujuan Menjadi Responden.....	119
Lampiran 4 Kuesioner.....	120
Lampiran 5 Surat Permohonan Etik.....	122
Lampiran 6 <i>Ethical Clearence</i> .....	124
Lampiran 7 Surat Studi Pendahuluan Dinas Kesehatan.....	125
Lampiran 8 Surat Studi Pendahuluan Dinas Perikanan.....	126
Lampiran 9 Surat Izin Penelitian Balitbang.....	127
Lampiran 10 Surat Izin Penelitian Dinas Kelautan dan Kesehatan.....	128
Lampiran 11 Surat Izin Penelitian Kecamatan dan Bangkesbangpol.....	130
Lampiran 12 Surat Keterangan Penelitian Kecamatan.....	132
Lampiran 13 Surat Keterangan Penelitian Dinas Kesehatan dan Kelautan .....	133
Lampiran 14 Surat Bebas Plagiasi .....	135
Lampiran 15 Lembar Konsultasi Tesis .....	136
Lampiran 16 Analisa Hasil Penelitian.....	142
Lampiran 17 Letter of Acceptence Journal.....	163
Lampiran 18 Surat Keterangan Bebas Jurnal Predator .....	164
Lampiran 19 Manuskrip Tesis .....	165
Lampiran 20 Master Tabel Penelitian.....	182
Lampiran 21 Daftar Riwayat Hidup .....	194



**DAFTAR SINGKATAN**

- ACLS : *Advanced Cardiac Life Support*
- AHRF : *American Hearing Research Foundation*
- APD : *Alat Pelindung Diri*
- atm : *Atmosfer*
- COPD : *Chronic Obstructive Pulmonary Disease*
- CPK : *Creatinin Phosphokinase*
- Depkes : *Departemen Kesehatan*
- IMT : *Indeks Massa Tubuh*
- KKP : *Kementerian Kelautan dan Perikanan*
- LDH : *Laktat Dehidrogenase*
- LIPI : *Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia*
- OR : *Od Ratio*
- Psi : *Pound Per Square Inch*
- SCUBA : *Self Contained Underwater Breathing Aparatus*





## BAB 1

## PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Barotrauma merupakan salah satu komplikasi kegawatdaruratan akibat penyelaman. Barotrauma terjadi karena kerusakan jaringan serta sekuelnya akibat perbedaan antara tekanan barometrik fisiologis di dalam tubuh dengan tekanan yang ada di lingkungan sekitar (Adam *et al.*, 2013).

Peningkatan tekanan udara dalam kondisi barotrauma diikuti oleh perubahan volume gas di dalam tubuh sehingga bisa terjadi trauma fisik seperti barotrauma pulmoner, barotrauma telinga, emboli udara dan lainnya (Battisti & Murphy-Lavoie, 2018).

Prevalensi kejadian barotrauma di dunia mencapai 7-35 kejadian dari 10.000 penyelam yang menggunakan alat bantu dengan 5-152 kejadian dari 100.000 penyelaman yang dilakukan. Mortalitas pasien barotrauma mencapai 0.3-1.3 dari 10.000 orang dan angka morbiditasnya mencapai 24-27 dari 304 orang yang menggunakan alat bantu pernapasan saat menyelam (Buzzacott, 2012). Di Indonesia, kejadian barotrauma memiliki prevalensi yang cukup tinggi. Di Pulau Bungin, Nusa Tenggara Barat ditemukan nelayan penyelam tradisional yang mengalami nyeri pada persendian sebanyak 57,5%, 11,3% menderita gangguan pendengaran ringan hingga ketulian. Di Kepulauan Seribu terdapat 41,37% nelayan penyelam yang mengalami perdarahan akibat tubuh mendapat tekanan yang berubah secara tiba-tiba pada beberapa organ dan jaringan serta 6,91% mengalami dekompresi pada persendian, susunan syaraf, sistem pencernaan, kardiovaskular, paru-paru dan kulit

akibat tubuh merasakan tekanan lingkungan yang berubah dengan tiba-tiba di beberapa organ tubuh dan jaringan (Sukbar *et al.*, 2016).

Pulau Tasipi merupakan salah satu pulau dari tujuh pulau di Kecamatan Tiworo Utara Kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara, dengan sebagian besar penduduknya adalah suku Bajo yang ada sejak tahun 1964. Diapit oleh pulau Simuang dan pulau Sanggaleang.

Fenomena kejadian barotrauma ditemui di Pulau Tasipi, berdasarkan data statistik kelautan dan perikanan tahun 2017 yang menyatakan bahwa Pulau Tasipi adalah salah satu pulau dengan jumlah nelayan penyelam tradisional terbanyak diantara enam pulau lainnya di kecamatan Tiworo Utara Kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara. Pulau Tasipi menjadi daerah penghasil teripang terbanyak, yang mana satu-satunya cara untuk mengelola atau menangkap komoditas teripang yaitu dengan melakukan penyelaman di kedalaman 30 hingga 40 meter dari permukaan laut (Djono, 2017).

Laporan dinas kesehatan kabupaten Muna Barat tahun 2017 untuk wilayah pesisir di pulau Tasipi belum memiliki sarana dan fasilitas kesehatan yang memadai untuk masyarakat di pulau tersebut. Di pulau Tasipi ini hanya tersedia satu orang tenaga kesehatan yaitu perawat pulau yang juga ditugaskan di tiga pulau lainnya di kecamatan Tiworo Utara. Posisi tenaga kesehatan ini tidak menetap disatu pulau, sebab ia harus bergantian disetiap waktu untuk mengunjungi empat pulau yang berada di kecamatan Tiworo Utara. Waktu tempuh yang dibutuhkan untuk sampai dari pulau yang satu ke pulau lainnya, membutuhkan 1 hingga 2 jam. Hasil wawancara dengan perawat yang bertugas di pulau Tasipi menyebutkan bahwa masalah kesehatan yang sering ditemui di kepulauan Tasipi ini adalah penyakit barotrauma. Terutama pada 87



nelayan penyelam tradisional mengalami penyakit barotrauma tipe I hingga II, 3 diantaranya telah mengalami kelumpuhan hingga saat ini.

Hal utama yang menjadi permasalahan para nelayan adalah kurangnya pengetahuan terkait penyakit barotrauma. Ketika dilakukan wawancara dari 10 orang yang mengalami barotrauma, masyarakat nelayan di kepulauan ini menganggap bahwa kasus barotrauma bukanlah sebuah penyakit yang serius yang membutuhkan penanganan medis.

Bahkan keyakinan beberapa masyarakat suku bajo menjadikan pantangan untuk memanggil pihak medis ketika mengalami gejala barotrauma, sebab tindakan memasukan alat kesehatan seperti suntik adalah tindakan yang dapat membuat marah setan laut sehingga dapat menyebabkan kematian.

Terdapat beberapa faktor risiko terjadinya barotrauma yaitu pendidikan, umur, berat badan, masa kerja, waktu penyelaman, kecepatan naik, waktu istirahat, kedalaman menyelam, riwayat penyakit sebelumnya serta penggunaan alat bantu pernapasan saat menyelam (Cialoni *et al.*, 2017; Duke *et al.*, 2017; Eichhorn & Leyk, 2015). Pada penelitian ini, populasi penyelam yang mengalami barotrauma merupakan penyelam yang memiliki pengalaman menyelam yang tinggi dan memenuhi syarat untuk melakukan penyelaman menggunakan alat bantu pernapasan saat menyelam yaitu Scuba. Namun, pada kenyataannya dilapangan, banyak penyelam yang mengalami kasus barotrauma terutama pada penyelam yang menyelam dalam waktu yang lama, kecepatan naik ke permukaan yang cepat, menyelam pada jarak yang dalam serta menggunakan alat bantu pernapasan saat menyelam.

Penelitian Rahmadayanti *et al* (2017) menyebutkan dari dua belas variabel independen yang diteliti terdapat empat variabel yang terkait



dengan barotrauma akibat penyelaman yaitu masa kerja, frekuensi penyelaman, kedalaman menyelam dan kecepatan naik ke permukaan.

Penelitian Jusmawati *et al.* (2016) menunjukkan bahwa usia, frekuensi menyelam, kedalaman menyelam, lama menyelam dan riwayat penyakit merupakan faktor risiko kejadian dekompresi dan variabel yang paling berisiko terhadap penyakit dekompresi adalah kedalaman menyelam.

Duke *et al* (2017) menyebutkan bahwa faktor kedalaman menyelam lebih dari 30 meter, durasi menyelam dalam waktu lebih dari 2 jam, serta anemia merupakan faktor berpengaruh terhadap kejadian penyakit dekompresi dengan probabilitas 94,45%.

Indeks massa tubuh juga dapat menyebabkan terjadinya barotrauma. Kadar lemak tubuh yang tinggi dapat mempengaruhi fisiologi tubuh terutama kapasitas kemampuan paru-paru. Berat badan di bawah normal juga dapat meningkatkan kejadian barotrauma akibat fisiologi tubuh terutama kapasitas kemampuan paru-paru menurun (Cialoni *et al.*, 2017). Faktor risiko kejadian barotrauma lainnya adalah kecepatan menyelam ke permukaan, waktu istirahat, masa kerja menyelam serta frekuensi menyelam. Penyelam yang naik ke permukaan laut dengan kecepatan lebih dari 9 meter/menit dapat meningkatkan resiko kejadian barotrauma (Navy, 2016; Tatuene *et al.*, 2014). Waktu istirahat penyelam yang kurang dari 4 jam ketika akan memulai kembali penyelaman akan beresiko mengalami barotrauma (Cialoni *et al.*, 2017; Jansen *et al.*, 2016).

Masa kerja lebih dari 1 tahun menjadi penyelam akan beresiko mengalami barotrauma. Namun, hal ini tergantung dengan jumlah penyelaman yang dilakukan serta faktor lain yang mendukung (Jansen *et al.*, 2016; Jeong *et al*, 2012). Frekuensi menyelam yang sudah lebih dari



100 kali penyelaman dan 2 kali penyelaman disatu hari mempunyai resiko tinggi terjadi barotrauma (Cialoni *et al.*, 2017; Navisah *et al.*, 2016).

Penggunaan alat bantu napas saat penyelam menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi terjadinya barotrauma. Pada umumnya, alat bantu pernapasan yang digunakan saat menyelam yaitu Scuba. Namun, ditemukan hal yang berbeda di Indonesia terutama di Pulau Tasipi Kabupaten Muna Sulawesi Tenggara. Alat bantu napas yang digunakan untuk menyelam berupa kompresor udara. Kompresor udara yang digunakan oleh nelayan penyelam tradisional ini merupakan kompresor yang biasa digunakan di industri otomotif, industri galangan kapal maupun perbengkelan. Hasil observasi peneliti bersama salah satu ahli penyelaman mendapatkan kompresor yang digunakan saat menyelam ini hanya terdiri dari mesin kompresor, selang dan regulator. Penggunaan kompresor pada penyelaman ini menjadi hal yang dianggap berbahaya karena tidak sesuai dengan standar keamanan penyelaman terutama terkait tidak adanya filter udara. Penggunaan kompresor bagi penyelam dapat membahayakan karena udara yang di hirup oleh penyelam bergantung pada stabilnya mesin kompresor di atas kapal. Pada suatu kondisi bila mesin kompresor mati atau selang udaranya terbelit dari kompresor menuju regulator maka akan mengganggu suplai udara dan berakibat fatal bagi penyelam itu sendiri (Luthfi *et al.*, 2015).

Kegawatan barotrauma yang memerlukan penanganan segera membutuhkan akses pelayanan kesehatan. Fenomena menunjukkan adanya keterbatasan akses kesehatan, sehingga membuat masyarakat di pulau Tasipi sangat jarang mencari pengobatan di pusat pelayanan kesehatan. Hal ini tentunya menjadi permasalahan tersendiri bagi tenaga medis maupun nelayan itu sendiri terkait akses layanan kesehatan.



Berdasarkan permasalahan ini, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “Analisis Faktor Resiko Yang Berpengaruh Terhadap Kejadian Barotrauma Pada Nelayan Penyelam Tradisional di Pulau Tasipi Kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan penjelasan tersebut peneliti merumuskan pertanyaan masalah penelitian yaitu “Apakah faktor resiko yang teridentifikasi berpengaruh terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara?”.

## **1.3 Tujuan**

### **1.3.1 Tujuan Umum**

Menganalisis faktor resiko yang teridentifikasi berpengaruh terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara.

### **1.3.2 Tujuan Khusus**

1. Menganalisis pengaruh faktor usia terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara.
2. Menganalisis pengaruh faktor IMT terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara.
3. Menganalisis pengaruh faktor masa kerja terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara.
4. Menganalisis pengaruh waktu penyelaman terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara.



5. Menganalisis pengaruh faktor frekuensi penyelaman terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara.

6. Menganalisis pengaruh faktor waktu istirahat terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara.

7. Menganalisis pengaruh faktor kedalaman penyelaman terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara.

8. Menganalisis pengaruh faktor kecepatan naik terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara.

9. Menganalisis pengaruh faktor riwayat penyakit terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara.

10. Menganalisis pengaruh faktor penggunaan kompresor terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara.

11. Menganalisa faktor resiko yang paling berpengaruh terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara.

#### **1.4 Manfaat**

##### **1.4.1 Manfaat Akademik**

Hasil penelitian diharapkan dapat bermanfaat sebagai dasar pengembangan keilmuan terkait faktor resiko yang berpengaruh terhadap kejadian barotrauma akibat penyelaman pada nelayan penyelam

tradisional khususnya bidang keperawatan dalam hal penanganan dan pencegahan barotrauma.

#### 1.4.2 Manfaat Praktik

Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi pedoman untuk upaya pencegahan barotrauma pada nelayan penyelam tradisional baik bagi Rumah Sakit setempat maupun instansi terkait yakni dinas perikanan dan kelautan dimana dapat melakukan pemberian pendidikan serta pelatihan terkait dengan penyelaman yang aman.





## BAB 2

## TINJAUAN PUSTAKA

## 2.1 Barotrauma

## 2.1.1 Definisi

Barotrauma adalah dampak langsung yang ditimbulkan dari perubahan barometrik dimana tekanan udara fisiologis dalam tubuh dengan tekanan sekitarnya, sehingga ketidakseimbangan ini dapat menyebabkan kerusakan fisik lapisan jaringan pada rongga. Diantara rongga tubuh yang paling berisiko mengalami barotrauma adalah telinga tengah, sinus paranasal, dan paru-paru (Navisah *et al.*, 2016). Telinga tengah, sinus paranasal, dan paru-paru mempunyai ventilasi atau saluran penghubung yang memungkinkan untuk memberikan keseimbangan tekanan antara rongga udara tubuh dengan tekanan lingkungan sekitar (Prasetyo, 2012).

Barotrauma erat kaitannya dengan hukum Boyle dalam fisika gas saat penyelam turun maupun naik. Hukum Boyle menyatakan bahwa suatu penurunan atau peningkatan pada tekanan lingkungan akan memperbesar atau menekan (secara berurutan) suatu volume gas dalam ruang tertutup. Bila gas terdapat dalam struktur yang lentur, maka struktur tersebut dapat rusak karena ekspansi atau kompresi. Barotrauma dapat terjadi bilamana ruang-ruang berisi gas dalam tubuh (telinga tengah, sinus paranasal, paru-paru) menjadi ruang tertutup dengan menjadi buntunya jaras-jaras ventilasi normal (Adams *et al.*, 2013).

### 2.1.2 Etiologi

Barotrauma terjadi ketika ruang-ruang berisi gas dalam tubuh menjadi ruang tertutup dengan menjadi buntunya jaras-jaras ventilasi yang normal. Hal ini terjadi pada saat menyelam maupun saat penerbangan (Rusly, 2010).

### 2.1.3 Patofisiologi

Pada waktu melakukan kegiatan penyelaman terjadi kondisi dimana adanya perbedaan tekanan saat menyelam turun dan menyelam naik yaitu tekanan atmosfer dan tekanan air. Tekanan lingkungan hampir setara dengan tekanan atmosfer pada permukaan laut ketika penyelam turun hingga kedalaman 10 meter didalam air sehingga dampaknya adalah meningkatnya tekanan hingga dua kali lipat pada penyelam (Dekelboum, 2008).

Hukum Boyle menjelaskan bahwa terdapat hubungan antara volume gas dalam ruangan tertutup dengan tekanan lingkungan sekitar. Penurunan atau peningkatan pada tekanan lingkungan akan memperbesar atau menekan (secara berurutan) suatu volume dalam ruangan tertutup. Bila gas terdapat dalam struktur yang lentur, maka struktur tersebut dapat rusak karena ekspansi atau kompresi. Barotrauma dapat timbul akibat adanya perubahan tekanan yang tiba-tiba di luar struktur tubuh yang terkait (Rusly, 2010).

Respon organ tubuh untuk beradaptasi pada perubahan tekanan tergantung pada keadaan udara didalam organ dan udara yang terdapat pada jaringan diantara organ. Cairan yang mengisi ruangan atau benda padat, tekanannya tidak merubah ukuran suatu organ karena cairan atau benda padat tidak bersifat menekan, sedangkan ruangan dengan dinding elastis jika terisi oleh udara akan berubah bentuk mengikuti hukum boyle,



dengan anggapan bahwa volume udara akan meningkat secara tradisional mengikuti tekanan absolut. Tekanan yang meningkat pada penyelam menyebabkan barotrauma yang berefek pada beberapa bagian tubuh yaitu paru-paru dan telinga (Dekelboun, 2008).

Tekanan yang meningkat ini berhubungan oleh beberapa faktor resiko seperti kedalaman menyelam, lama menyelam serta kecepatan menyelam kepermukaan. Dalam kondisi normal, tubuh manusia rata-rata ketika dipermukaan/daratan memiliki tekanan yang sama dengan lingkungan permukaan yaitu 760 mmHg. Adapun jumlah 1 tekanan atmosfer (760 mmHg) udara memiliki kandungan gas nitrogen 79% (600 mmHg) dan oksigen 21% (160 mmHg) (Bove & Neuman, 2016; Sherwood, 2016).

Ketika manusia menyelam ke laut pada kedalaman melebihi 10 meter akan meningkatkan tekanan yaitu 1 Atm atau 760 mmHg. Hal ini menunjukkan bahwa setiap kenaikan kedalaman 1 meter menyelam, dapat meningkatkan 76 mmHg. Ketika terjadi peningkatan tekanan ini, tubuh akan mengeluarkan mekanisme kompensasi dengan meningkatkan proses pernapasan melalui kondisi hiperventilasi akibat dari tekanan yang diberikan oleh lingkungan luar. Hal ini muncul sebagai pencegahan terjadinya kolaps paru akibat tekanan yang berlebihan dari luar. Kondisi hiperventilasi ini dapat menyebabkan kurangnya pertukaran gas secara bebas di kondisi penyelaman akibat dari perbedaan tekanan ini (Sherwood, 2016).

Menghirup gas di kedalaman selama SCUBA menyebabkan gas di paru-paru berada pada tekanan yang lebih tinggi daripada tekanan atmosfer. Sementara, penyelam dengan bebas dapat menyelam sampai 33 kaki atau 10 meter dan naik dengan aman tanpa mengeluarkan nafas



karena gas di paru-paru telah dihirup pada tekanan atmosfer. Penyelam yang mengisap gas terkompresi dari scuba pada 10 meter dan naik tanpa mengeluarkan napas akan merusak paru-parunya dan memiliki barotrauma pulmonal yang luas. Paru-paru dalam pada kondisi yang kedua ini akan menyimpan dua kali jumlah gas pada tekanan atmosfer sehingga perlu mendapatkan dua kali volume normal ketika naik ke permukaan (Bove, 2014; Eichhorn & Leyk, 2015).

Perbedaan tekanan yang dihasilkan antara jaringan dan ruang gas serta ketidakseimbangan gaya oleh adanya perbedaan tekanan menyebabkan deformasi jaringan yang mengakibatkan pecahnya jaringan. Selain pecahnya jaringan, tekanan berlebih dapat menyebabkan gas memasuki jaringan lebih jauh ke sistem sirkulasi. Hal ini dapat menyebabkan barotrauma khususnya barotrauma pulmonal yang dapat berupa pneumothorak, pneumomediastinum serta emfisema (Bove, 2014; Eichhorn & Leyk, 2015).

Khusus pada barotrauma pendengaran, mekanismenya berawal pada tekanan yang berlebihan pada telinga dimana penyelaman yang dengan kedalaman 8 kaki sudah beresiko mengalami barotrauma. Pada penyelaman kedalaman pada 1 kaki dari permukaan, air dapat menekan bagian luar membran timpani sebesar 0.445 Psi yang mana lebih besar dari tekanan disisi sebelahnya. Dari kedalaman ini sudah mulai terasa penekanan pada telinga (Bove, 2014; Eichhorn & Leyk, 2015).

Pada kedalaman 4 kaki dari permukaan, air akan menekan membran timpani hingga 1.78 Psi yang menyebabkan membran timpani menonjol ke dalam telinga tengah dimana mengeluarkan mukus yang mulai mengisi tuba Eustachius sehingga menyebabkan kesulitan ekualisasi pada telinga tengah. Hal ini menyebabkan ujung saraf



membran timpani teregang dan penyelam akan merasakan nyeri (Bove, 2014; Eichhorn & Leyk, 2015).

Pada kedalaman 6 kaki, air akan menekan membran timpani sebesar 2.67 Psi dimana membran timpani akan mengalami peregangan, jaringan mulai robek serta munculnya respon inflamasi yang akan berlangsung sampai satu minggu. Pembuluh darah kecil pada membran timpani dapat mengembang hingga robek yang menyebabkan perdarahan/lebam yang dapat berlangsung hingga tiga minggu. Tuba Eustachius akan tertutup akibat perbedaan tekanan yang mencapai 90 mmHg sehingga pada kondisi ini ekualisasi tidak mungkin dilakukan.

Penyelam akan merasakan nyeri yang meningkat pada kondisi ini (Bove, 2014; Eichhorn & Leyk, 2015).

Pada kedalaman 8 kaki dari permukaan, air akan menekan membran timpani yang menyebabkan adanya perdarahan dan mukus yang berasal dari dinding jaringan sekitar yang mana akan mulai mengisi telinga tengah. Cairan ini akan menyaman dengan tekanan membran timpani dimana nyeri akan mulai berkurang. Namun, pada kondisi ini telinga akan dipenuhi oleh cairan ini selama satu minggu atau lebih hingga cairan ini direabsorbi oleh tubuh (Bove, 2014; Eichhorn & Leyk, 2015).

Pada kedalaman 10 kaki dari permukaan, air akan menekan membran timpani sebesar 4.45 Psi yang dapat menyebabkan membran timpani robek ketika dilakukan dengan penyelaman yang cepat. Air dapat membanjiri telinga tengah sehingga menimbulkan sensasi dingin yang tiba tiba. Sensasi dingin ini akan mengganggu mekanisme keseimbangan kanalis vestibular yang bisa menyebabkan vertigo (Bove, 2014; Eichhorn & Leyk, 2015).



Lama penyelaman berhubungan kedalaman menyelam, kecepatan menyelam dan konsumsi gas yang didapatkan ketika menyelam melalui penggunaan Scuba. Pada kondisi dipermukaan, 1 tabung Scuba dapat menyuplai kurang lebih 2100 L gas/1 Atm dengan 20 L/menit sehingga normalnya dapat dilakukan penyelaman selama 105 menit. Namun, ketika adanya peningkatan tekanan misalnya 3 Atm, maka 1 tabung Scuba hanya dapat menyuplai 700 L dengan lama penyelaman mencapai 35 menit. Adanya peningkatan 3 Atm ini meningkatkan konsumsi udara sebesar 3 kali lipat dimana sangat beresiko mengalami narkosis nitrogen dan toksisitas oksigen (Bove, 2014; Eichhorn & Leyk, 2015).

Narkosis nitrogen disebabkan kurangnya eksitabilitas neuron-neuron akibat nitrogen yang sifatnya sangat mudah larut dalam lemak tubuh. Penyelaman yang dilakukan hingga 150 kaki akan mengkonsumsi jumlah nitrogen dalam jumlah yang besar dimana nilainya 5 kali lebih besar akibat peningkatan tekanan mencapai 5 Atm. Toksisitas oksigen juga muncul akibat jumlah konsumsi oksigen yang nilainya 5 kali lebih besar ketika ada peningkatan 5 Atm (Bove, 2014; Bove & Neuman, 2016; Eichhorn & Leyk, 2015).

Adanya kondisi narkosis nitrogen dan toksisitas oksigen yang diikuti lama penyelaman dan kecepatan menyelam ke permukaan melebihi 9 meter/menit menjadi permasalahan yang memicu munculnya barotrauma. Kapasitas total paru-paru secara normal berjumlah 6 liter dalam kondisi dipermukaan. Namun, kapasitas paru-paru akan meningkat menjadi 12 liter ketika ada peningkatan 1 Atm dengan kondisi penyelam tidak membuang secara bertahap saat naik ke permukaan. Kapasitas paru-paru yang 12 liter ini mempunyai jumlah nitrogen dan oksigen yang



sangat banyak. Jumlah nitrogen dan oksigen yang banyak di dalam tubuh dapat membentuk gelembung gas nitrogen dan oksigen yang mencetuskan munculnya barotrauma melalui kerusakan jaringan organ tubuh terutama pada paru-paru (pleura dan alveolus) dan telinga (membran timpani) (Lee & Ye, 2013; Sherwood, 2016).

Faktor lain yang berkaitan dengan barotrauma seperti umur, indeks massa tubuh, frekuensi menyelam, riwayat penyakit serta penggunaan kompresor. Umur dapat beresiko mengalami barotrauma terkait dengan fisiologis tubuh terutama kapasitas vital paru-paru. Anak-anak yang berumur antara 6-12 tahun memiliki kapasitas vital paru mencapai 781.8 ml hingga 1591.7 ml. Untuk remaja dan dewasa, rata-rata kapasitas vital paru mencapai 3000-4500 ml. Namun, semakin tua umur nelayan (>40 tahun), kapasitas total paru-paru dapat menurun akibat penurunan kemampuan inspirasi dan ekspirasi (Sherwood, 2016; Sudarmada, 2012).

Kapasitas vital paru ini sangat berpengaruh terhadap kejadian barotrauma dimana hal ini terkait tekanan yang diberikan oleh perubahan lingkungan serta kemampuan paru-paru menampung oksigen lebih banyak. Nelayan yang memiliki kapasitas vital paru yang tinggi dapat mengkompensasi perubahan tekanan dengan mengkonsumsi oksigen dan nitrogen sesuai kebutuhan yang terkait kedalaman penyelaman. Namun, tidak menutup kemungkinan dengan kapasitas paru yang tinggi mengalami barotrauma. Hal ini terkait dengan kelebihan konsumsi oksigen dan nitrogen yang berlebihan selama penyelaman serta kecepatan menyelam ke permukaan yang tidak standar (Bove & Neuman, 2016; Lee & Ye, 2013).



Indeks massa tubuh khususnya pada individu dengan obesitas yang kadar lemaknya tinggi beresiko mengalami barotrauma. Kadar lemak yang tinggi meningkatkan kemampuan tubuh dalam menyimpan/melarut nitrogen dalam jumlah yang banyak. Kadar nitrogen yang berlebihan meningkatkan resiko narkosis nitrogen dimana akan meningkatkan kapasitas paru-paru di atas normal tergantung dengan tingkatan kenaikan tekanan lingkungan. Jika jumlah nitrogen ini tidak dibuang dengan efektif dan ditambah dengan kecepatan menyelam yang lebih dari 9 meter/menit, maka akan beresiko tinggi mengalami kerusakan organ tubuh khususnya telinga dan paru-paru (Barron, 2018; Cialoni *et al.*, 2017).

Frekuensi menyelam yang rutin serta lebih dari 1 kali perhari meningkatkan resiko barotrauma. Frekuensi menyelam yang lebih dari 1 kali sehari meningkatkan tekanan paru-paru yang menyebabkan konsumsi oksigen serta nitrogen yang berlebihan dalam tubuh serta. Pada kondisi ini penyelam beresiko mengalami narkosis nitrogen dan toksisitas oksigen yang menyebabkan resiko barotrauma meningkat melalui kerusakan jaringan organ yang dukung dengan kecepatan menyelam yang melebihi 9 meter/menit (Cialoni *et al.*, 2017).

Riwayat penyakit yang dialami penyelam sebelumnya seperti hipertensi, asma, diabetes melitus, penyakit jantung serta penyakit pernapasan lainnya meningkatkan resiko kejadian barotrauma. Hal ini berkaitan dengan tekanan ketika perubahan kemampuan tubuh penyelam seperti pada pasien asma, penyelam cenderung memiliki kemampuan kapasitas total paru yang tidak sama dengan orang normal. Ketika ada peningkatan tekanan saat menyelam, kondisi asma ini dapat mempengaruhi penyelam dimana penyelam cenderung tidak mampu



menyelam dalam kondisi lama. Namun, ketika penyelam memaksakan tubuh untuk tetap menyelam, resiko barotrauma sangat besar terjadi pada penyelam (Cialoni *et al.*, 2017).

Penggunaan kompresor dalam menyelam memiliki resiko tinggi mengalami barotrauma. Kompresor yang digunakan untuk menyelam dapat membahayakan nyawa penyelam dimana udara yang didapatkan oleh penyelam bergantung dengan kestabilan mesin kompresor di atas kapal. Nelayan cenderung mengkonsumsi oksigen dan nitrogen yang berlebihan sehingga meningkatkan resiko kejadian narkosis nitrogen dan toksisitas oksigen. Kondisi ini akan menyebabkan resiko kejadian barotrauma dengan rusaknya jaringan organ tubuh terutama pada paru-paru dan telinga (Cialoni *et al.*, 2017; Luthfi *et al.*, 2015).

Gejala barotrauma biasanya muncul pada permukaan atau dalam 10 menit. Tanda dan gejala termasuk sesak nafas, ronki, krepitasi, takipnea, gangguan pernapasan, nyeri dada di bagian dalam, dan dalam kasus pneumotoraks, suara napas berkurang. Pengambilan napas dapat menyebabkan emboli arteri selama naik ke permukaan yang menyebabkan robekan jaringan paru-paru, udara masuk ke sirkulasi paru, udara masuk ke jantung kiri, dipompa ke sirkulasi sistemik, dan penyumbatan sirkulasi serebral (Golman & Schafer, 2012).

#### 2.1.4 Gambaran klinis

Gambaran klinis barotrauma tergantung dengan bagian tubuh mana yang mengalami cedera tersebut. Secara umum, tanda dan gejala barotrauma yang dapat terjadi pada semua jenis barotrauma hampir sama. Tanda terjadinya barotrauma yaitu penurunan sensorik, kelemahan, paralisis, ataksia, ruam serta retensi urine. Untuk gejala barotrauma seperti nyeri, mati rasa pada ekstremitas, pusing, kelelahan

yang berlebihan, sakit kepala, gatal-gatal, vertigo, mual, perubahan personalitas (kepribadian) serta penurunan kesadaran (Adam *et al.*, 2013).

### 2.1.5 Diagnosis

Diagnosis pada penyakit barotrauma berbeda pada setiap jenis barotrauma. Adapun untuk menegakkan diagnosis dapat dilakukan dengan cara pengkajian riwayat berpergian menggunakan pesawat serta menyelam. Pemeriksaan fisik dilakukan pada masing-masing organ tubuh yang mengalami efek dari barotrauma seperti telinga, paru-paru dan gastrointestinal. Pada bagian telinga dilakukan pemeriksaan tes pendengaran serta tes keseimbangan. Perlu dilakukan pemeriksaan menggunakan otoskop untuk melihat adanya perforasi atau gangguan lainnya di telinga. Efek barotrauma pada telinga dapat dirasakan berupa penurunan pendengaran, nyeri, tinusitis dan lainnya. Untuk paru-paru dilakukan pemeriksaan untuk *chest radiograph* serta *computed tomography* pada dada untuk mengevaluasi adanya pneumotorak, pneumomediastinum serta mediastinal emfisema. Untuk gastrointestinal dilakukan pemeriksaan fisik berupa adanya gejala seperti flatus, bersendawa yang berlebihan, nyeri pada perut serta refluk abdomen dapat menegakkan efek dari barotrauma di gastrointestinal (Adam *et al.*, 2013).

### 2.1.6 Penatalaksanaan

#### 1. Penatalaksanaan prehospital

- a. Pertahankan jalan nafas, pernapasan dan sirkulasi serta mengevaluasi serum glukosa pasien.
- b. Gunakan protokol *Advanced Cardiac Life Support* (ACLS) untuk menstabilkan pasien.



c. Berikan oksigen aliran tinggi, pertahankan pemberian jalur intravena dan memulai pemberian terapi cairan.

d. Jaga pasien tetap dalam kondisi datar, hindari posisi *Trendelenburg*. Jika ada resiko aspirasi, berikan posisi tidur ke arah sisi kiri atau posisi lateral kanan.

e. Jika evakuasi dilakukan di udara, pastikan kabin pada pesawat terbang terdapat tekanan atau penerbangan pesawat yang dilakukan oleh pilot di bawah dari 1000 kaki.

f. Lakukan pemindahan pasien secepatnya ke tempat yang aman dan mempersiapkan transfer ke rumah sakit

g. Perhatikan bahwa pasien yang mengalami barotrauma akibat menyelam memerlukan evakuasi secepatnya dan evaluasi terhadap penyakit dekompresi dengan segera membawa ke rumah sakit.

h. Segera hubungi konsultan *dive physician* dan hiperbarik center ketika gejala barotrauma muncul serta secepatnya di bawa ke ruang gawat darurat rumah sakit (Adam *et al.*, 2013)

## 2. Penatalaksanaan hospital

1. Segera lakukan pengkajian serta pemeriksaan fisik, pemeriksaan laboratorium seperti cek darah lengkap, pengukuran serum elektrolit, pengukuran *marker* LDH dan CPK, pengukuran saturasi oksigen dan pemeriksaan urine, *blood toxicologic* serta analisa gas darah. Lakukan pemeriksaan radiografi serta *computed tomography* untuk memastikan adanya gejala efek barotrauma di paru-paru dan pemeriksaan otoskop untuk adanya perforasi pada telinga (Adam *et al.*, 2013).

2. Pemberian oksigen aliran tinggi dengan menggunakan *rebreathing mask*. Pemberian oksigen aliran tinggi ini untuk mengeliminasi kelebihan gas nitrogen dan dapat menurunkan hipoksia (Walker *et al.*, 2014).
3. Pemberian manajemen cairan baik secara oral maupun intravena untuk mengatasi kehilangan cairan tubuh yang terjadi akibat cedera *endothelial bubble* dan dehidrasi yang berhubungan dengan akibat proses penyelaman (Walker *et al.*, 2014).
4. Rekompresi merupakan terapi definitif. Proses transfer pasien ke fasilitas recompresi ditetapkan dengan ketinggian yang rendah (<300 meter) dan dilanjutkan dengan pasien bernapas dengan 100% oksigen. Rekompresi dapat menurunkan volume gas pada jaringan dan mengatur kembali kadar nitrogen sebagai solusinya (Walker *et al.*, 2014).

### 2.1.7 Pencegahan

Pencegahan terjadinya trauma pada proses penyelaman secara umum yaitu menginformasikan untuk melaksanakan proses ekualisasi selama penyelaman serta melaksanakan penyelaman turun secara perlahan dengan bagian kaki pertama kali yang diturunkan ke air terlebih dahulu (Spira, 2008). Selain itu, pentingnya edukasi yang diberikan kepada penyelam terkait pencegahan barotrauma serta perlu adanya pelatihan secara intensif terkait aktivitas penyelaman yang benar. Pelatihan serta edukasi ini sangat penting untuk mencegah terjadinya barotrauma pada penyelam. Individu yang mempunyai gejala asma sebelum menyelam harus diperiksa terlebih dahulu oleh tim medis berupa tidak ada gejala *wheezing*, hasil pengukuran spirometri normal sebelum dan sesudah latihan serta sudah mendapatkan pengobatan asma dapat



dipertimbangkan untuk melakukan penyelaman dengan kontrol ketat.

Individu dengan penyakit struktural paru yang berhubungan dengan resiko kejadian pneumotorak merupakan kontraindikasi menyelam.

Berdasarkan hal ini, perlu dipertimbangkan kondisi individu yang dapat memenuhi syarat baik secara pengetahuan, keterampilan, serta kondisi fisik yang mendukung (Golman & Schafer, 2012).

### 2.1.8 Prognosis

Kondisi barotrauma secara umum tidak berbahaya dan serta berespon positif terhadap pengobatan yang tepat. Tingkat *survival* pada pasein ini tergantung dengan evaluasi medis serta pengobatan yang tepat. Pemberian terapi oksigen dengan cepat dan tepat sesuai dengan standar protokol meningkatkan *survival rate* mencapai 95% dari setiap kasus. Pengobatan serta pemeriksaan fisik, laboratorium maupun diagnostik merupakan hal yang menjadi prioritas dalam meningkatkan *survival rate* pasien yang mengalami kasus barotrauma (Golman & Schafer, 2012; Walker *et al.*, 2014).

## 2.2 Penyelam

### 2.2.1 Definisi

Penyelaman dikenal menjadi dua jenis kegiatan yaitu penyelaman basah dan penyelaman kering. Penyelaman basah merupakan kegiatan yang dilaksanakan manusia di bawah air dengan tekanan > 1 atmosfer. Penyelaman kering (hiperbarik) merupakan kegiatan yang dilaksanakan pada ruangan udara yang bertekanan tinggi (Barbara, 2008; Depkes, 2002, 2008; Ekawati, 2005).

## 2.2.2 Jenis penyelaman

Penyelaman dibagi menjadi beberapa jenis terkait kedalaman, tujuan serta teknologi penyelaman yang digunakan. Berdasarkan kedalaman, penyelaman dapat dibedakan menjadi (LIPI, 2016) :

### 1. Penyelaman dangkal

Penyelaman ini dilaksanakan pada kedalaman maksimal 10 meter.

### 2. Penyelaman sedang

Penyelaman ini dilaksanakan pada kedalaman 10 meter hingga 30 meter.

### 3. Penyelaman dalam

Penyelaman ini dilaksanakan pada kedalaman > 30 meter.

Berdasarkan tujuan yang ingin dicapai, penyelaman ini dibedakan menjadi (Depkes, 2008; Ekawati, 2005; LIPI, 2016; Oliveira *et al.*, 2015; Vernick, 2018):

### 1. Penyelaman untuk kepentingan pertahanan dan keamanan negara

Kegiatan penyelaman ini secara umum dilakukan oleh penyelam angkatan bersenjata pada setiap negara.

### 2. Penyelaman komersial

Kegiatan penyelaman ini dilaksanakan dengan tujuan komersial, misalnya penyelaman untuk pembangunan konstruksi yang berada di bawah permukaan air, pengeboran di lepas pantai (*off shore drilling*), *salvage*, penangkapan hasil laut serta mencari benda-benda berharga yang tersimpan di dasar laut.



### 3. Penyelaman ilmiah

Kegiatan penyelaman ini dilaksanakan dalam hal kepentingan ilmiah yaitu penelitian biologi, geologi, arkeologi serta kelautan pada umumnya.

### 4. Penyelaman olahraga dan rekreasi

Kegiatan penyelaman yang dilakukan untuk kepentingan menjaga kesehatan dan kebugaran tubuh maupun jiwa serta sebagai rekreasi atau wisata bawah air.

Penyelaman dengan teknologi yang digunakan dapat dibedakan menjadi

(Depkes, 2002, 2008; Ekawati, 2005; Mahdi *et al.*, 2002):

#### 1. Penyelaman tahan nafas (*breath hold diving*)

Kegiatan penyelaman ini dilakukan tanpa menggunakan alat bantu pernafasan atau penyelam hanya menggunakan kemampuan menahan nafas

#### 2. Penyelaman *hookah*

Kegiatan penyelaman ini dilakukan dengan menggunakan suplai udara dari permukaan laut yang diberikan melalui kompresor udara.

#### 3. Penyelaman SCUBA

Kegiatan penyelaman ini dilakukan dengan menggunakan alat bantu SCUBA (*Self Contained Underwater Breathing Aparatus*) dengan udara yang terkompresi pada tabung *aqualung*.

#### 4. Penyelaman dekompresi

Kegiatan penyelaman ini merupakan penyelaman SCUBA yang dilaksanakan hingga kedalaman 70 meter. Pada penyelaman ini, penyelam berenang ke permukaan dengan kecepatan hingga 60 kaki

permenit (18 meter/menit) serta berhenti saat tahap-tahapan dekompresi tertentu sesuai prosedur dekompresi

#### 5. Penyelaman saturasi

Kegiatan penyelaman ini menggunakan gas campuran yang biasanya dilaksanakan untuk penyelaman pada kedalaman tertentu dalam waktu yang cukup lama hingga 700 meter. Adapun campuran gas yang biasa digunakan berupa gas helium-oksigen dengan variasi campuran seperti 95% helium-5% oksigen, 97% helium-3% oksigen, 84% helium-16% oksigen.

#### 6. Penyelaman dengan kapal selam dan robot berawak/tidak berawak

Kegiatan penyelaman ini dilakukan dengan teknologi kapal selam atau robot yang dapat menyelam hingga kedalaman 1000 meter.

### 2.2.3 Fisika penyelaman

#### 1. Tekanan

Tekanan udara pada permukaan laut dengan suhu  $0^{\circ}\text{C}$  pada umumnya merupakan tekanan yang diakibatkan oleh berat atmosfer di permukaan atas. Tekanan ini konstan berkisar 760 mm Hg (14.7 Psi) serta menjadi dasar pengukuran untuk satu atmosfer (Bentz & Hughes, 2008; Depkes & TNI, 2001; Dinkes & Jatim, 2001; Navy, 2008). Adapun tabel konversi unit tekanan dijelaskan sebagai berikut (Mahdi *et al.*, 2002):



Tabel 2.1 Konversi Unit

1 atm =	14.692 Psi
	1.0332 kg/cm <sup>2</sup>
	760 mm Hg (berat jenis 13.59 g/cm <sup>3</sup> )
	760 Torr
	1033 cm H <sub>2</sub> O (Berat jenis 1.0 g/cm <sup>3</sup> )
	33.07 fsw (berat jenis 1.025 g/cm <sup>3</sup> )
	10.08 msw (berat jenis 1.025 g/cm <sup>3</sup> )
	1.013 bars
	101.33 kilo Pascal (K Pa)

Sumber: (Mahdi *et al.*, 2002)

Tekanan yang dialami oleh penyelam terdiri dari dua unsur yaitu tekanan akibat air dan tekanan atmosfer.

#### A. Tekanan atmosfer

Tekanan atmosfer merupakan tekanan yang berasal dari berat atmosfer pada permukaan tubuh yang bervariasi tergantung pada ketinggian di atas permukaan laut serta kondisi cuaca setempat. Pada penyelaman di laut, tekanan atmosfer di atasnya dinilai konstan serta sama dengan 760 mm Hg (1 atm) (Kay, 2018; Mahdi *et al.*, 2002; Navy, 2008).

#### B. Tekanan air

Tekanan air yang juga disebut tekanan meteran (*gauge*) merupakan tekanan yang berasal dari berat air di atas permukaan tubuh yang sejajar dengan kedalaman menyelam. Tekanan air merupakan hasil dari berat jenis air yang dikalikan dengan kedalaman linier penyelam di bawah permukaan laut (Mahdi *et al.*, 2002; Navy, 2008; Thiritz & Kadir, 2005; Vernick, 2018).

## 2. Hukum fisika gas pada penyelaman

### A. Hukum Boyle

Hukum boyle menjelaskan bahwa ketika suhu absolut dipertahankan secara konstan maka volume gas akan berbanding terbalik dengan tekanan absolutnya. Pada kondisi suhu air absolut, waktu turun menyelam volume udara rongga tubuh pada tubuh akan mengecil secara proposional. Sebaliknya, ketika menyelam naik udara yang mengisi rongga tubuh dapat membesar secara proporsional (Mahdi *et al.*, 2002; Navy, 2008; Thiritz & Kadir, 2005).

Bila  $T_1 = T_2$  dalam persamaan

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

$$\text{Atau } V_2 = V_1 \cdot \frac{P_1}{P_2}$$

### B. Hukum Dalton

Hukum ini menjelaskan terkait jumlah tekanan suatu campuran gas-gas merupakan jumlah tekanan parsial setiap gas yang membentuk campuran gas tersebut, ketika gas tersebut menempati seluruh ruangan. Selama tekanan secara menyeluruh meningkat, tekanan parsial pada setiap gas akan meningkat.

Udara merupakan suatu gabungan gas yang terdiri atas kurang lebih 80%  $N_2$  dan 20%  $O_2$ , dipermukaan laut tekanan  $N_2$  sebesar

$$N_2 = 80\% \text{ dari } 1 \text{ ATA (760 mmHg)}$$

$$= 0.8 \text{ ATA (608 mmHg)}$$

$$O_2 = 20\% \text{ dari } 1 \text{ ATA}$$

$$= 0.2 \text{ ATA (152 mmHg)}$$



Tekanan parsial suatu gas di dalam campuran didapatkan melalui mengalikan presentase gas dengan tekanan total pada tekanan sesuai kedalamannya (Lynch & Bove, 2009; Mahdi *et al.*, 2002; Navy, 2008; Thiritz & Kadir, 2005; Vernick, 2018).

#### C. Hukum Charles

Hukum Charles menjelaskan keterkaitan suhu, volume serta *pressure* yang menjelaskan ketika tekanan konstan, volume dari sejumlah gas tertentu adalah berbanding lurus terhadap suhu absolut. Hukum ini berkaitan pada sifat kompresi dan dekompresi dari gas-gas yang berhubungan dengan gas-gas dalam aliran darah yang berwujud cair di tubuh manusia yang bisa menjadi lewat jenuh ketika menyelam dengan udara tekan (tabung) (LIPI, 2016; Mahdi *et al.*, 2002; Navy, 2008; Vernick, 2018).

#### D. Hukum Henry

Hukum Henry pada kelarutan gas menjelaskan bahwa saat tekanan parsial gas meningkat maka akan lebih banyak gas yang terlarut pada seluruh cairan sampai terjadi saturasi. Oksigen yang dibutuhkan proses metabolisme serta nitrogen yang merupakan gas *inert* pada metabolisme tersebar pada seluruh sirkulasi cairan tubuh yang dapat meningkatkan jumlahnya pada peningkatan tekanan. Ketika terjadi penurunan tekanan, gas yang terlarut dapat menjadi supersaturasi dan dilepaskan sebagai gelembung gas. Hukum ini berperan terhadap pengaruh secara tidak langsung pada penyakit dekompresi (LIPI, 2016; Mahdi *et al.*, 2002; Navy, 2008; Vernick, 2018).

## 2.2.4 Kelainan dan Penyakit Pada Penyelam

### 1. Barotrauma

Barotrauma merupakan kondisi kerusakan jaringan dan sekuelnya yang disebabkan oleh perubahan tekanan udara pada rongga udara secara fisiologis di dalam tubuh. Barotrauma bisa terjadi ketika seseorang penyelam turun (*descent*) maupun naik (*ascent*). Permasalahan ini berkaitan erat dengan hukum *Boyle* dalam fisika gas (Depkes, 2008; Depkes & TNI, 2001; Dinkes & Jatim, 2001; Ekawati, 2005; Mahdi *et al.*, 2002).

Rongga udara fisiologis dalam tubuh seperti ruang tengah telinga, paru-paru serta sinus paranasal secara umum memiliki ventilasi atau saluran penghubung yang dapat menyamakan tekanan antara rongga udara tubuh dengan tekanan pada lingkungan (Bentz & Hughes, 2008).

### 2. Penyakit dekompresi

Penyakit dekompresi merupakan permasalahan yang diakibatkan oleh pelepasan serta pengembangan gelembung-gelembung gas dari fase larut darah atau jaringan yang disebabkan adanya penurunan tekanan sekitarnya. Hal ini berkaitan dengan fase larut yang menjadi tidak larut dalam bentuk gelembung gas (*bubbles*) ketika waktu proses dekompresi berlangsung. Hal ini berkaitan dengan hukum *Henry* (Depkes, 2008; Dinkes & Jatim, 2001; Kartorio, 2007; Lynch & Bove, 2009; Mahdi *et al.*, 2002).

## 2.2.5 Panduan Penyelaman yang Aman

Penyelaman yang aman harus memperhatikan kondisi-kondisi tertentu terutama pada pemeriksaan kesehatan penyelam yang beresiko mengalami insufisiensi tuba pada saluran pernapasan atas, rinosinusitis



serta kondisi lainnya yang dapat mengakibatkan terjadi barotrauma selama menyelam.

Ketika melakukan penyelaman, proses ekualisasi perlu dilakukan sesering mungkin sebagai pencegahan timbulnya barotrauma akibat peningkatan tekanan pada lingkungan. Setiap menyelam sejauh 2 kaki (0.61 meter) dapat meningkatkan tekanan sebesar 1 Psi. proses ekualisasi perlu dilakukan secepat mungkin ketika penyelam menunjukkan gejala barotrauma saat menyelam. Ketika ekualisasi gagal, perlu melakukan penyelaman naik ke permukaan beberapa meter yang kemudian dilakukan ekualisasi kembali. Ketika ekualisasi tersebut gagal kembali, proses penyelaman dibatalkan (Dekelboun, 2008; Ekawati, 2005; Spira, 2008)

Adapun metode yang dapat digunakan pada penyelaman yaitu:

1. Manuver *Valsava*

Tehnik ini dilaksanakan melalui memencet hidung maupun menutup mulut dengan otot pipi dikencangkan yang kemudian meniupkan udara. Peningkatan tekanan dapat mengakibatkan udara masuk ke tuba Eustachius. Manuver ini mempunyai kelemahan yaitu tidak mengaktifkan otot yang membuka tuba Eustachius, rentan mengalami kerusakan jaringan sekitarnya serta meningkatkan tekanan internal dalam tubuh termasuk tekanan cairan telinga dalam yang dapat mengakibatkan ruptur tingkap bundar. Pada tehnik ini tidak boleh meniup terlalu kuat serta jangan mempertahankan tekanan selama >5 detik (Barbara, 2008; LIPI, 2016; Lynch & Bove, 2009; Thiritz & Kadir, 2005).

## 2. Manuver *Toynbee*

Tehnik ini dilaksanakan melalui memencet hidung serta menelan.

Proses menelan ini dapat membuka tuba eustachius. Dengan hidung yang tertutup dapat menekan udara yang masuk ke dalam tuba (Kay, 2018).

## 3. Tehnik *Lowry*

Tehnik ini merupakan kombinasi antara manuver *valsava* dan *toynbee*. Prosesnya dilakukan dengan memencet hidung serta menutup mulut dengan meniup udara tidak terlalu kuat yang kemudian dilanjutkan dengan menelan (Kay, 2018).

## 4. Tehnik *Edmonds*

Tehnik ini dilakukan dengan cara menegangkan *palatum mole* dan otot tenggorokan dengan mendorong rahang ke depan maupun ke bawah yang kemudian melaksanakan manuver *valsava* (Kay, 2018).

## 5. Manuver *Frenzel*

Tehnik ini dilakukan dengan menutup hidung serta menutup bagian belakang tenggorokan seperti saat mengangkat beban yang kemudian mengucapkan suara "K". tehnik ini dapat mendorong bagian belakang lidah ke atas serta menekan udara yang dapat membuka tuba Eustachius (Kay, 2018)

## 6. Pembukaan tuba secara *volunter*

Metode ini sulit untuk diterapkan dan diberikan kepada orang lain.

Diperkirakan hanya 30% yang dapat melakukan tehnik ini dengan benar. Metode ini dilakukan dengan cara menegangkan otot *palatum mole* serta tenggorokan ketika mendorong rahang ke depan dan ke bawah seperti saat waktu mulai menguap. Otot-otot ini akan menarik tuba Eustachius terbuka (Kay, 2018).



### 2.2.6 Persyaratan Kesehatan Penyelaman

Persyaratan kesehatan untuk penyelam mempunyai perbedaan terhadap persyaratan untuk olahraga yang lain. Hal ini terkait dengan beberapa kondisi khusus seperti kontraindikasi untuk penyelaman. Berdasarkan panduan pemeriksaan fisik penyelam dengan *Scuba* pada tahun 1989 menjelaskan bahwa terdapat kontraindikasi relatif dan absolut. Kontra indikasi relatif mengarah terkait kondisi kesehatan yang bersifat beresiko relatif dengan berpengaruh maupun tidak berpengaruh terkait kesehatan penyelam *Scuba*. Untuk kontraindikasi absolut mengarah pada kondisi yang tidak menjelaskan bahwa tidak dapat dilakukan proses penyelaman. Adapun indikasi relatif dan absolut dijelaskan pada tabel berikut (Eichhorn & Leyk, 2015; Pieterse, 2006):

Tabel 2.2 Kontraindikasi penyelaman

Bagian Tubuh	Kontraindikasi relatif	Kontraindikasi absolut
Telinga	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Incipient otitis externa</i></li> <li>2. Penyumbatan sebagian saluran pendengaran</li> <li>3. Disfungsi kronis dari <i>Eustachian tube</i></li> <li>4. Riwayat cedera dingin dari pina yang signifikan</li> <li>5. Otitis media atau sinusitis rekuren</li> <li>6. Riwayat perforasi membran timpani</li> <li>7. Riwayat pernah timpanoplasti</li> <li>8. Riwayat operasi mastidektomi</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Penyumbatan penuh saluran pendengaran</li> <li>2. Riwayat kehilangan pendengaran akut</li> <li>3. Riwayat operasi telinga dalam</li> <li>4. Riwayat stapedektomi</li> <li>5. Perforasi membran timpani terbuka</li> <li>6. Riwayat operasi telinga dalam</li> <li>7. Riwayat ruptur tingkap bundar</li> <li>8. Paralisa saraf fasialis akibat barotrauma</li> <li>9. Riwayat penyakit dekompresi vetibular</li> <li>10. Penyakit telinga dalam selain karena presbiakusis</li> </ol>
Paru-Paru	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Asma yang terkontrol dengan obat atau tanpa obat</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Asma yang tidak terkontrol</li> </ol>

Bagian Tubuh	Kontraindikasi relatif	Kontraindikasi absolut
	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Bronkitis kronik tanpa obstruksi</li> <li>3. Pneumothorak sekunder</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Eksaserbasi akut, stres serta kondisi dingin yang memicu asma</li> <li>3. COPD</li> <li>4. Empisema, akut bronkitis dengan obstruksi</li> <li>5. <i>Pulmonary cysts/bullae</i>, bronkiektasis</li> </ol>
Jantung	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. &gt;1 tahun mengalami <i>acute coronary syndrome</i> dengan kondisi yang sudah normal dengan kondisi ventrikel yang baik</li> <li>2. Atrial fibrilasi kronik dengan <i>control rate</i> yang normal</li> <li>3. Pre eksitasi sindrom</li> <li>4. Penyakit katup jantung stase 1</li> <li>5. Atrial ventricular septal defek</li> <li>6. <i>Persistent paten foramen ovale</i> dengan rekomendasi <i>low-buble diving</i></li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. &lt;1 tahun mengalami <i>acute coronary syndrome</i>, &gt;1 tahun mengalami gagal jantung kongestif, angina pectoris, pengobatan aritmia atau penurunan fungsi ventrikel jantung</li> <li>2. Takiaritmia dengan pengobatan yang dengan atau tanpa penyakit struktural jantung, supraventrikular ekstrasistol dengan penurunan kesadaran serta aritmia kompleks.</li> <li>3. Stenosis katup aorta atau mitral dengan lebar katup yang terbuka &lt; 1.5 cm<sup>2</sup></li> <li>4. Kelainan hemodinamika yang signifikan pada jantung</li> <li>5. Persisten <i>paten foramen ovale</i> dan riwayat dari <i>decompression sickness</i></li> </ol>

Sumber: (Eichhorn & Leyk, 2015; Pieterse, 2006)

### 2.2.7 Sertifikasi Penyelaman

Proses penyelaman merupakan kegiatan yang memerlukan persiapan maupun keahlian khusus sehingga dapat mengurangi resiko kejadian trauma yang berbahaya. Adapun persiapan yang diperlukan oleh



penyelam berupa pengetahuan secara teori serta praktek penyelaman yang sudah terstandar sertifikasi kelayakan yang dikeluarkan oleh instansi tertentu. Adapun sertifikasi yang dibutuhkan oleh seorang penyelam (Depkes, 2002, 2008; Ekawati, 2005) yaitu

#### 1. Sertifikasi kesehatan layak menyelam

Sertifikasi kesehatan layak menyelam dapat diperoleh dari pusat-pusat kesehatan penyelaman serta hiperbarik atau dokter rumah sakit maupun puskesmas yang telah menerima pendidikan atau pelatihan di bidang kesehatan penyelaman maupun hiperbarik .

#### 2. Sertifikasi kemampuan penyelam

Sertifikasi kemampuan penyelam dapat diberikan oleh pusat-pusat pendidikan maupun pelatihan penyelaman.

### 2.3 Faktor yang Mempengaruhi Kejadian Barotrauma Pada Penyelaman

#### 2.3.1 Usia

Usia menjadi faktor resiko terjadinya barotrauma akibat penyelaman. Hal ini dipengaruhi oleh kemampuan fisiologis tubuh. Barotrauma terjadinya pada usia rata-rata 40 tahun keatas. Namun, kondisi ini juga dapat terjadi pada usia < 40 tahun terkait dengan faktor lain yang menyertai seperti proses penyelaman serta penyakit penyerta yang di alami oleh penyelam (Cialoni *et al.*, 2017; Gil Cano *et al.*, 2012; Navisah *et al.*, 2016).

#### 2.3.2 IMT (Index Massa Tubuh)

Index massa tubuh menjadi salah satu faktor resiko yang meningkatkan kejadian barotrauma terutama penyelam yang memiliki kadar lemak tubuh yang tinggi. IMT normal berkisar diantara 18.5-24.9. Kadary lemak tubuhs yang tinggi dapat mempengaruhi fisiologi tubuh terutama kapasitas kemampuan paru-paru. Berat badan di bawah normal

juga dapat meningkatkan kejadian barotrauma akibat fisiologi tubuh terutama kapasitas kemampuan paru-paru menurun (Cialoni *et al.*, 2017).

### 2.3.3 Masa Kerja Sebagai Penyelam

Masa kerja menjadi salah satu faktor resiko yang meningkatkan kejadian barotrauma pada penyelam. Hal ini berkaitan dengan lama penyelam yang sudah melakukan proses penyelaman. Rata-ratanya penyelam yang mengalami barotrauma sudah bekerja selama lebih dari 1 tahun. Namun, bisa kurang dari satu tahun tergantung dengan jumlah total frekuensi penyelaman yang dilakukan dan lain-lainnya (Jansen *et al.*, 2016; Jeong *et al.*, 2012; Navisah *et al.*, 2016).

### 2.3.4 Waktu Penyelaman

Waktu penyelaman atau berapa lama penyelaman dilakukan dapat meningkatkan resiko terjadinya barotrauma. Secara normalnya, penyelaman dianjurkan untuk setiap mencapai kedalaman 3-5 meter, perlu dilakukan proses pengambilan nafas selama 5-10 menit dipermukaan khususnya penyelam tanpa alat bantu pernafasan. Namun, penyelaman yang dilakukan dengan menggunakan alat bantu nafas lebih dari 30 menit memiliki resiko besar mengalami barotrauma akibat perubahan tekanan atmosfer yang ada di laut. Namun, hal ini juga tergantung dengan kedalaman penyelaman, kondisi fisik serta alat bantu yang digunakan pada proses penyelaman (Cialoni *et al.*, 2017; Jansen *et al.*, 2016).

### 2.3.5 Frekuensi Menyelam

Frekuensi menyelam dapat meningkatkan resiko terjadinya barotrauma. Secara normalnya, penyelaman dapat dilakukan maksimal 2 kali sehari dengan mempertimbangkan kondisi fisik serta lingkungan penyelaman. Penyelam yang memiliki pengalaman menyelam lebih dari



100 kali penyelaman serta lebih dari 2 kali penyelaman disatu hari mempunyai resiko tinggi mengalami barotrauma. Namun, hal ini juga tergantung dengan kedalaman penyelaman, kondisi fisik serta alat bantu yang digunakan pada proses penyelaman (Cialoni *et al.*, 2017; Jansen *et al.*, 2016; Navisah *et al.*, 2016).

### 2.3.6 Waktu Istirahat

Waktu istirahat setelah menyelam menjadi salah satu faktor resiko terjadinya barotrauma. Secara normalnya, seorang penyelam dianjurkan istirahat minimal 4 jam untuk kembali melakukan penyelaman. Waktu istirahat berhubungan erat dengan frekuensi menyelam dalam satu hari dimana jumlah frekuensi menyelam yang lebih dari 2 kali sehari dengan waktu istirahat yang kurang akan meningkatkan resiko terjadinya barotrauma (Cialoni *et al.*, 2017; Jansen *et al.*, 2016; Navisah *et al.*, 2016).

### 2.3.7 Kedalaman Penyelaman

Kedalaman penyelaman menjadi salah satu faktor resiko terjadinya barotrauma. Secara normalnya, penyelam dapat menyelam dengan alat bantu nafas > 10 meter yang secara pelan-pelan untuk meningkatkan kedalaman selam dan naik secara ke permukaan secara perlahan-lahan. Namun, penyelaman yang dilakukan baik di bawah maupun di atas 10 meter dapat memiliki resiko tinggi mengalami barotrauma tergantung dengan frekuensi, kondisi fisik serta lama menyelam (Cialoni *et al.*, 2017; Jansen *et al.*, 2016; Navisah *et al.*, 2016).

### 2.3.8 Kecepatan Naik

Kecepatan naik menjadi salah satu faktor resiko terjadinya barotrauma. Hal ini berkaitan dengan adanya ke *rapid bubble formation* (gelembung nitrogen) yang ada di dalam jaringan dan aliran darah selama

proses naik ke permukaan menjadi mekanisme dasar dari patofisiologi kondisi barotrauma. Gelembung-gelembung nitrogen ini dapat berdampak kerusakan pada sistem saraf pusat melalui berbagai mekanisme seperti oklusi arteri, obstruksi vena dan lainnya. Kecepatan naik ke permukaan saat menyelam tidak boleh lebih dari 9 meter/menit. Semakin cepat proses naik ke permukaan, maka resiko barotrauma akan semakin meningkat (Navy, 2016; Rahmadayanti *et al.*, 2017; Tatuene *et al.*, 2014).

### 2.3.9 Penggunaan Kompresor

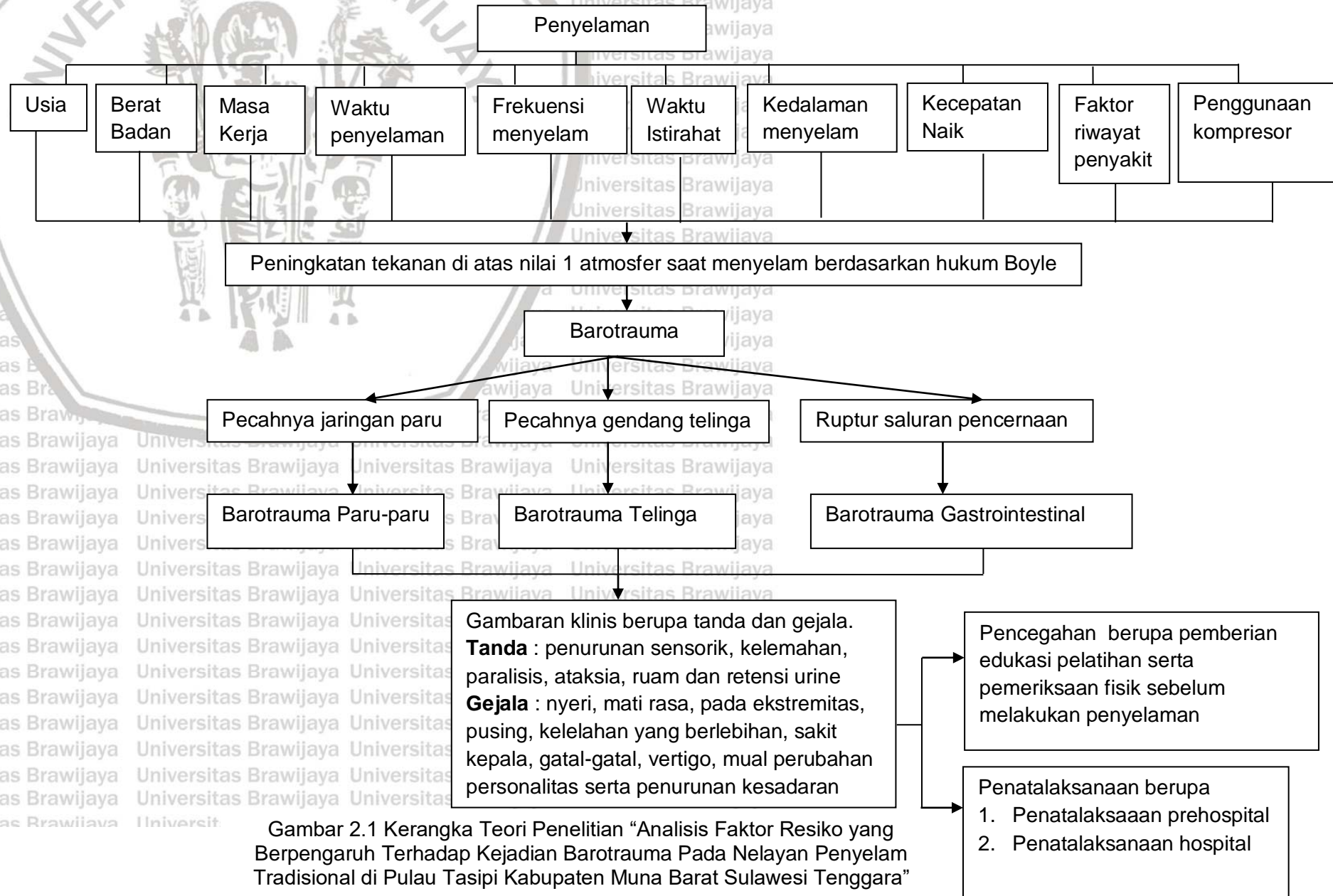
Penggunaan kompresor dapat menjadi faktor resiko yang bisa mempengaruhi barotrauma. Ketika menggunakan kompresor, penyelaman harus berhenti pada jarak tertentu dimana harus menyelam kembali ke permukaan secara perlahan untuk melepaskan nitrogen yang ada di dalam tubuh. Namun, pada kenyataannya penggunaan kompresor sering mengalami narkosis nitrogen akibat naik ke permukaan dengan cepat untuk membuang nitrogen. Adapun kecepatan batas maksimal menyelam ke permukaan tidak boleh lebih dari 9 m/menit. Hal inilah yang dapat menyebabkan terjadinya gangguan pada telinga, paru-paru serta gastrointestinal sehingga dapat meningkatkan faktor resiko penyakit pada orang tersebut (Choi *et al.*, 2013; Navy, 2016).

#### 2.3.10 Faktor Riwayat Penyakit

Riwayat penyakit menjadi salah satu faktor resiko terjadinya barotrauma. Penyakit-penyakit seperti hipertensi, asma, penyakit vaskular, penyakit paru-paru, infeksi pada telinga, riwayat penyakit jantung dan lain-lainnya dapat meningkatkan resiko terjadinya barotrauma (Cialoni *et al.*, 2017).



## 2.4 Kerangka Teori

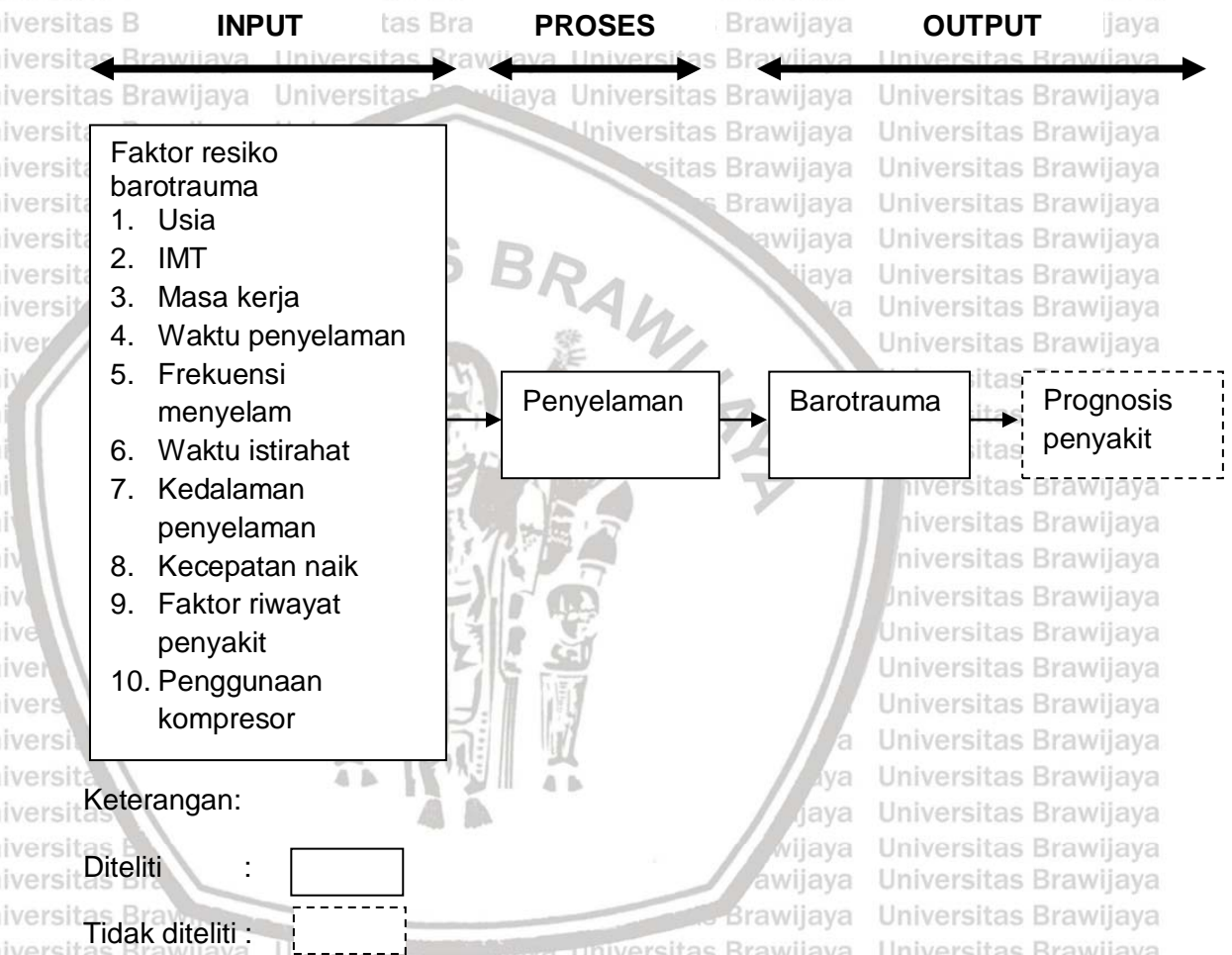


Gambar 2.1 Kerangka Teori Penelitian “Analisis Faktor Resiko yang Berpengaruh Terhadap Kejadian Barotrauma Pada Nelayan Penyelam Tradisional di Pulau Tasipi Kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara”

BAB 3

KERANGKA KONSEP

3.1 Kerangka Konsep



Keterangan:

Diteliti :

Tidak diteliti :

Gambar 3.1 Kerangka Konsep Penelitian “Analisis Faktor Resiko yang Berpengaruh Terhadap Kejadian Barotrauma Pada Nelayan Penyelam Tradisional di Pulau Tasipi Kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara”



### 3.2 Penjelasan Kerangka Konsep

Barotrauma merupakan kerusakan jaringan serta sekuelnya yang disebabkan oleh ada perbedaan antara tekanan udara (tekanan barometrik fisiologis di dalam tubuh dengan tekanan yang ada di lingkungan sekitar (Adam *et al.*, 2013). Adanya peningkatan tekanan udara yang di ikuti oleh perubahan volume gas di dalam tubuh menyebabkan terjadinya trauma fisik berupa barotrauma pulmoner, barotrauma telinga, emboli udara dan lainnya (Battisti & Murphy-Lavoie, 2018). Barotrauma disebabkan oleh faktor-faktor resiko seperti usia, IMT, masa kerja, waktu penyelaman, frekuensi menyelam, waktu istirahat, kedalaman penyelaman kecepatan naik dan faktor riwayat penyakit (Cialoni *et al.*, 2017; Gil Cano *et al.*, 2012; Jansen *et al.*, 2016; Jeong *et al.*, 2012; Navisah *et al.*, 2016). Adapun prognosis barotrauma secara umum tidak berbahaya dan serta berespon positif terhadap pengobatan yang tepat. Tingkat *survival* pada pasein ini tergantung dengan evaluasi medis serta pengobatan yang tepat (Golman & Schafer, 2012; Walker *et al.*, 2014).

### 3.3 Hipotesis

Ha : Ada pengaruh faktor usia terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara.

Ha : Ada pengaruh faktor IMT terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara.

Ha : Ada pengaruh faktor masa kerja sebagai nelayan terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara.

Ha : Ada pengaruh faktor waktu penyelaman terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara.

Ha : Ada pengaruh faktor frekuensi penyelaman terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara.

Ha : Ada pengaruh faktor waktu istirahat terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara.

Ha : Ada pengaruh faktor kedalaman penyelaman terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara.

Ha : Ada pengaruh faktor kecepatan naik terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara.

Ha : Ada pengaruh faktor riwayat penyakit terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara.

Ha : Ada pengaruh faktor penggunaan kompresor terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara.

Ha : Ada pengaruh faktor penggunaan kompresor sebagai faktor yang paling dominan terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara.



## BAB 4

### METODE PENELITIAN

#### 4.1 Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian analitik observasional dengan menggunakan pendekatan *case control*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor resiko yang berpengaruh terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat

Sulawesi Tenggara. Adapun yang menjadi kelompok *case* pada penelitian ini yaitu kelompok barotrauma dan kelompok *control* yaitu kelompok tidak barotrauma

#### 4.2 Populasi dan Sampel

##### 4.2.1 Populasi

Populasi pada penelitian ini yaitu nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara. Adapun jumlah populasi nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara sebanyak 174 orang nelayan penyelam tradisional.

##### 4.2.2 Sampel

Sampel pada penelitian ini berupa nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan perbandingan 1:1 sebanyak 87 orang untuk kelompok kasus dan 87 untuk kelompok kontrol.

##### 4.2.3 Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan *non probability sampling* berupa total *sampling* yaitu memilih semua kelompok populasi sebagai subjek penelitian.

### 4.3 Definisi Operasional

Definisi operasional pada penelitian ini terdiri dari dua variabel yaitu variabel independen dan dependen. Variabel independen pada penelitian ini berupa faktor resiko yang terdiri dari usia, berat badan, masa kerja, waktu penyelaman, frekuensi menyelam, waktu istirahat, kedalaman penyelaman, kecepatan naik, penggunaan kompresor dan faktor riwayat penyakit. Untuk variabel dependennya berupa barotrauma. Penjelasan definisi operasional dapat di lihat pada tabel berikut ini

Tabel 4.1 Definisi Operasional Variabel

No	Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Skala	Hasil Ukur
<b>Variabel Independen</b>					
1	Usia	Usia penyelam tradisional yang menjadi responden penelitian	-	Ordinal	1. Beresiko Tinggi ( $\geq 40$ tahun) 2. Beresiko Rendah ( $< 40$ tahun)
2	IMT	Hasil pengukuran indeks massa tubuh nelayan tradisional	Alat timbangan berat badan dan pengukur tinggi badan	ordinal	1. Tidak Ideal ( $< 18.5$ atau $\geq 25$ ) 2. Ideal ( $18.5-24.9$ )
3	Masa kerja sebagai penyelam	Waktu yang sudah ditempuh penyelaman oleh nelayan tradisional dari sejak awal menjadi penyelam hingga sekarang	-	Ordinal	1. Lama ( $> 1$ tahun) 2. Tidak Lama ( $\leq 1$ tahun)
4	Waktu Penyelaman	Lama waktu yang dilakukan nelayan tradisional untuk menyelam	-	Ordinal	1. Lama ( $\geq 30$ menit/1x penyelaman) 2. Tidak Lama ( $< 30$ menit/1x penyelaman)
5	Kecepatan naik	Waktu yang digunakan penyelam tradisional untuk	-	Ordinal	1. Cepat ( $\geq 9$ meter/menit) 2. Lambat ( $< 9$ meter/menit)



No	Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Skala	Hasil Ukur
6	Waktu Istirahat	Waktu yang digunakan penyelam tradisional untuk istirahat sebelum atau ingin memulai penyelaman kembali	-	Ordinal	1. Kurang (<4 jam/1x penyelaman) 2. Cukup (≥4 jam/1x penyelaman)
7	Kedalaman Penyelaman	Jarak yang ditempuh oleh penyelam tradisional saat menyelam.	-	Ordinal	1. Dalam (≥10 meter) 2. Dangkal (<10 meter)
8	Frekuensi Menyelam	Jumlah penyelaman yang dilakukan penyelam tradisional dalam satu hari	-	Ordinal	1. Sering (>2 kali sehari) 2. Tidak sering (≤2 kali sehari)
9	Faktor Riwayat Penyakit	Penyakit yang pernah diderita atau sedang di derita saat ini oleh nelayan tradisional ketika melakukan proses penyelaman	-	Nominal	1. Ada 2. Tidak ada
10	Penggunaan kompresor	Alat yang digunakan untuk membantu proses penyelaman nelayan tradisional dilaut	-	Nominal	1. Menggunakan kompresor 2. Tidak menggunakan kompresor

**Variabel Dependen**

1	Barotrauma	Gangguan yang terjadi ketika nelayan tradisional menyelam akibat perubahan tekanan fisiologis tubuh dengan lingkungan sekitarnya	Rekam Medis	Nominal	1. Barotrauma 2. Tidak barotrauma
---	------------	--	-------------	---------	--------------------------------------

#### 4.4 Variabel Penelitian

Adapun variabel independen dalam penelitian ini yaitu faktor resiko barotrauma pada penyelam seperti usia, IMT, masa kerja sebagai penyelam, waktu penyelaman, frekuensi menyelam, waktu istirahat, kedalaman penyelaman, kecepatan naik dan faktor riwayat penyakit. Untuk variabel dependen pada penelitian ini yaitu barotrauma.

#### 4.5 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara pada tanggal 23 November – 5 Desember 2018.

#### 4.6 Bahan

Bahan dalam penelitian ini berupa data barotrauma, usia, IMT, masa kerja sebagai penyelam, waktu penyelaman, frekuensi menyelam, waktu istirahat, kedalaman penyelaman, kecepatan naik, penggunaan kompresor serta faktor riwayat penyakit. Adapun semua data ini didapatkan melalui proses pengkajian pada nelayan penyelam tradisional dengan lembar pengkajian.

#### 4.7 Alat

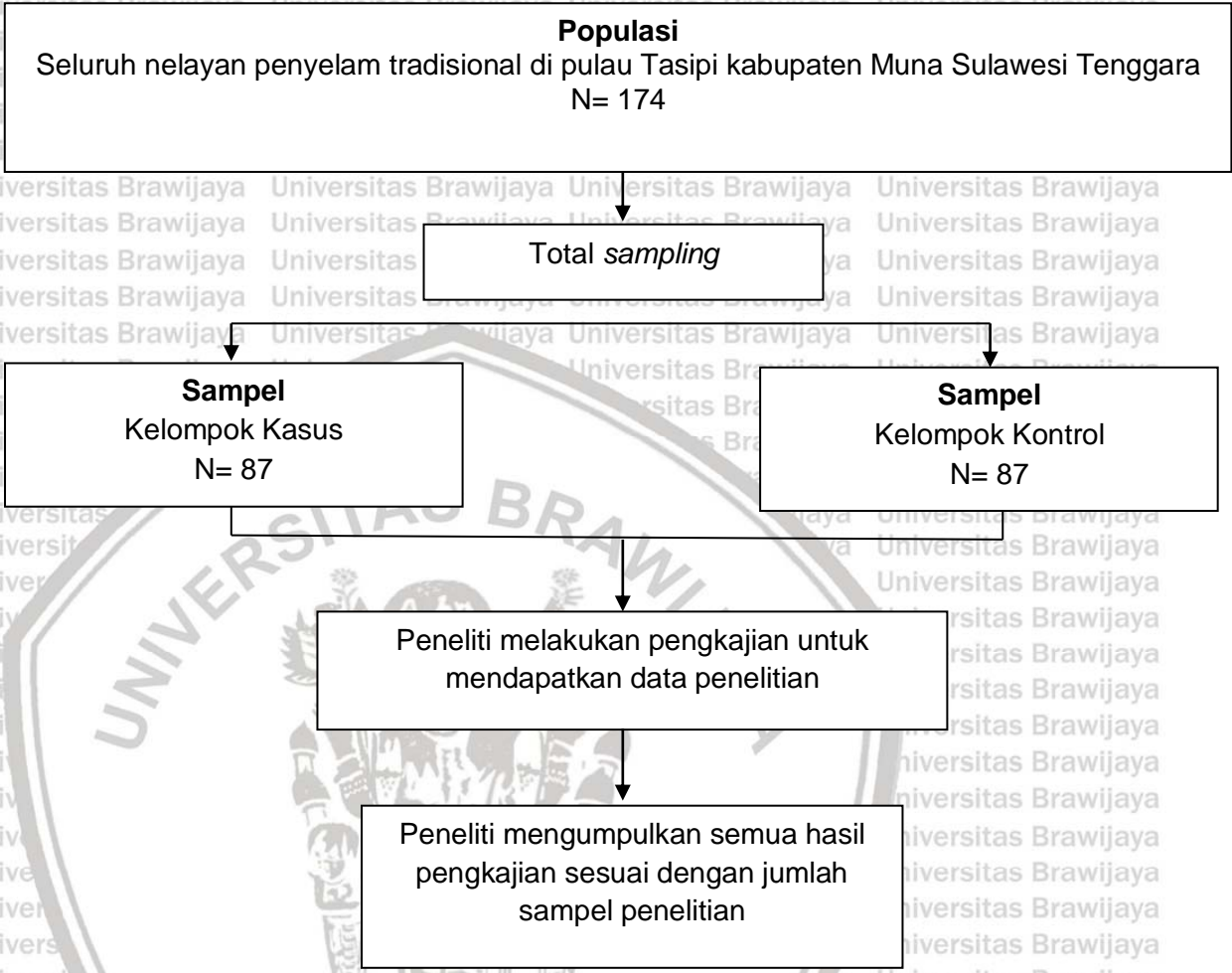
Instrumen pada penelitian ini berupa lembar pengkajian yang berisi data demografi responden, data barotrauma, usia, IMT, masa kerja sebagai penyelam, waktu penyelaman, frekuensi menyelam, waktu istirahat, kedalaman penyelaman, kecepatan naik, penggunaan kompresor serta faktor riwayat penyakit. Alat yang digunakan untuk mengukur IMT berupa timbangan berat badan serta meteran tinggi badan.



#### 4.8 Alur penelitian

1. Peneliti telah melakukan penyusunan proposal penelitian.
2. Peneliti telah melakukan pengambilan data dengan melakukan studi pendahuluan.
3. Peneliti telah melakukan konsultasi dengan pembimbing.
4. Peneliti telah mengikuti ujian proposal penelitian.
5. Peneliti telah melakukan proses perizinan untuk melakukan penelitian dan mengikuti uji kelayakan etik dengan Komisi Etik Penelitian LPPM (Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat) Universitas Halu Oleo.
6. Peneliti telah melakukan pengkajian pada nelayan-penyelam tradisional dengan lembar pengkajian yang telah dibuat.
7. Peneliti telah melakukan analisis data yang diperoleh dan membuat laporan hasil penelitian.
8. Peneliti telah mengikuti ujian seminar hasil penelitian.
9. Peneliti telah mengikuti sidang tertutup penelitian.

#### 4.9 Prosedur Pengumpulan Data



4.1 Skema Prosedur Pengumpulan Data

#### 4.10 Pengolahan dan Analisa Data

##### 4.10.1 Pengolahan Data

Setelah semua data terkumpul, kemudian dilaksanakan pengolahan data sebagai berikut:

##### 1. Editing

Hasil dari lembar pengkajian responden yang digunakan untuk penelitian harus dilakukan penyuntingan terlebih dahulu. Proses *editing* dilakukan melalui pengecekan serta perbaikan isian pengkajian, apakah



sudah lengkap data penelitian yang ingin didapatkan melalui pengkajian tersebut.

#### 2. *Coding*

Data yang telah dinilai selanjutnya diberi kode numerik dalam bentuk angka dan diolah menggunakan program komputer.

#### 3. *Entry Data*

Data yang sudah diberi kode, kemudian dimasukkan ke program komputer.

#### 4. *Cleaning*

Data yang sudah dimasukkan ke dalam program komputer, selanjutnya dicocokkan serta diperiksa kembali apakah sudah sesuai atau tidak.

### 4.10.2 Analisa Data

#### 1. **Analisa Univariat**

Pada penelitian ini, analisis univariatnya meliputi data demografi responden, data barotrauma, usia, IMT, masa kerja sebagai penyelam, waktu penyelaman, frekuensi menyelam, waktu istirahat, kedalaman penyelaman, kecepatan naik penggunaan kompresor serta faktor riwayat penyakit.

#### 2. **Analisis Bivariat**

Penelitian ini melihat faktor-faktor resiko yang mempengaruhi kejadian barotrauma akibat penyelaman pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna. Adapun setiap variabel penelitian dilakukan uji sebagai berikut:

A. Pengaruh antara umur dengan kejadian barotrauma dianalisis dengan uji *chi square*.

B. Pengaruh antara IMT dengan kejadian barotrauma dianalisis dengan uji *chi square*.

C. Pengaruh antara masa kerja dengan kejadian barotrauma dianalisis dengan uji *fisher*.

D. Pengaruh antara waktu penyelaman dengan kejadian barotrauma dianalisis dengan uji *chi square*.

E. Pengaruh antara frekuensi menyelam dengan kejadian barotrauma dianalisis dengan uji *chi square*.

F. Pengaruh antara waktu istirahat dengan kejadian barotrauma dianalisis dengan uji *fisher*.

G. Pengaruh antara kedalaman penyelaman dengan kejadian barotrauma dianalisis dengan uji *chi square*.

H. Pengaruh antara kecepatan naik dengan kejadian barotrauma dianalisis dengan uji *chi square*.

I. Pengaruh antara penggunaan kompresor dengan kejadian barotrauma dianalisis dengan uji *chi square*.

J. Pengaruh antara faktor riwayat penyakit dengan kejadian barotrauma dianalisis dengan uji *chi square*.

### 3. Uji Multivariat

Analisis multivariat yang digunakan adalah regresi logistik ganda. Adapun tahapan uji regresi logistik ganda pemodelan multivariat adalah sebagai berikut :

#### A. Seleksi kandidat

Variabel kandidat akan input ke dalam pemodelan multivariat ketika hasil uji bivariat mempunyai nilai  $p \leq 0.25$  atau bisa saja  $p \text{ value} > 0.25$  tetap diikuti ke dalam multivariat ketika variabel tersebut secara substansi dianggap penting.



## B. Pemodelan multivariat

Pada pemodelan ini, peneliti mempertahankan variabel independen yang mempunyai  $p$  value  $\leq 0.05$  dan mengeksklusi variabel yang  $p$  value-nya  $> 0.05$  secara bertahap dimulai pada variabel yang memiliki  $p$  value terbesar hingga terkecil.

## C. Uji Interaksi

Uji interaksi dilakukan pada variabel yang diduga secara subtansi ada interaksi. Jika  $p$  value  $< 0.05$  maka ada interaksi antara kedua variabel tersebut, sebaliknya jika  $p$  value  $> 0.05$  maka tidak ada interaksi. Jika tidak ada interaksi maka masukan variabel kedalam model. Untuk menganalisis variabel mana yang paling dominan berpengaruh dengan nilai *Odd Ratio* (OR) dimana semakin besar nilai OR berarti semakin besar pengaruhnya terhadap variabel dependen yang dianalisis.

## 4.11 Etika Penelitian

### 1. *Autonomy* dan *Informed Consent*

Hal yang dilakukan pertama kali yaitu peneliti mendatangi nelayan penyelam tradisional sebagai calon responden. Selanjutnya peneliti memberikan penjelasan dan memberi informasi terkait maksud dan tujuan peneliti dengan jelas. Peneliti juga menyampaikan bahwa penelitian ini tidak menimbulkan bahaya atau merugikan. Peneliti menanyakan kesediaan para nelayan tradisional untuk ikut dalam penelitian. Para nelayan penyelam tradisional yang bersedia menjadi responden menandatangani lembar persetujuan (*informed consent*) dan peneliti melakukan pengkajian untuk mendapatkan data penelitian terkait faktor resiko yang mempengaruhi kejadian barotrauma.

## 2. *Nonmaleficence*

Penelitian ini menerapkan prosedur yang tidak menimbulkan bahaya bagi responden. Penelitian memperhatikan serta menghindari kondisi-kondisi yang dapat menimbulkan bahaya bagi responden. Penelitian ini tidak memberikan intervensi apapun pada setiap responden. Peneliti hanya melakukan observasi dan wawancara pada responden terkait data penelitian yang akan diambil. Waktu observasi dan wawancara yang dilakukan oleh peneliti juga tidak merugikan pihak responden.

## 3. *Confidentially*

Kerahasiaan data serta informasi yang diberikan oleh responden dijamin oleh peneliti, hanya beberapa informasi maupun data tertentu yang dilaporkan oleh peneliti dalam bentuk hasil analisa data. Peneliti menjaga kerahasiaan data dan semua data ini dihancurkan saat datanya sudah selesai diambil serta dianalisa. Pihak peneliti juga menyampaikan tidak mempublikasi nama maupun gambar yang telah didapatkan saat penelitian.

## 4. *Justice*

Peneliti tidak melakukan diskriminasi ketika memilih responden penelitian. Responden dipilih berdasarkan kriteria inklusi yang telah ditetapkan oleh peneliti. Peneliti memahami responden yang masuk ke dalam kriteria inklusi mempunyai hak yang sama untuk di ikutsertakan dalam penelitian ini.

## 5. *Beneficience*

Penelitian ini mempunyai manfaat bagi responden penelitian. Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mencari faktor apa saja yang mempengaruhi terjadinya barotrauma. Setelah diketahui faktor apa saja



yang mempengaruhi barotrauma, maka peneliti memberikan masukan pada pihak terkait terutama pihak Dinas Kesehatan, Dinas Perikanan dan Kelautan serta pihak pemerintah Desa Tasipi terkait mengatasi masalah kejadian barotrauma melalui evaluasi faktor yang mempengaruhi barotrauma. Pada penelitian ini, peneliti juga mengadakan pemeriksaan kesehatan gratis pada pihak masyarakat desa Tasipi sehingga membantu pihak tenaga kesehatan setempat dalam mengevaluasi kesehatan masyarakat terkini.

#### **6. Veracity**

Penelitian yang dilakukan oleh peneliti disampaikan secara jujur tentang manfaatnya, efeknya, serta apa yang didapatkan jika responden dilibatkan pada penelitian tersebut. Peneliti menyampaikan hasil penelitian ini akan dibawa ke pihak instansi terkait untuk ditindaklanjuti terutama terkait mengatasi kejadian barotrauma yang terjadi di desa Tasipi.

## BAB 5

## HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

## 5.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Kabupaten Muna Barat terletak di Sulawesi Tenggara yang terdiri dari 11 Kecamatan dan 7 diantaranya merupakan wilayah pesisir.

Secara umumnya kabupaten Muna Barat merupakan daerah pesisir dengan memiliki banyak pulau-pulau kecil yang berada di Selat Tiworo dengan luas wilayah perairan 1.456,87 KM<sup>2</sup> dengan jumlah pulau sebanyak 34 buah pulau kecil. Secara ekologi, perairan kawasan selat tiworo mempunyai tiga kawasan ekosistem penting yaitu ekosistem terumbu karang, ekosistem padang lamun dan ekosistem mangrove. Salah satunya adalah pulau Tasipi yang memiliki potensi ideal untuk budidaya rumput laut, teripang dan ikan.

Pulau Tasipi adalah salah satu dari tujuh pulau yang ditempati oleh suku Bajo sejak tahun 1964 pada kecamatan Tiworo Utara Kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara. Pulau Tasipi adalah kepulauan yang memiliki resiko kejadian barotrauma yang cukup tinggi. Berdasarkan data profil daerah dan data statistik kelautan dan perikanan tahun 2017, Pulau Tasipi memiliki jumlah nelayan penyelam tradisional terbanyak diantara enam pulau lainnya di kecamatan Tiworo Utara Kabupaten Muna Barat (Djono, 2017). Sebelum melakukan penelitian, peneliti mengajukan surat kelayakan etik dari Komisi Etik Penelitian LPPM (Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat) Universitas Halu Oleo. Setelah surat kelayakan etik keluar, peneliti mengajukan surat izin penelitian ke pemerintah daerah setempat. Setelah mendapat izin penelitian, peneliti memulai penelitiannya ke pulau Tasipi.



## 5.2 Analisa Univariat

Analisa univariat pada penelitian ini berupa karakteristik responden yang terdiri dari umur, pendidikan, keaktifan penyelaman, IMT, masa kerja sebagai nelayan, waktu penyelaman, kecepatan naik, waktu istirahat, kedalaman penyelaman, frekuensi menyelam, faktor riwayat penyakit, penggunaan kompresor dan barotrauma.

Tabel 5.1 Karakteristik Responden

No	Variabel	Kategori	Kelompok			
			Barotrauma		Tidak Barotrauma	
			f	%	F	%
1	Usia	Beresiko Tinggi ( $\geq 40$ tahun)	62	35.6	41	23.6
		Beresiko Rendah ( $< 40$ tahun)	25	14.4	46	26.4
2	Pendidikan	SD	78	89.7	69	79.3
		SMP	6	6.9	16	18.4
3	Keaktifan Penyelaman	SMA	3	3.4	2	2.4
		Aktif	61	70.1	57	65.5
4	IMT	Tidak Aktif	26	29.9	30	34.5
		Tidak Ideal (18.5-24.9)	47	27	63	36.2
5	Masa Kerja Sebagai Nelayan	Ideal ( $< 18.5 \geq 25$ )	40	23	24	13.8
		Lama ( $> 1$ tahun)	82	47.1	85	48.9
6	Waktu penyelaman	Tidak Lama ( $\leq 1$ tahun)	5	2.9	2	1.1
		Lama ( $\geq 30$ menit)	59	33.9	33	19
7	Kecepatan	Tidak Lama ( $< 30$ menit)	28	16.1	54	31
		Cepat ( $\geq 9$ m/menit)	63	36.2	34	19.5
8	Waktu Istirahat	Lambat ( $< 9$ m/menit)	24	13.8	53	30.5
		Kurang ( $< 4$ jam)	86	49.4	84	48.3
9	Kedalaman Menyelam	Cukup ( $\geq 4$ jam)	1	0.6	3	1.7
		Dalam ( $\geq 10$ meter)	56	32.2	39	22.4
10	Frekuensi Menyelam	Dangkal ( $< 10$ meter)	31	17.8	48	27.6
		Sering ( $> 2$ x/hari)	67	38.5	33	19
11	Faktor Riwayat Penyakit	Tidak Sering ( $\leq 2$ x/hari)	20	11.5	54	31
		Ada	59	33.9	40	23
12	Kompresor	Tidak Ada	28	16.1	47	27
		Menggunakan	84	48.3	55	31.6
		Tidak Menggunakan	3	1.7	32	18.4

Sumber: Data Primer (2018)

Tabel 5.1 didapatkan usia nelayan yang paling dominan pada kelompok barotrauma yaitu usia beresiko tinggi dengan jumlah 62 orang. Sedangkan untuk usia nelayan yang paling dominan pada kelompok tidak barotrauma yaitu usia beresiko rendah dengan jumlah 46 orang.

Untuk pendidikan nelayan paling dominan pada kelompok barotrauma yaitu SD dengan jumlah 78 orang. Sedangkan untuk pendidikan nelayan paling dominan pada kelompok tidak barotrauma yaitu SD dengan jumlah 69 orang.

Untuk keaktifan penyelam yang paling dominan pada kelompok barotrauma yaitu nelayan aktif dengan jumlah 61 orang. Sedangkan untuk keaktifan penyelam yang paling dominan pada kelompok tidak barotrauma yaitu nelayan aktif dengan jumlah 57 orang.

Untuk IMT yang paling dominan pada kelompok barotrauma yaitu tidak ideal dengan jumlah 47 orang. Sedangkan untuk IMT yang paling dominan pada kelompok tidak barotrauma yaitu tidak ideal dengan jumlah 63 orang.

Untuk masa kerja sebagai nelayan paling dominan pada kelompok barotrauma yaitu masa kerja sebagai nelayan yang lama dengan jumlah 82 orang. Sedangkan untuk masa kerja sebagai nelayan paling dominan pada kelompok tidak barotrauma yaitu masa kerja sebagai nelayan yang lama dengan jumlah 85 orang.

Untuk waktu penyelaman yang paling dominan pada kelompok barotrauma yaitu waktu penyelaman yang lama dengan jumlah 59 orang.

Sedangkan untuk waktu penyelaman yang paling dominan pada kelompok tidak barotrauma yaitu waktu penyelaman yang tidak lama dengan jumlah 54 orang.

Untuk kecepatan naik yang paling dominan pada kelompok barotrauma yaitu kecepatan naik yang cepat dengan jumlah 63 orang. Sedangkan untuk



kecepatan naik yang paling dominan pada kelompok tidak barotrauma yaitu kecepatan naik yang lambat dengan jumlah 53 orang.

Untuk waktu istirahat yang paling dominan pada kelompok barotrauma yaitu waktu istirahat yang kurang dengan jumlah 86 orang. Sedangkan untuk waktu istirahat yang paling dominan pada kelompok tidak barotrauma yaitu waktu istirahat yang kurang dengan jumlah 84 orang.

Untuk kedalaman menyelam yang paling dominan pada kelompok barotrauma yaitu kedalaman menyelam yang dalam dengan jumlah 56 orang.

Sedangkan untuk kedalaman menyelam yang paling dominan pada kelompok tidak barotrauma yaitu kedalaman menyelam yang dangkal dengan jumlah 48 orang.

Untuk frekuensi menyelam yang paling dominan pada kelompok barotrauma yaitu frekuensi menyelam yang sering dengan jumlah 67 orang.

Sedangkan untuk frekuensi menyelam yang paling dominan pada kelompok tidak barotrauma yaitu frekuensi menyelam yang tidak sering dengan jumlah 54 orang.

Untuk faktor riwayat penyakit yang paling dominan pada kelompok barotrauma yaitu ada riwayat penyakit dengan jumlah 59 orang. Sedangkan untuk faktor riwayat penyakit yang paling dominan pada kelompok tidak barotrauma yaitu tidak ada riwayat penyakit dengan jumlah 47 orang.

Untuk penggunaan kompresor yang paling dominan pada kelompok barotrauma yaitu menggunakan kompresor dengan jumlah 84 orang.

Sedangkan untuk penggunaan kompresor yang paling dominan pada kelompok tidak barotrauma yaitu menggunakan kompresor dengan jumlah 55 orang.

### 5.3 Analisa Bivariat

Analisis bivariat digunakan untuk mengidentifikasi apakah terdapat pengaruh antara variabel independen berupa usia, IMT, masa kerja sebagai penyelam, waktu penyelaman, kecepatan naik, waktu istirahat, kedalaman menyelam, frekuensi menyelam, faktor riwayat penyakit dan penggunaan kompresor dengan variabel dependen berupa barotrauma.

#### 5.3.1 Pengaruh faktor usia terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara

Tabel 5.2 Pengaruh faktor usia terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara

		Kelompok				Nilai OR	Nilai p
		Barotrauma		Tidak Barotrauma			
		n	%	n	%		
Usia	Beresiko	62	35.6	41	23.6	2.78	0.002
	Tidak Beresiko	25	14.4	46	26.4		
Total		87	50	87	50		

Sumber: Data Primer (2018)

Tabel 5.2 menjelaskan nilai  $p = 0.002$  ( $p < 0.05$ ) dan  $OR = 2.78$  sehingga dapat disimpulkan terdapat pengaruh faktor usia terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan usia beresiko 2.78 kali beresiko mengalami barotrauma dibandingkan dengan usia tidak beresiko.



**5.3.2 Pengaruh faktor IMT terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara**

Tabel 5.3 Pengaruh faktor IMT terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara

	Kelompok		Nilai OR	Nilai p
	Barotrauma	Tidak Barotrauma		
	n	%	n	%
IMT Tidak Ideal (18.5-24.9)	47	27	63	36.2
IMT Ideal (<18.5/≥25)	40	23	24	13.8
Total	87	50	87	50

Sumber: Data Primer (2018)

Tabel 5.3 menjelaskan nilai  $p = 0.018$  ( $p < 0.05$ ) dan  $OR = 0.45$  sehingga dapat disimpulkan terdapat pengaruh faktor IMT terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan IMT yang tidak ideal 0.45 kali beresiko mengalami barotrauma dibandingkan dengan IMT yang ideal.

**5.3.3 Pengaruh faktor masa kerja sebagai nelayan terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara**

Tabel 5.4 Pengaruh faktor masa kerja sebagai nelayan terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara

		Kelompok		Nilai OR	Nilai p
		Barotrauma	Tidak Barotrauma		
		n	%	n	%
Masa Kerja sebagai nelayan	Lama	82	47.1	85	48.9
	Tidak lama	5	2.9	2	1.1
Total		87	50	87	50

Sumber: Data Primer (2018)

Tabel 5.4 menjelaskan nilai  $p= 0.443$  ( $p>0.05$ ) dan  $OR= 0.386$  sehingga dapat disimpulkan tidak terdapat pengaruh faktor masa kerja sebagai nelayan terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara.

**5.3.4 Pengaruh faktor waktu penyelaman terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara**

Tabel 5.5 Pengaruh faktor waktu penyelaman terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara

		Kelompok				Nilai OR	Nilai p
		Barotrauma		Tidak Barotrauma			
		n	%	n	%		
Waktu penyelaman	Lama	59	33.9	33	19	3.45	0.000
	Tidak lama	28	16.1	54	31		
	Total	87	50	87	50		

Sumber: Data Primer (2018)

Tabel 5.5 menjelaskan nilai  $p= 0.000$  ( $p<0.05$ ) dan  $OR= 3.45$  sehingga dapat disimpulkan terdapat pengaruh faktor waktu penyelaman terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan waktu penyelaman yang lama 3.45 kali beresiko mengalami barotrauma dibandingkan dengan penyelaman yang tidak lama.



**5.3.5 Pengaruh faktor frekuensi penyelaman terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara**

Tabel 5.6 Pengaruh faktor frekuensi penyelaman terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara

		Kelompok				Nilai OR	Nilai p
		Barotrauma		Tidak Barotrauma			
		n	%	N	%		
Frekuensi penyelaman	Sering	67	38.5	33	19	5.48	0.000
	Tidak sering	20	11.5	54	31		
	Total	87	50	87	50		

Sumber: Data Primer (2018)

Tabel 5.6 menjelaskan nilai  $p = 0.000$  ( $p < 0.05$ ) dan  $OR = 5.48$  sehingga dapat disimpulkan terdapat pengaruh faktor frekuensi penyelaman terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan frekuensi penyelaman sering 5.48 kali beresiko mengalami barotrauma dibandingkan dengan frekuensi penyelaman tidak sering.

**5.3.6 Pengaruh faktor waktu istirahat terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara**

Tabel 5.7 Pengaruh faktor waktu istirahat terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara

		Kelompok				Nilai OR	Nilai p
		Barotrauma		Tidak Barotrauma			
		n	%	n	%		
Waktu istirahat	Kurang	86	49.4	84	48.3	3.071	0.621
	Cukup	1	0.6	3	1.7		
	Total	87	50	87	50		

Sumber: Data Primer (2018)

Tabel 5.7 menjelaskan nilai  $p = 0.621$  ( $p > 0.05$ ) dan  $OR = 3.071$  sehingga dapat disimpulkan tidak terdapat pengaruh faktor waktu istirahat

terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara.

**5.3.7 Pengaruh faktor kedalaman penyelaman terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara**

Tabel 5.8 Pengaruh faktor kedalaman penyelaman terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara

		Kelompok				Nilai OR	Nilai p
		Barotrauma		Tidak Barotrauma			
		n	%	n	%		
Kedalaman penyelaman	Dalam	56	32.2	39	22.4	2.22	0.015
	Dangkal	31	17.8	48	27.6		
	Total	87	50	87	50		

Sumber: Data Primer (2018)

Tabel 5.8 menjelaskan nilai  $p = 0.015$  ( $p < 0.05$ ) dan  $OR = 2.22$  sehingga dapat disimpulkan terdapat pengaruh faktor kedalaman penyelaman terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan kedalaman menyelam dalam 2.22 kali beresiko mengalami barotrauma dibandingkan dengan kedalaman menyelam dangkal.

**5.3.8 Pengaruh faktor kecepatan naik terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara**

Tabel 5.9 Pengaruh faktor kecepatan naik terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara

		Kelompok				Nilai OR	Nilai p
		Barotrauma		Tidak Barotrauma			
		n	%	n	%		
Kecepatan naik	Cepat	63	36.2	34	19.5	4.09	0.000
	Lambat	24	13.8	53	30.5		
	Total	87	50	87	50		

Sumber: Data Primer (2018)





Tabel 5.9 menjelaskan nilai  $p= 0.000$  ( $p<0.05$ ) dan  $OR= 4.09$  sehingga dapat disimpulkan terdapat pengaruh faktor kecepatan naik terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan kecepatan naik yang cepat 4.09 kali beresiko mengalami barotrauma dibandingkan dengan kecepatan naik yang lambat.

**5.3.9 Pengaruh faktor riwayat penyakit terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara**

Tabel 5.10 Pengaruh faktor riwayat penyakit terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara

		Kelompok				Nilai OR	Nilai p
		Barotrauma		Tidak Barotrauma			
		N	%	n	%		
Riwayat penyakit	Ada	59	33.9	40	23	2.47	0.006
	Tidak ada	28	16.1	47	27		
Total		87	50	87	50		

Sumber: Data Primer (2018)

Tabel 5.10 menjelaskan nilai  $p= 0.006$  ( $p<0.05$ ) dan  $OR= 2.47$  sehingga dapat disimpulkan terdapat pengaruh faktor riwayat penyakit terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan ada riwayat penyakit 2.47 kali beresiko mengalami barotrauma dibandingkan dengan tidak ada riwayat penyakit.

**5.3.10 Pengaruh faktor penggunaan kompresor terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara**

Tabel 5.11 Pengaruh faktor penggunaan kompresor terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara

	Kelompok				Nilai OR	Nilai p
	Barotrauma		Tidak Barotrauma			
	n	%	n	%	16.29	0.000
Penggunaan Kompresor	84	48.3	55	31.6		
Tidak	3	1.7	32	18.4		
Total						

Sumber: Data Primer (2018)

Tabel 5.11 menjelaskan nilai  $p = 0.000$  ( $p < 0.05$ ) dan  $OR = 16.29$  sehingga dapat disimpulkan terdapat pengaruh faktor penggunaan kompresor terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan nelayan yang menggunakan kompresor 16.29 kali beresiko mengalami barotrauma dibandingkan dengan nelayan yang tidak menggunakan kompresor.



### 5.4 Analisa Multivariat

Tabel 5.12 Hasil Analisis Multivariat Pengaruh Usia, IMT, Waktu penyelaman, Kecepatan Naik, Waktu Istirahat, Kedalaman Penyelaman, Frekuensi Menyelam, Faktor Riwayat Penyakit dan Penggunaan Kompresor Terhadap Kejadian Barotrauma Pada Nelayan Penyelam Tradisional di Pulau Tasipi Kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara

Variabel	Koefisien	Nilai $\rho$	Exp(B)	Hosmer & Lameshow Test	R Square
<b>Step 1</b>					
Usia	0.915	0.036	2.497	0.398	0.552
IMT	-0.564	0.188	0.569		
Waktu Penyelaman	0.486	0.316	1.625		
Kecepatan Naik	1.477	0.001	4.382		
Kedalaman Penyelaman	0.699	0.120	2.011		
Frekuensi Menyelam	2.037	0.000	7.666		
Faktor Riwayat Penyakit	0.845	0.047	2.329		
Penggunaan Kompresor	2.531	0.001	12.568		
Konstanta	-5.508	0.000	0.004		
Usia	0.878	0.042	2.407	0.065	0.547
IMT	-0.549	0.198	0.577		
Kecepatan Naik	1.502	0.000	4.490		
Kedalaman Penyelaman	0.857	0.042	2.357		
Frekuensi Menyelam	1.995	0.000	7.350		
Faktor Riwayat Penyakit	0.865	0.041	2.374		
Penggunaan Kompresor	2.801	0.000	16.454		
Konstanta	-6.099	0.000	0.002		
Usia	0.932	0.029	2.539	0.288	0.540
Kecepatan Naik	1.534	0.000	4.635		
Kedalaman Penyelaman	0.890	0.034	2.436		
Frekuensi Menyelam	2.013	0.000	7.486		
Faktor Riwayat Penyakit	0.840	0.045	2.316		
Penggunaan Kompresor	2.723	0.000	15.227		
Konstanta	-5.885	0.000	0.003		

Sumber: Data Primer (2018)

Tabel 5.12 menunjukkan bahwa hasil analisis dengan metode *Hosmer* dan *Lameshow test* didapatkan  $p$  value yaitu 0.288 ( $p > 0.05$ ) sehingga persamaan yang didapatkan pada analisis multivariat layak diteruskan untuk memprediksi kejadian barotrauma Pada Nelayan Penyelam Tradisional di Pulau Tasipi Kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara. Nilai *R Square* sebesar 0.54 menjelaskan bahwa usia, kecepatan naik, kedalaman penyelaman, frekuensi menyelam, riwayat penyakit dan penggunaan kompresor dapat menjelaskan variasi variabel barotrauma sebesar 54%.

Keterkaitan variabel bebas terhadap variabel terikat diamati dari nilai  $p$  value pada masing-masing variabel bebas yaitu pada variabel independen usia 0.036, IMT 0.188, waktu penyelaman 0.316, kecepatan naik 0.001, kedalaman penyelaman 0.12, frekuensi menyelam 0.000, faktor riwayat penyakit 0.047 dan penggunaan kompresor 0.001. Dari 8 variabel independen terdapat 3 variabel dengan  $p$  value  $> 0.05$  sehingga peneliti mengeluarkan variabel tersebut dengan metode *backward*. Adapun tahapannya sebagai berikut:

1. Step 1

Pada tahap step 1, program mengeksklusi variabel waktu penyelaman yang memiliki nilai  $p$  value 0.316 dari pemodelan.

2. Step 2

Pada tahap step 2, program mengeluarkan variabel IMT yang memiliki nilai  $p$  value 0.188 dari pemodelan.

3. Step 3

Pada tahap step 3, tidak ada variabel yang nilai  $p$  valuenya  $> 0.05$  sehingga step 3 menjadi pemodelan terakhir dimana terdapat 6 variabel independen yang masuk pemodelan multivariat.



Hasil akhir uji regresi logistik menunjukkan nilai hitung  $Exp(B)$  variabel kelompok usia sebesar 2.539, nilai  $Exp(B)$  variabel kecepatan naik sebesar 4.635, nilai  $Exp(B)$  variabel kedalaman penyelaman sebesar 2.436, nilai  $Exp(B)$  variabel frekuensi penyelaman sebesar 7.486, nilai  $Exp(B)$  variabel riwayat penyakit sebesar 2.316 dan nilai  $Exp(B)$  penggunaan kompresor 15.23. Berdasarkan hasil analisa tersebut, maka variabel penggunaan kompresor menjadi variabel bebas yang mempunyai pengaruh paling dominan terhadap kejadian barotrauma dengan nilai  $Exp(B)$  15.23 yang berarti penggunaan kompresor dapat menyebabkan terjadinya barotrauma pada nelayan penyelam tradisional sebesar 15 dibandingkan dengan tidak menggunakan kompresor setelah dikontrol oleh variabel usia, kecepatan naik, kedalaman penyelaman, frekuensi penyelaman dan riwayat penyakit.

Adapun persamaan model untuk hasil uji regresi logistik berganda sebagai berikut:

$$y = \text{konstanta} + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 + a_5x_5 + a_6x_6$$

$$y = -5.885 + 0.932 (\text{usia}) + 1.534 (\text{kecepatan naik}) + 0.89 (\text{kedalaman menyelam} + 2.013 (\text{frekuensi menyelam}) + 0.84 (\text{faktor riwayat penyakit}) + 2.723 (\text{penggunaan kompresor})$$

$$y = 3.047$$

Keterangan:

y= nilai dari variabel dependen

a= nilai koefisien tiap variabel

x= nilai dari variabel independen

Nilai persamaan selanjutnya akan dilakukan perhitungan berdasarkan suatu persamaan untuk membuat prediksi kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional sebagai berikut:

$$p = \frac{1}{1+e^{-y}} = p = \frac{1}{1+2.7^{-3.047}}$$

$$p = 0.95 = 95\%$$

p= probabilitas kejadian barotrauma

$$y = \text{konstanta} + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 + a_5x_5 + a_6x_6$$

e= bilangan natural (2.7)

Berdasarkan hasil persamaan tersebut, maka probabilitas kejadian keakuratan kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional sebesar 95% dengan terdapat faktor usia, kecepatan naik, kedalaman penyelaman, frekuensi penyelaman, riwayat penyakit dan penggunaan kompresor.





## BAB 6

## PEMBAHASAN

### 6.1 Pengaruh faktor usia terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara

Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan terdapat pengaruh faktor usia terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan nilai  $p=0.002$ . Adapun usia beresiko akan 2.78 kali beresiko mengalami barotrauma dibandingkan dengan usia yang tidak beresiko.

Hasil penelitian ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Gill Cano *et al* yang menyatakan bahwa kejadian barotrauma rata-rata dialami oleh orang yang berusia diatas 40 tahun (Gil Cano *et al.*, 2012). Penelitian ini juga didukung Lee *et al* tahun 2015 yang menyatakan usia 39-40 tahun ke atas menjadi faktor resiko terjadinya barotrauma (Lee *et al.*, 2015).

Pada penelitian ini, mayoritas responden yang mengalami barotrauma memiliki usia  $\geq 40$  tahun dengan jumlah 62 orang dibandingkan dengan usia  $< 40$  tahun dengan jumlah 25 responden. Sedangkan, mayoritas responden yang tidak mengalami barotrauma memiliki usia  $< 40$  tahun dengan jumlah 46 responden dibandingkan dengan usia  $\geq 40$  tahun. Hal ini menunjukkan bahwa usia  $\geq 40$  tahun memiliki resiko tinggi mengalami barotrauma dibandingkan dengan usia  $< 40$  tahun.

Umur menjadi faktor resiko kejadian barotrauma terkait dengan fisiologis tubuh yakni kapasitas vital paru-paru. Pada remaja dan dewasa, rata-rata kapasitas vital paru mencapai 3000-4500 ml. Namun, semakin tua umur nelayan (>40 tahun), maka kapasitas vital paru-paru dapat mengalami penurunan akibat kemampuan inspirasi dan ekspirasi yang menurun (Sherwood, 2016; Sudarmada, 2012).

Kapasitas vital paru ini sangat berkaitan terhadap kejadian barotrauma dimana terkait dengan tekanan yang diberikan oleh perubahan lingkungan dan kemampuan paru-paru menampung oksigen lebih banyak. Nelayan yang mempunyai kapasitas vital paru yang tinggi dapat beradaptasi akan perubahan tekanan dengan mengkonsumsi oksigen serta nitrogen sesuai kebutuhan yang terkait kedalaman penyelaman. Namun, tidak menutup kemungkinan dengan kapasitas paru yang tinggi memiliki resiko barotrauma. Hal ini berkaitan dengan kelebihan konsumsi oksigen dan nitrogen selama penyelaman serta kecepatan menyelam ke permukaan yang tidak standar (Bove & Neuman, 2016; Lee & Ye, 2013).

Selain itu, efisiensi pernapasan dapat menurun karena usia dengan adanya dukungan faktor lain seperti polusi udara, merokok, paparan lingkungan dan gaya hidup. Telah diketahui bahwa efisiensi pernapasan berkurang dengan penambahan usia. Saat sistem respiratorik yang menua terpajan faktor lain seperti polusi dan merokok maka jejas yang terjadi bersifat kumulatif dan kelainan sistem respiratorik yang muncul lebih jelas dan berat. Faktor risiko yang paling sering menyebabkan gangguan pernapasan adalah paparan lingkungan, termasuk asap rokok, infeksi pernapasan, polusi udara (indoor dan outdoor), dan debu kerja. Selain itu, Banyak penurunan fungsi tubuh terkait usia diperkirakan



meningkatkan risiko infeksi saluran pernapasan bawah pada orang tua.

Ini termasuk penyakit sistemik, seperti diabetes atau gangguan rematologi, penyakit paru struktural, atau penyakit jantung. Berbagai perubahan struktur dan fungsi paru yang terkait usia ini juga disertai oleh perubahan imunitas. Meskipun *immunosenescence* mungkin memiliki peran yang sangat penting, ada variasi cukup besar pada fungsi kekebalan tubuh orang tua yang mungkin tidak hanya ditentukan oleh genetik namun juga dipengaruhi oleh perubahan epigenetik acak dalam ekspresi gen yang terjadi selama hidup seseorang (Hasan & Arusita, 2019).

Orang tua memiliki respons yang lebih rendah terhadap hipoksemia, hiperkapnia, dan beban mekanis, dorongan dari pusat untuk otot-otot pernapasan juga menurun. Usia meningkatkan ketidakseimbangan ventilasi-perfusi karena saluran napas pada daerah *dependent* yaitu daerah yang lebih baik perfusinya daripada tempat lain, menutup selama seluruh atau sebagian dari siklus pernapasan. Hal ini merupakan faktor penting yang menyebabkan  $PO_2$  arteri menurun seiring dengan usia. Alveolar  $PO_2$  tidak berubah seiring usia, tapi usia meningkatkan gradien oksigen alveolar-arterial. Pengaruh ketidakseimbangan ventilasi-perfusi lebih nyata pada posisi telentang dibandingkan posisi duduk karena perubahan posisi dalam mekanika dada. Penurunan  $PaO_2$  mungkin tidak linear, tetapi tampaknya menurun mulai usia 30 sampai 70 atau 75, dan setelah itu hampir konstan. Perubahan fungsi paru terkait usia mungkin tidak menunjukkan manifestasi pada ketinggian permukaan laut namun pada high altitude dapat menimbulkan hipoksia. Penurunan  $PaO_2$  sedikit lebih besar pada wanita dibandingkan pria (Culver, 2008; Lalley, 2013).



Usia memiliki pengaruh penting bagi fungsi paru. Bukti menunjukkan bahwa penurunan fungsi paru terkait dengan penurunan *drive* napas neural namun lebih berkaitan lagi dengan perubahan struktural pada sistem pernapasan terkait usia. Perubahan struktur dan anatomis pada paru antara lain: gangguan dan hilangnya serabut elastin, perubahan cross-linking matriks (elastin dan kolagen), pengecilan diameter bronkiolus kecil, pembesaran airspace terminal, penambahan jumlah pori-pori Kohn, pengurangan total area permukaan alveolar, dan pengurangan jumlah kapiler per alveolus (Lalley, 2013; Meyer, 2005).

Penuaan, tanpa adanya kelainan tambahan, tidak mengakibatkan hipoksia atau pneumonia. Perubahan anatomi dan fungsional sistem pernapasan yang berhubungan dengan usia berkontribusi terhadap peningkatan frekuensi pneumonia, peningkatan kemungkinan hipoksia, dan penurunan penyerapan oksigen maksimum pada individu yang berusia tua. Paru mengalami sejumlah perubahan anatomi antara lain duktus alveolar melebar karena hilangnya jaringan elastis sehingga luas permukaan pertukaran gas menurun. Sekitar sepertiga dari luas permukaan per volume jaringan paru berkurang selama hidup dan terjadi peningkatan dead space anatomis. Komposisi surfaktan juga berubah seiring usia dan cairan alveolar memiliki kandungan protein proinflamasi yang lebih besar dan mengurangi profil anti-inflamasi (Hasan & Arusita, 2019).

Matriks paru mengalami remodelling karena struktur dan turnover elastin dari kolagen berubah disertai penurunan elastic recoil paru. Terjadi peningkatan diameter penampang saluran pernapasan distal (duktus alveolaris dan alveoli) bersamaan dengan berkurangnya luas permukaan pertukaran gas alveolar dan penurunan jumlah kapiler per alveolus. Hal



ini disertai dengan penurunan pengikatan saluran udara kecil, yang mengarah ke penurunan diameter mereka dan kecenderungan untuk menutup pada volume paru berapa pun yang diberikan, yang mengarah pada penurunan laju aliran ekspirasi dan gas trapping saat saluran udara menutup saat ekspirasi, menyebabkan peningkatan volume residual dengan mengorbankan kapasitas vital (Lalley, 2013).

Studi *Cardiovascular Health* menyebutkan bahwa penambahan usia menyebabkan penurunan maximal inspiratory force dan maximal expiratory force (lebih kecil dibandingkan penurunan maximal inspiratory force). Baik kekuatan inspirasi dan ekspirasi secara signifikan lebih baik pada orang tua yang aktif secara fisik. Diafragma juga didapatkan lebih tebal pada kelompok usia lanjut yang aktif. Hal ini menjelaskan penurunan yang terjadi di atas adalah karena gaya hidup sedentary. Perubahan ini dapat diminimalkan dengan latihan fisik karena diperkirakan hiporesponsif reseptor pusat atau perifer diakibatkan oleh deconditioning dan latihan fisik dapat memberikan kompensasi terhadap perubahan terkait usia (Lee *et al.*, 2016).

Pada orang tua dibutuhkan dosis kumulatif lebih kecil untuk menyebabkan bronkokonstriksi, juga dibutuhkan waktu yang lebih lama untuk pulih dari efek terapi adrenergik agonis. Pada individu sehat, perubahan pada sistem respiratorik yang disebabkan oleh usia tidak menyebabkan masalah serius seperti obstruksi jalan napas atau penyakit paru parenkimal karena masih ada kapasitas cadangan paru. Namun saat seorang individu memiliki penyakit paru komorbid karena merokok atau infeksi paru sebelumnya maka cadangan tersebut berkurang dan kelainan paru lebih mudah muncul (Sharma & Goodwin, 2006). Kondisi inilah yang menyebabkan resiko terjadinya barotrauma pada nelayan.



## 6.2 Pengaruh faktor IMT terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa faktor IMT berpengaruh terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan nilai  $p=0.018$ . Adapun IMT yang tidak ideal 0.45 kali beresiko mengalami kasus barotrauma dibandingkan dengan IMT yang ideal.

Penelitian ini selaras dengan Cialoni *et al* yang menyatakan IMT menjadi faktor resiko yang meningkatkan kejadian barotrauma terkait dengan kadar lemak tubuh yang tinggi. Kadar lemak tubuh yang tinggi mempengaruhi fisiologi tubuh terutama kapasitas paru-paru. Berat badan yang berada di bawah standar juga dapat meningkatkan kejadian barotrauma terkait fisiologi tubuh terutama penurunan kapasitas kemampuan paru-paru (Cialoni *et al.*, 2017). Penelitian sebelumnya juga menjelaskan bahwa bahwa rata-rata (mean) KVP pada obesitas I dan II berturut-turut ialah 116,92 dan 98,47 dimana terdapat perbedaan nilai mean antara obesitas I dan obesitas II, dengan nilai mean obesitas II lebih rendah dari pada obesitas I sesuai dengan teori yang mengatakan bahwa kapasitas paru akan menurun seiring dengan bertambahnya IMT (Pedoto, 2012; Satriyani *et al.*, 2015; Zammit *et al.*, 2010).

Hal yang sama terdapat pada nilai mean VEP1 pada obesitas I yaitu 118,23 dan obesitas II yaitu 107,16 dimana nilai mean pada obesitas II lebih rendah dari pada obesitas I. Pada penelitian ini ditemukan 21,9 % subyek yang mengalami kelainan paru restriktif dan tidak ada yang tergolong obstruktif sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Zammit *et al* yang menyatakan bahwa hubungan antara bertambahnya IMT dan



berkurangnya KVP lebih bermakna dibanding VEP1. VEP1 berkurang dengan kecepatan jauh lebih lambat dibanding KVP, sehingga obesitas lebih sering dihubungkan dengan penyakit paru restriktif dari pada obstruktif (Zammit *et al.*, 2010).

Indeks massa tubuh khususnya pada individu obesitas yang kadar lemaknya tinggi beresiko menderita barotrauma. Kadar lemak yang tinggi meningkatkan kemampuan tubuh untuk menyimpan/melarutkan nitrogen dalam jumlah yang banyak di dalam tubuh. Kadar nitrogen yang berlebihan dapat meningkatkan resiko keracunan nitrogen dimana dapat meningkatkan kapasitas paru-paru di atas normal tergantung dengan tingkatan kenaikan tekanan lingkungan. Ketika jumlah nitrogen ini tidak dibuang dengan efektif serta ditambah dengan kecepatan menyelam yang lebih dari 9 meter/menit, maka sangat beresiko tinggi mengalami kerusakan organ tubuh khususnya telinga dan paru-paru (Barron, 2018; Cialoni *et al.*, 2017).

Selain itu, adanya IMT yang tidak ideal dapat menurunkan kapasitas vital paru-paru melalui penurunan elastisitas dan kemampuan pengembangan dinding dada. Dinding dada yang tidak elastis akan menghambat pengembangan dinding dada menjadi lebih besar secara bebas, sehingga tekanan intra thorakal menjadi kurang negatif dan udara inspirasi dapat masuk lebih sedikit. Selain itu dapat pula disebabkan karena berkurangnya kemampuan diafragma untuk turun pada levelnya pada individu dengan berat badan berlebih sehingga tekanan intra thorakal akan menjadi kurang negatif dibanding normal. Dinding dada yang tebal oleh lipatan lemak pada keadaan yang lanjut akan sangat menghambat gerakan bernafas dinding dada, bahkan dapat menyebabkan sumbatan jalan nafas secara intermiten (Melo *et al.*, 2014).



Kelebihan berat badan dapat berhubungan negatif dengan  $VO_2$  max tubuh. Pada individu yang mempunyai berat badan normal-berlebih tentu akan mempunyai lipatan lemak lebih banyak. Sementara  $VO_2$  max seseorang sangat dipengaruhi oleh faktor jenis kelamin, usia, genetik, komposisi tubuh serta latihan. Dari 5 faktor tersebut, komposisi tubuh dan latihan memegang peranan yang sangat besar pada  $VO_2$  max yang menjelaskan volume oksigen yang dapat tubuh gunakan ketika beraktivitas. Semakin tinggi  $VO_2$  max individu, maka semakin tinggi kemampuan kerjanya. Namun, pada kasus obesitas, terdapat banyak lipatan lemak yang dapat menyebabkan kemampuan  $VO_2$  max menurun sehingga kapasitas tubuh dalam menghasilkan energi dan beraktivitas menjadi sangat terbatas. Kondisi ini menjadi semakin buruk karena berkurangnya kemampuan kerja individu yang mengalami obesitas akan menurunkan  $VO_2$  max secara bertahap tanpa disadari. Hal ini yang dapat memicu penyakit jantung, penyakit metabolik serta penyakit pernapasan lainnya yang dapat menjadi predisposisi penyakit barotrauma (Cialoni *et al.*, 2017; Salome *et al.*, 2010)

Pada penelitian ini, IMT yang tidak ideal pada kelompok barotrauma sebanyak 47 orang dan kelompok tidak barotrauma sebanyak 63 orang. Berdasarkan hasil analisis ini, didapatkan IMT tidak ideal lebih banyak tidak mengalami barotrauma dibandingkan dengan barotrauma. Secara analisis statistik menunjukkan IMT tidak ideal tetap mempengaruhi kejadian barotrauma yang ditunjukkan dengan nilai  $p=0.018$ . Namun, *Odd Ratio* pada variabel IMT ini sangat kecil dimana nilainya yaitu 0.45. Hal ini menjelaskan bahwa ada faktor lain yang mendukung IMT terkait kejadian barotrauma seperti kecepatan naik, kedalaman menyelam dan lama menyelam. IMT yang tidak ideal dengan kecepatan naik yang dibawah 9



meter/menit akan menurunkan resiko terjadinya barotrauma. Sama halnya dengan IMT yang tidak ideal dengan kedalaman menyelam yang dangkal dan lama menyelam yang tidak lama akan menurunkan resiko kejadian barotrauma. Hal ini berkaitan dengan konsumsi gas dan tekanan yang dirasakan ketika menyelam (Cialoni *et al.*, 2017; Jansen *et al.*, 2016).

### **6.3 Pengaruh faktor masa kerja sebagai nelayan terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara**

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh faktor masa kerja sebagai nelayan terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan nilai  $p=0.443$ .

Pada penelitian ini, responden yang mengalami barotrauma mayoritas sudah bekerja sebagai nelayan lebih dari 1 tahun dengan jumlah 82 orang dibandingkan yang baru bekerja sebagai nelayan kurang dari 1 tahun dengan jumlah 5 orang. Namun, kondisi ini juga ditemukan pada kelompok yang tidak barotrauma dimana mayoritas responden sudah bekerja sebagai nelayan lebih dari 1 tahun dengan jumlah 85 orang dibandingkan yang baru bekerja sebagai nelayan kurang dari 1 tahun dengan jumlah 2 orang. Hal ini menunjukkan bahwa masa kerja sebagai nelayan tidak bisa dijadikan gambaran kedepan untuk munculnya barotrauma atau tidak.

Permasalahan ini juga ditemukan pada penelitian Awang *et al* tahun 2017 yang menjelaskan bahwa masa kerja tidak berhubungan dengan adanya penurunan fungsi paru yang terpapar debu ketika bekerja dipabrik gula. Dijelaskan pada penelitian ini bahwa tidak adanya hubungan antara masa kerja dengan adanya penurunan fungsi paru disebabkan karena



adanya penggunaan alat pelindung diri berupa masker sehingga penurunan fungsi paru dapat dicegah (Awang, Sulistomo, & Junus, 2017).

Pada konteks penelitian ini, banyak responden sudah lama bekerja sebagai nelayan menggunakan kompresor dalam melakukan penyelaman. Namun, tidak ditemukannya hubungan yang bermakna pada penelitian ini disebabkan karena pada penelitian ini cukup banyak nelayan yang menggunakan kompresor dalam jangka waktu yang pendek sehingga dapat mengurangi kejadian barotrauma. Hal ini dapat menjelaskan waktu lama bekerja tidak berpengaruh langsung pada kejadian barotrauma.

Faktor masa kerja menjadi nelayan ini berhubungan dengan berbagai macam faktor seperti penggunaan alat bantu selam, lama menyelam, kedalaman menyelam serta kondisi kesehatan yang berkaitan dengan riwayat penyakit. Masa kerja yang lama dengan lama penyelaman berhubungan dengan kedalaman menyelam, kecepatan menyelam dan konsumsi gas yang diperoleh ketika menyelam melalui penggunaan Scuba. Pada kondisi dipermukaan, 1 tabung Scuba dapat menyuplai kurang lebih 2100 L gas/1 Atm dengan 20 L/menit sehingga secara normal penyelaman dapat dilakukan selama 105 menit.

Namun, ketika adanya peningkatan tekanan misalnya 3 Atm, maka 1 tabung Scuba hanya mampu menyuplai 700 L dengan lama waktu penyelaman mencapai kurang lebih 35 menit. Adanya peningkatan 3 Atm ini meningkatkan konsumsi udara sebesar 3 kali lipat dimana sangat beresiko tinggi mengalami narkosis nitrogen dan toksisitas oksigen.

Kondisi inilah yang meningkatkan resiko terjadinya barotrauma (Bove, 2014; Eichhorn & Leyk, 2015). Pada konteks ini, walaupun banyak responden telah lama bekerja menjadi nelayan, responden tersebut



belum tentu terpapar barotrauma dikarenakan ada faktor lain yang mendukung seperti penggunaan alat bantu selam, lama menyelam, kedalaman menyelam. Ketika responden yang sudah lama menjadi nelayan melakukan penyelaman dengan waktu menyelam yang singkat, kedalaman menyelam yang dangkal disertai dengan penggunaan alat bantu menyelam yang aman, maka resiko barotrauma akan cukup kecil terjadi (Ahmad *et al.*, 2016; Eichhorn & Leyk, 2015).

Lama waktu penyelaman juga harus diikuti dengan prosedur penyelaman yang aman. Penyelaman yang aman harus memperhatikan kondisi-kondisi tertentu terutama pada pemeriksaan kesehatan penyelam yang beresiko mengalami insufisiensi tuba pada saluran pernapasan atas, rinosinusitis serta kondisi lainnya yang dapat mengakibatkan terjadi barotrauma selama menyelam. Penyelam yang terutama tidak menggunakan alat bantu selam walaupun sering menyelam memiliki resiko kecil terjadinya barotrauma. Hal ini berkaitan dengan jumlah konsumsi oksigen yang hanya bergantung ketika penyelam menghirup udara di atas permukaan laut, lama menyelam cenderung tidak lama dan kedalaman penyelaman yang cenderung relatif dangkal sehingga tekanan di dalam air relatif kecil yang mana tubuh masih dapat beradaptasi dengan lingkungannya.

Selain itu, kondisi kesehatan juga berhubungan dengan masa kerja dimana penyelam yang menyelam dalam kondisi sehat cenderung terhindar dari barotrauma. Banyak penyelam yang memiliki riwayat penyakit berupa asma, penyakit paru dan hipertensi beresiko mengalami barotrauma. Namun hal ini juga berkaitan dengan penggunaan alat bantu menyelam, lama menyelam, frekuensi menyelam serta kedalaman menyelam (Jansen *et al.*, 2016; Jeong *et al.*, 2012; Navisah *et al.*, 2016).



#### 6.4 Pengaruh faktor waktu penyelaman terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara

Hasil penelitian ini menunjukkkn bahwa faktor waktu penyelaman berpengaruh terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan nilai  $p= 0.000$ . Adapun waktu penyelaman yang lama 3.45 kali beresiko mengalami barotrauma dibandingkan dengan penyelam yang menyelam tidak lama.

Penelitian ini sejalan dengan Cialoni *et al* dan Jansen *et al* yang menyatakan bahwa penyelam yang menggunakan alat bantu nafas ketika menyelam lebih dari 30 menit mempunyai resiko besar mengalami barotrauma akibat perubahan tekanan atmosfer yang ada di laut (Cialoni *et al.*, 2017; Jansen *et al.*, 2016).

Pada penelitian ini, mayoritas responden yang mengalami barotrauma melakukan penyelaman lebih dari 30 menit yang berjumlah 59 orang dibandingkan dengan nelayan yang melakukan penyelaman kurang dari 30 menit yang berjumlah 28 orang. Sedangkan, mayoritas responden yang tidak mengalami barotrauma melakukan penyelaman kurang dari 30 menit yang berjumlah 54 orang dibandingkan dengan nelayan yang melakukan penyelaman lebih dari 30 menit dengan jumlah 33 orang. Hal ini menjelaskan bahwa semakin lama waktu penyelaman, maka kejadian barotrauma akan semakin tinggi.

Lama waktu menyelam sangat berkaitan dengan konsumsi gas yang diperoleh ketika menyelam melalui penggunaan Scuba. Sebelum melakukan penyelaman, 1 tabung Scuba dapat menyuplai kurang lebih



2100 L gas/1 Atm dengan 20 L/menit sehingga secara normal penyelaman dapat dilakukan selama 105 menit.

Namun, ketika adanya peningkatan tekanan misalnya 3 Atm, maka 1 tabung Scuba hanya mampu menyuplai 700 L dengan lama waktu penyelaman mencapai kurang lebih 35 menit. Adanya peningkatan 3 Atm ini meningkatkan konsumsi udara sebesar 3 kali lipat dimana sangat beresiko tinggi mengalami narkosis nitrogen dan toksisitas oksigen.

Kondisi inilah yang meningkatkan resiko terjadinya barotrauma (Bove, 2014; Eichhorn & Leyk, 2015).

Konsumsi gas pada saat penyelaman berhubungan dengan kecepatan menyelam. Kecepatan menyelam ke permukaan lebih dari 9 meter/menit dapat menyebabkan barotrauma ketika kondisi tubuh mengalami narkosis nitrogen dan toksisitas oksigen. Narkosis oksigen berawal dari konsumsi gas pada alat bantu nafas yang berlebihan di dalam tubuh ketika menyelam. Ketika penyelam berada di tekanan 3 Atm, maka awalnya alat bantu nafas yang digunakan hanya mampu menyuplai 700 L dengan lama menyelam mencapai 35 menit. Hal ini menunjukkan bahwa konsumsi gas pada kecepatan menyelam yang cepat ditambah dengan penyelaman yang lama sangat beresiko mengalami penyakit dekompresi (Bove, 2014; Eichhorn & Leyk, 2015).

Lama penyelaman juga berhubungan dengan kedalaman menyelam. Ketika manusia menyelam ke laut pada kedalaman yang melebihi 10 meter dapat meningkatkan tekanan yaitu 1 Atm atau 760 mmHg. Dalam kondisi normal, tubuh manusia ketika dipermukaan/daratan memiliki tekanan yang sama dengan lingkungan permukaan yaitu 760 mmHg. Adapun jumlah 1 tekanan atmosfer (760 mmHg) udara mempunyai



kandungan gas nitrogen 79% (600 mmHg) dan oksigen 21% (160 mmHg) (Bove & Neuman, 2016; Sherwood, 2016).

Berdasarkan hal tersebut maka setiap kenaikan kedalaman 1 meter dalam menyelam, dapat meningkatkan 76 mmHg. Ketika terjadi peningkatan tekanan ini, tubuh akan mengeluarkan mekanisme kompensasi melalui meningkatkan proses pernapasan berupa kondisi hiperventilasi akibat dari tekanan yang dipengaruhi oleh lingkungan luar.

Hal ini muncul sebagai proses pencegahan terjadinya kolaps paru akibat tekanan yang berlebihan dari luar. Kondisi hiperventilasi ini dapat mengakibatkan kurangnya pertukaran gas secara bebas ketika penyelaman akibat dari perbedaan tekanan ini (Sherwood, 2016).

Menghirup gas di kedalaman selama menggunakan alat bantu nafas menyebabkan gas di paru-paru berada pada tekanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan atmosfer. Sementara, penyelam dapat dengan bebas menyelam hingga 33 kaki dan naik dengan aman tanpa mengeluarkan nafas karena gas di paru-paru telah dihirup pada tekanan atmosfer. Penyelam yang mengkonsumsi gas terkompresi dari alat bantu nafas pada 10 meter dan naik tanpa mengeluarkan napas dapat beresiko merusak paru-parunya dan dapat menderita barotrauma pulmonal yang luas. Efeknya, Paru-paru ini akan menyimpan dua kali jumlah gas pada tekanan atmosfer sehingga perlu mendapatkan dua kali volume normal ketika naik ke permukaan (Bove, 2014; Eichhorn & Leyk, 2015).

Lama waktu penyelaman juga harus diikuti dengan prosedur penyelaman yang aman. Penyelaman yang aman harus memperhatikan kondisi-kondisi tertentu terutama pada pemeriksaan kesehatan penyelam yang beresiko mengalami insufisiensi tuba pada saluran pernapasan



atas, rinosinusitis serta kondisi lainnya yang dapat mengakibatkan terjadi barotrauma selama menyelam.

Ketika melakukan penyelaman, proses ekualisasi perlu dilakukan sesering mungkin sebagai pencegahan timbulnya barotrauma akibat peningkatan tekanan pada lingkungan. Setiap menyelam sejauh 2 kaki (0.61 meter) dapat meningkatkan tekanan sebesar 1 Psi. Proses ekualisasi perlu dilakukan secepat mungkin ketika penyelam menunjukkan gejala barotrauma saat menyelam. Ketika ekualisasi gagal, perlu melakukan penyelaman naik ke permukaan beberapa meter yang kemudian dilakukan ekualisasi kembali. Ketika ekualisasi tersebut gagal kembali, proses penyelaman dibatalkan (Dekelboun, 2008; Ekawati, 2005; Spira, 2008).

Pada penyelam yang melakukan penyelaman dalam waktu yang lama dapat beresiko mengalami barotrauma seperti gangguan pada pendengaran. Ketika penyelam masih di daratan, tekanan udara pada telinga bagian dalam akan sama dengan tekanan udara yang berada di luar. Sedangkan ketika penyelam sudah berada di dalam laut, maka akan mengalami perubahan tekanan pada telinga tengah sehingga perlu dilakukan ekualisasi atau penyamaan tekanan pada tuba eustacius. Namun, ketika ekualisasi mengalami kegagalan, maka tuba eustacius akan gagal membuka sehingga menyebabkan perbedaan tekanan antara organ luar dan organ di dalam telinga. Kondisi inilah yang menyebabkan terjadinya barotrauma (Navisah *et al.*, 2016).

## 6.5 Pengaruh faktor frekuensi penyelaman terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa faktor frekuensi penyelaman berpengaruh terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan nilai  $p=0.000$ . Adapun frekuensi penyelaman yang sering 5.48 kali beresiko menderita barotrauma dibandingkan dengan frekuensi penyelaman yang tidak sering.

Penelitian ini sejalan dengan Cialoni *et al* dan Navisah *et al* yang menyatakan bahwa penyelam yang memiliki pengalaman menyelam lebih dari 100 kali penyelaman dan lebih dari 2 kali penyelaman pada 1 hari mempunyai resiko tinggi mengalami barotrauma. Namun, hal ini juga tergantung dengan kedalaman penyelaman, kondisi fisik serta alat bantu yang digunakan pada proses penyelaman (Cialoni *et al.*, 2017; Navisah *et al.*, 2016).

Pada penelitian ini mayoritas responden yang mengalami barotrauma melakukan penyelaman lebih dari 2 kali sehari dengan jumlah 67 orang dibandingkan dengan nelayan yang melakukan penyelaman kurang dari 2 kali sehari dengan jumlah 20 orang. Sedangkan responden yang tidak mengalami barotrauma mayoritasnya melakukan penyelaman kurang dari 2 kali sehari dengan jumlah 54 orang dibandingkan dengan nelayan yang melakukan penyelaman lebih dari 2 kali sehari. Hal ini menunjukkan bahwa frekuensi menyelam yang rutin serta lebih dari 2 kali sehari meningkatkan resiko barotrauma.

Frekuensi menyelam yang lebih dari 2 kali sehari meningkatkan tekanan pada paru-paru yang menyebabkan konsumsi oksigen serta



nitrogen yang berlebihan dalam tubuh. Pada kondisi ini penyelam beresiko menderita narkosis nitrogen dan toksisitas oksigen yang mengakibatkan resiko barotrauma meningkat melalui kerusakan jaringan organ yang didukung dengan kecepatan menyelam yang melebihi 9 meter/menit (Cialoni *et al.*, 2017).

Narkosis nitrogen ini disebabkan oleh kurangnya eksitabilitas neuron-neuron akibat nitrogen yang sifatnya sangat mudah larut dalam lemak tubuh. Penyelaman yang dilakukan lebih dari 2 kali sehari dengan kedalaman hingga 150 kaki dapat mengkonsumsi jumlah nitrogen dalam jumlah yang besar dimana nilainya 5 kali lebih besar akibat peningkatan tekanan yang mencapai 5 Atm. Toksisitas oksigen juga muncul akibat dari jumlah konsumsi oksigen yang nilainya 5 kali lebih besar ketika ada peningkatan 5 Atm (Bove, 2014; Bove & Neuman, 2016; Eichhorn & Leyk, 2015).

Frekuensi menyelam ini juga berkaitan dengan waktu istirahat. Penelitian yang dilakukan oleh rahmadayanti *et al* tahun 2017 menyatakan bahwa frekuensi menyelam yang sering dengan waktu istirahat yang kurang dapat mempengaruhi terjadinya penyakit dekompresi. Hasil wawancara didapatkan rata-rata penyelam tradisional menyelam minimal 3 kali sehari dengan waktu istirahat yang kurang dari 60 menit. Bahkan ada yang hanya istirahat dalam kurun waktu 15 menit setelah melakukan penyelaman berjam-jam. Hal inilah yang menjadi tingginya frekuensi penyelaman pada nelayan tradisional yang dapat menyebabkan munculnya kejadian barotrauma (Rahmadayanti *et al.*, 2017).

Frekuensi menyelam ini juga berhubungan dengan kedalaman, penggunaan alat bantu selam, kecepatan dan lama menyelam. Frekuensi



menyelam yang sering dengan kedalaman menyelam yang dalam meningkatkan resiko terjadinya barotrauma. Ketika nelayan yang melakukan menyelam di laut secara berulang pada kedalaman yang melebihi 10 meter dapat meningkatkan tekanan yaitu 1 Atm atau 760 mmHg. Hal ini menunjukkan bahwa setiap kenaikan kedalaman 1 meter dalam menyelam, dapat meningkatkan 76 mmHg. Ketika terjadi peningkatan tekanan ini, tubuh akan mengeluarkan mekanisme kompensasi melalui meningkatkan proses pernapasan berupa kondisi hiperventilasi akibat dari tekanan yang dipengaruhi oleh lingkungan luar. Hal ini muncul sebagai proses pencegahan terjadinya kolaps paru akibat tekanan yang berlebihan dari luar. Kondisi hiperventilasi ini dapat mengakibatkan kurangnya pertukaran gas secara bebas ketika penyelaman akibat dari perbedaan tekanan ini (Sherwood, 2016).

Nelayan penyelam tradisional yang menghirup gas di kedalaman laut dengan penyelaman yang berulang melalui alat bantu nafas menyebabkan gas di paru-paru berada pada tekanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan atmosfer. Sementara, penyelam dapat dengan bebas menyelam hingga 33 kaki dan naik dengan aman tanpa mengeluarkan nafas karena gas di paru-paru telah dihirup pada tekanan atmosfer. Penyelam yang mengkonsumsi gas terkompresi dari alat bantu nafas pada 10 meter dan naik tanpa mengeluarkan napas dapat beresiko merusak paru-parunya dan dapat menderita barotrauma pulmonal yang luas. Efeknya, Paru-paru ini akan menyimpan dua kali jumlah gas pada tekanan atmosfer sehingga perlu mendapatkan dua kali volume normal ketika naik ke permukaan (Bove, 2014; Eichhorn & Leyk, 2015).

Frekuensi menyelam juga berhubungan dengan kecepatan menyelam yang terkait dengan adanya *rapid bubble formation*



(gelembung nitrogen) yang ada di dalam jaringan dan aliran darah ketika proses naik ke permukaan dimana kondisi ini menjadi mekanisme dasar dari patofisiologi barotrauma. Gelembung-gelembung nitrogen ini dapat menyebabkan kerusakan pada sistem saraf pusat melalui berbagai mekanisme seperti oklusi arteri, obstruksi vena dan lainnya. Kecepatan naik ke permukaan ketika menyelam tidak boleh lebih dari 9 meter/menit.

Semakin cepat proses naik ke permukaan, maka resiko terjadi barotrauma akan semakin meningkat (Navy, 2016; Rahmadayanti *et al.*, 2017; Tatuene *et al.*, 2014).

Frekuensi menyelam dengan kecepatan menyelam ini juga sangat dengan konsumsi gas, kedalaman penyelaman dan lama penyelaman. Frekuensi menyelam dengan kecepatan menyelam ke permukaan lebih dari 9 meter/menit dapat menyebabkan barotrauma ketika kondisi tubuh mengalami narkosis nitrogen dan toksisitas oksigen. Narkosis oksigen berawal dari konsumsi gas pada alat bantu nafas yang berlebihan di dalam tubuh ketika menyelam. Ketika penyelam berada di tekanan 3 Atm, maka awalnya alat bantu nafas yang digunakan hanya mampu menyuplai 700 L dengan lama menyelam mencapai 35 menit. Adanya peningkatan 3 Atm ini menyebabkan konsumsi udara 3 kali lipat sehingga beresiko mengalami narkosis nitrogen dan toksisitas oksigen (Bove, 2014; Eichhorn & Leyk, 2015).

## 6.6 Pengaruh faktor waktu istirahat terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara

Hasil penelitian ini menunjukkan waktu istirahat tidak berpengaruh terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan nilai  $p=0.621$ .

Pada penelitian ini, responden yang mengalami barotrauma mayoritas memiliki waktu istirahat yang kurang ( $<4$  jam) dengan jumlah 86 orang dibandingkan dengan nelayan yang memiliki waktu istirahat yang cukup ( $\geq 4$  jam) dengan jumlah 1 orang. Namun, pada responden yang tidak mengalami barotrauma memiliki waktu istirahat yang kurang dengan jumlah 84 orang dibandingkan dengan responden yang memiliki waktu istirahat yang cukup dengan jumlah 3 orang. Hal ini menunjukkan bahwa istirahat yang cukup tidak dapat menjadi gambaran penyebab terjadinya barotrauma secara langsung.

Penyelam yang menjadi responden pada penelitian ini merupakan penyelam tradisional yang menggunakan aktivitas ini sebagai mata pencaharian hidup masyarakat di pulau Tasipi. Hal ini tentu sangat mempengaruhi jumlah penyelaman dan waktu istirahat yang dilakukan oleh penyelam. Nelayan penyelam dari pulau Tasipi rata-rata frekuensi menyelam dalam sehari lebih dari 3 kali dengan rentang waktu istirahat sekitar 30 menit. Lama penyelaman nelayan tergantung dengan penggunaan alat bantu dan target penyelaman yang ingin didapatkan.

Rata-rata nelayan disana menggunakan kompresor untuk mencari teripang dengan lama menyelam rata-rata 30 menit dalam sekali menyelam. Namun, ada juga nelayan yang tidak menggunakan



kompresor untuk mencari ikan dengan lama menyelam rata-rata 3-5 menit. Oleh karena penyelaman ini menjadi mata pencaharian nelayan, maka waktu istirahat minimal 4 jam dalam sekali menyelam tidak mendukung dari segi ekonomi dan waktu yang diperlukan nelayan untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Namun, banyak para nelayan yang waktu istirahatnya kurang tetapi tidak mengalami barotrauma tentunya dipengaruhi oleh faktor lain seperti penggunaan alat bantu, lama menyelam, kedalaman menyelam dan lainnya.

Cialoni *et al*, Jansen *et al* dan Navisah *et al* menyatakan waktu istirahat penyelam dianjurkan minimal 4 jam untuk kembali melakukan penyelaman. Waktu istirahat ini sangat berkaitan dengan frekuensi menyelam dalam satu hari dimana jumlah frekuensi menyelam yang lebih dari 2 kali sehari dengan waktu istirahat yang kurang dari 4 jam dapat meningkatkan resiko terjadinya barotrauma. Namun, hal ini juga dipengaruhi oleh kedalaman penyelaman, lama penyelaman, kecepatan penyelam serta penggunaan alat bantu selam (Cialoni *et al.*, 2017; Jansen *et al.*, 2016; Navisah *et al.*, 2016).

Waktu istirahat ini juga berkaitan dengan frekuensi menyelam. Penelitian yang dilakukan oleh rahmadayanti *et al* tahun 2017 menyatakan bahwa waktu istirahat yang kurang dengan frekuensi menyelam yang sering dapat mempengaruhi terjadinya penyakit dekompresi. Hasil wawancara diperoleh rata-rata penyelam tradisional menyelam minimal 3 kali sehari dengan waktu istirahat yang kurang dari 60 menit dan ada yang hanya istirahat dalam kurun waktu 15 menit setelah melakukan penyelaman berjam-jam. Para nelayan tidak bisa berlama-lama dipermukaan karena berkaitan dari segi efektivitas mereka bekerja dalam rangka untuk memenuhi kebutuhan ekonominya sehingga



waktu istirahat yang lama tidak memungkinkan dilakukan oleh nelayan di laut. Hal inilah yang menjadi kurangnya waktu istirahat pada nelayan tradisional yang dapat menyebabkan munculnya kejadian barotrauma (Rahmadayanti *et al.*, 2017).

Selain itu, waktu istirahat juga dapat menyebabkan terjadinya barotrauma dengan adanya pengaruh dari kecepatan penyelaman, kedalaman penyelaman, lama menyelam serta penggunaan alat bantu menyelam. Waktu istirahat menyelam yang kurang dengan kedalaman menyelam yang dalam dapat meningkatkan resiko terjadinya barotrauma.

Ketika nelayan yang melakukan menyelam di laut dengan waktu istirahat yang kurang pada kedalaman yang melebihi 10 meter dapat meningkatkan tekanan yaitu 1 Atm atau 760 mmHg. Hal ini menunjukkan bahwa setiap kenaikan kedalaman 1 meter dalam menyelam, dapat meningkatkan 76 mmHg. Ketika terjadi peningkatan tekanan ini, tubuh akan mengeluarkan mekanisme kompensasi melalui meningkatkan proses pernapasan berupa kondisi hiperventilasi akibat dari tekanan yang dipengaruhi oleh lingkungan luar. Hal ini muncul sebagai proses pencegahan terjadinya kolaps paru akibat tekanan yang berlebihan dari luar. Kondisi hiperventilasi ini dapat mengakibatkan kurangnya pertukaran gas secara bebas ketika penyelaman akibat dari perbedaan tekanan ini (Sherwood, 2016).

Adanya konsumsi gas yang berlebih melalui alat bantu nafas dan didukung dengan kondisi tubuh yang kurang istirahat menyebabkan gas di paru-paru berada pada tekanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan atmosfer. Adanya peningkatan tekanan ini tidak dapat diikuti oleh tubuh karena penurunan kemampuan fisik tubuh akibat kurangnya waktu istirahat. Penyelam yang kurang beristirahat ditambah dengan



mengonsumsi gas terkompresi yang berlebih dari alat bantu nafas pada 10 meter dan naik tanpa mengeluarkan napas dapat beresiko merusak paru-parunya dan dapat menderita barotrauma pulmonal yang luas. Efeknya, Paru-paru ini akan menyimpan dua kali jumlah gas pada tekanan atmosfer sehingga perlu mendapatkan dua kali volume normal ketika naik ke permukaan (Bove, 2014; Eichhorn & Leyk, 2015).

Nelayan yang menyelam dengan kecepatan lebih dari 9 meter/menit, lama menyelam lebih dari 1 jam dalam kondisi kurang istirahat sangat beresiko mengalami barotrauma. Hal ini berkaitan dengan adanya *rapid bubble formation* (gelembung nitrogen) yang ada di dalam jaringan dan aliran darah ketika proses naik ke permukaan dimana kondisi ini menjadi mekanisme dasar dari patofisiologi barotrauma. Gelembung-gelembung nitrogen ini dapat menyebabkan kerusakan pada sistem saraf pusat melalui berbagai mekanisme seperti oklusi arteri, obstruksi vena dan lainnya. Kecepatan naik ke permukaan ketika menyelam tidak boleh lebih dari 9 meter/menit. Semakin cepat proses naik ke permukaan, maka resiko terjadi barotrauma akan semakin meningkat (Navy, 2016; Rahmadayanti *et al.*, 2017; Tatuene *et al.*, 2014).

Lama menyelam dengan istirahat yang kurang meningkatkan resiko terjadinya narkosis oksigen dan toksisitas oksigen, melalui peningkatan kedalaman penyelaman serta konsumsi gas melalui alat bantu penyelaman. Adanya peningkatan 3 Atm akibat penyelaman yang dalam ini meningkatkan konsumsi udara sebesar 3 kali lipat dimana sangat beresiko tinggi mengalami narkosis nitrogen dan toksisitas oksigen. Kondisi inilah yang meningkatkan resiko terjadinya barotrauma (Bove, 2014; Eichhorn & Leyk, 2015).

## 6.7 Pengaruh faktor kedalaman penyelaman terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa faktor kedalaman penyelaman berpengaruh terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan nilai  $p = 0.015$ . Adapun kedalaman penyelaman yang dalam 2.22 kali beresiko mengalami barotrauma dibandingkan dengan kedalaman menyelam yang dangkal.

Hasil penelitian ini sejalan dengan Cialoni *et al.*, Jansen *et al.* dan Navisah *et al.* yang menyatakan penyelaman yang dilakukan lebih dari 10 meter dengan menggunakan alat bantu nafas memiliki resiko tinggi menderita barotrauma tergantung dengan frekuensi, kondisi fisik serta lama menyelam (Cialoni *et al.*, 2017; Jansen *et al.*, 2016; Navisah *et al.*, 2016).

Pada penelitian ini, responden yang mengalami barotrauma mayoritas menyelam pada kedalaman lebih dari 10 meter dengan jumlah 56 orang dibandingkan dengan responden yang menyelam pada kedalaman kurang dari 10 meter dengan jumlah 31 responden. Sedangkan, responden yang tidak mengalami barotrauma mayoritasnya menyelam pada kedalaman kurang dari 10 meter dengan jumlah 48 orang dibandingkan dengan responden yang menyelam pada kedalaman lebih dari 10 meter dengan jumlah 48 orang. Hal ini menunjukkan bahwa semakin dalam penyelaman yang dilakukan maka semakin besar resiko terjadinya barotrauma.



Kedalaman penyelaman dapat menyebabkan terjadinya barotrauma dapat dijelaskan pada hukum Henry. Hukum Henry pada kelarutan gas menjelaskan bahwa saat tekanan parsial gas meningkat maka akan lebih banyak gas yang terlarut pada seluruh cairan sampai terjadi saturasi. Oksigen yang dibutuhkan proses metabolisme serta nitrogen yang merupakan gas *inert* pada metabolisme tersebar pada seluruh sirkulasi cairan tubuh yang dapat meningkatkan jumlahnya pada peningkatan tekanan. Ketika terjadi penurunan tekanan, gas yang terlarut dapat menjadi supersaturasi dan dilepaskan sebagai gelembung gas. Hukum ini berperan terhadap pengaruh secara tidak langsung pada penyakit dekompresi (LIPI, 2016; Mahdi *et al.*, 2002; Navy, 2008; Vernick, 2018).

Dalam kondisi normal, tubuh manusia ketika dipermukaan/daratan memiliki tekanan yang sama dengan lingkungan permukaan yaitu 760 mmHg. Adapun jumlah 1 tekanan atmosfer (760 mmHg) udara mempunyai kandungan gas nitrogen 79% (600 mmHg) dan oksigen 21% (160 mmHg) (Bove & Neuman, 2016; Sherwood, 2016).

Ketika manusia menyelam ke laut pada kedalaman yang melebihi 10 meter dapat meningkatkan tekanan yaitu 1 Atm atau 760 mmHg. Hal ini menunjukkan bahwa setiap kenaikan kedalaman 1 meter dalam menyelam, dapat meningkatkan 76 mmHg. Ketika terjadi peningkatan tekanan ini, tubuh akan mengeluarkan mekanisme kompensasi melalui meningkatkan proses pernapasan berupa kondisi hiperventilasi akibat dari tekanan yang dipengaruhi oleh lingkungan luar. Hal ini muncul sebagai proses pencegahan terjadinya kolaps paru akibat tekanan yang berlebihan dari luar. Kondisi hiperventilasi ini dapat mengakibatkan kurangnya pertukaran gas secara bebas ketika penyelaman akibat dari perbedaan tekanan ini (Sherwood, 2016).



Menghirup gas di kedalaman selama menggunakan alat bantu nafas menyebabkan gas di paru-paru berada pada tekanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan atmosfer. Sementara, penyelam dapat dengan bebas menyelam hingga 33 kaki dan naik dengan aman tanpa mengeluarkan nafas karena gas di paru-paru telah dihirup pada tekanan atmosfer. Penyelam yang mengkonsumsi gas terkompresi dari alat bantu nafas pada 10 meter dan naik tanpa mengeluarkan napas dapat beresiko merusak paru-parunya dan dapat menderita barotrauma pulmonal yang luas. Efeknya, Paru-paru ini akan menyimpan dua kali jumlah gas pada tekanan atmosfer sehingga perlu mendapatkan dua kali volume normal ketika naik ke permukaan (Bove, 2014; Eichhorn & Leyk, 2015).

Perbedaan tekanan yang dihasilkan diantara jaringan dan ruang gas serta adanya ketidakseimbangan gaya oleh perbedaan tekanan mengakibatkan deformasi jaringan sehingga menyebabkan pecahnya jaringan tubuh. Selain pecahnya jaringan tubuh, tekanan yang berlebih dapat mengakibatkan gas memasuki jaringan lebih jauh ke sistem sirkulasi. Hal ini dapat mengakibatkan barotrauma khususnya barotrauma pulmonal yang dapat berupa pneumothorax, pneumomediastinum serta emfisema (Bove, 2014; Eichhorn & Leyk, 2015).

Kedalaman penyelaman sangat berkaitan erat dengan penggunaan alat bantu selam serta lama menyelam. Penyelam yang melakukan penyelaman lebih dari 10 meter dapat meningkatkan penggunaan konsumsi gas. Pada penambahan jarak kedalaman/10 meter akan meningkatkan tekanan sebesar 1 atm. Dalam melakukan penyelaman, 1 tabung Scuba dapat menyuplai kurang lebih 2100 L gas/1 Atm dengan 20 L/menit sehingga secara normal penyelaman dapat dilakukan selama 105 menit.



Namun, ketika adanya peningkatan tekanan misalnya 3 Atm, maka 1 tabung Scuba hanya mampu menyuplai 700 L dengan lama waktu penyelaman mencapai kurang lebih 35 menit. Adanya peningkatan 3 Atm ini meningkatkan konsumsi udara sebesar 3 kali lipat dimana sangat beresiko tinggi mengalami narkosis nitrogen dan toksisitas oksigen ditambah dengan terjadinya hiperventilasi tubuh akibat adanya peningkatan tekanan positif yang berlebihan pada tubuh. Kondisi inilah yang meningkatkan resiko terjadinya barotrauma (Bove, 2014; Eichhorn & Leyk, 2015).

### **6.8 Pengaruh faktor kecepatan naik terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara**

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa faktor kecepatan naik dapat berpengaruh terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan nilai  $p=0.000$ . Adapun kecepatan naik yang cepat 4.09 kali beresiko mengalami barotrauma dibandingkan dengan kecepatan naik yang lambat.

Pada penelitian ini, responden yang mengalami barotrauma mayoritas memiliki kecepatan naik ke permukaan laut lebih dari 9 meter permenit dengan jumlah 63 orang dibandingkan dengan responden yang memiliki kecepatan naik ke permukaan laut kurang dari 9 meter permenit dengan jumlah 24 orang. Sedangkan, responden yang tidak mengalami barotrauma mayoritas memiliki kecepatan naik ke permukaan laut kurang dari 9 meter permenit dengan jumlah 53 orang dibandingkan dengan responden yang memiliki kecepatan naik ke permukaan laut lebih dari 9 meter permenit dengan jumlah 34 orang. Hal ini menunjukkan



bahwa semakin tinggi kecepatan naik ke permukaan laut, maka akan beresiko terjadinya barotrauma.

Penelitian ini sejalan dengan Navy, Rahmadayanti *et al* dan Tatune *et al* yang menyatakan kecepatan naik menjadi salah satu faktor resiko terjadinya barotrauma. Hal ini berhubungan dengan adanya *rapid bubble formation* (gelembung nitrogen) yang ada di dalam jaringan dan aliran darah ketika proses naik ke permukaan dimana kondisi ini menjadi mekanisme dasar dari patofisiologi barotrauma. Gelembung-gelembung nitrogen ini dapat menyebabkan kerusakan pada sistem saraf pusat melalui berbagai mekanisme seperti oklusi arteri, obstruksi vena dan lainnya. Kecepatan naik ke permukaan ketika menyelam tidak boleh lebih dari 9 meter/menit. Semakin cepat proses naik ke permukaan, maka resiko terjadi barotrauma akan semakin meningkat (Navy, 2016; Rahmadayanti *et al.*, 2017; Tatuene *et al.*, 2014).

Kecepatan menyelam ini berhubungan dengan konsumsi gas, kedalaman penyelaman dan lama penyelaman. Kecepatan menyelam ke permukaan lebih dari 9 meter/menit dapat menyebabkan barotrauma ketika kondisi tubuh mengalami narkosis nitrogen dan toksisitas oksigen.

Narkosis oksigen berawal dari konsumsi gas pada alat bantu nafas yang berlebihan di dalam tubuh ketika menyelam. Ketika penyelam berada di tekanan 3 Atm, maka awalnya alat bantu nafas yang digunakan hanya mampu menyuplai 700 L dengan lama menyelam mencapai 35 menit.

Adanya peningkatan 3 Atm ini menyebabkan konsumsi udara 3 kali lipat sehingga beresiko mengalami narkosis nitrogen dan toksisitas oksigen (Bove, 2014; Eichhorn & Leyk, 2015).

Kecepatan naik ini sangat berhubungan dengan kedalaman menyelam dan penggunaan alat bantu nafas terhadap kejadian



barotrauma. Ketika manusia menyelam ke laut pada kedalaman yang melebihi 10 meter dapat meningkatkan tekanan yaitu 1 Atm atau 760 mmHg. Kondisi ini menjelaskan setiap kenaikan kedalaman 1 meter dalam menyelam, dapat meningkatkan 76 mmHg. Ketika terjadi peningkatan tekanan ini, tubuh akan mengeluarkan mekanisme kompensasi melalui meningkatkan proses pernapasan berupa kondisi hiperventilasi akibat dari tekanan yang dipengaruhi oleh lingkungan luar.

Hal ini muncul sebagai proses pencegahan terjadinya kolaps paru akibat tekanan yang berlebihan dari luar. Kondisi hiperventilasi ini dapat mengakibatkan kurangnya pertukaran gas secara bebas ketika penyelaman akibat dari perbedaan tekanan ini (Sherwood, 2016).

Nelayan yang mengkonsumsi gas di kedalaman laut selama menyelam menggunakan alat bantu nafas menyebabkan gas di paru-paru berada pada tekanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan atmosfer. Penyelam yang mengkonsumsi gas terkompresi dari alat bantu nafas pada 10 meter dan naik tanpa mengeluarkan napas dapat beresiko merusak paru-parunya dan dapat menderita barotrauma pulmonal yang luas. Efeknya, Paru-paru ini akan menyimpan dua kali jumlah gas pada tekanan atmosfer sehingga perlu mendapatkan dua kali volume normal ketika naik ke permukaan (Bove, 2014; Eichhorn & Leyk, 2015).

Kecepatan naik juga berhubungan dengan lama menyelam dalam menyebabkan terjadinya barotrauma. Lama waktu menyelam dengan kecepatan menyelam sangat berkaitan dengan konsumsi gas yang diperoleh ketika menyelam melalui penggunaan Scuba. Sebelum melakukan penyelaman, 1 tabung Scuba dapat menyuplai kurang lebih 2100 L gas/1 Atm dengan 20 L/menit sehingga secara normal penyelaman dapat dilakukan selama 105 menit.



Namun, ketika adanya peningkatan tekanan misalnya 3 Atm, maka 1 tabung Scuba hanya mampu menyuplai 700 L dengan lama waktu penyelaman mencapai kurang lebih 35 menit. Adanya peningkatan 3 Atm ini meningkatkan konsumsi udara sebesar 3 kali lipat dimana sangat beresiko tinggi mengalami narkosis nitrogen dan toksisitas oksigen. Kondisi inilah yang meningkatkan resiko terjadinya barotrauma (Bove, 2014; Eichhorn & Leyk, 2015).

Konsumsi gas dengan kecepatan yang cepat pada saat penyelaman berhubungan mempertinggi resiko penyakit dekompresi. Kecepatan menyelam ke permukaan lebih dari 9 meter/menit dapat menyebabkan barotrauma ketika kondisi tubuh mengalami narkosis nitrogen dan toksisitas oksigen. Narkosis oksigen berawal dari konsumsi gas pada alat bantu nafas yang berlebihan di dalam tubuh ketika menyelam. Ketika penyelam berada di tekanan 3 Atm, maka awalnya alat bantu nafas yang digunakan hanya mampu menyuplai 700 L dengan lama menyelam mencapai 35 menit. Hal ini menunjukkan bahwa konsumsi gas pada kecepatan menyelam yang cepat ditambah dengan penyelaman yang lama sangat beresiko mengalami penyakit dekompresi (Bove, 2014; Eichhorn & Leyk, 2015).

### **6.9 Pengaruh faktor riwayat penyakit terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara**

Hasil penelitian ini menjelaskan bahwa faktor riwayat penyakit dapat berpengaruh terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan nilai  $p = 0.006$ . Nelayan yang memiliki riwayat penyakit 2.47 kali



beresiko mengalami barotrauma dibandingkan dengan tidak memiliki riwayat penyakit.

Pada penelitian ini, responden yang mengalami barotrauma mayoritasnya mempunyai riwayat penyakit pendukung dengan jumlah 59 orang dibandingkan dengan responden yang tidak memiliki riwayat penyakit pendukung dengan jumlah 28 orang. Sedangkan, responden yang tidak mengalami barotrauma mayoritasnya tidak memiliki riwayat penyakit pendukung dengan jumlah 47 orang dibandingkan dengan responden yang memiliki riwayat penyakit pendukung dengan jumlah 40 orang.

Nelayan penyelam yang mengalami barotrauma rata-rata memiliki riwayat penyakit asma, paru-paru serta hipertensi. Penyakit asma menjadi penyakit penyerta dominan pada barotrauma yang mencapai 43 orang penyelam (50%). Penyelam yang memiliki penyakit asma dan mengalami barotrauma dapat memperburuk kondisi tubuh hingga baik dari kesulitan buang air kecil hingga terjadi kelumpuhan. Hal ini terjadi pada 15 responden yang memiliki asma dan barotrauma. Bahkan ada 3 responden yang sudah mengalami kelumpuhan total akibat barotrauma yang memiliki riwayat penyakit penyerta (asma) saat menyelam.

Selain asma, banyak responden yang memiliki riwayat penyakit jantung dan hipertensi yang mencapai 30 orang penyelam. Penyelam yang memiliki riwayat penyakit jantung dan hipertensi yang mengalami barotrauma dapat memperburuk kondisi tubuh. Para nelayan sering merasa pusing atau vertigo ketika akan memulai atau ketika setelah selesai melakukan penyelaman. Selain itu, tidak sedikit para nelayan yang sering berdebar-debar serta sesak napas sebelum maupun setelah melakukan penyelaman. Selain itu, terdapat 26 orang juga pernah



mengalami infeksi paru-paru seperti pneumonia serta infeksi telinga seperti otitis media yang mana penyakit ini dapat meningkatkan resiko tinggi terjadinya barotrauma.

Hasil penelitian ini sejalan dengan Cialoni *et al* dan Eichhorn & Leyk yang menyatakan bahwa riwayat penyakit seperti hipertensi, asma, penyakit paru, penyakit jantung dan infeksi telinga dapat meningkatkan resiko terjadinya barotrauma (Cialoni *et al.*, 2017; Eichhorn & Leyk, 2015).

Hal ini berkaitan dengan perubahan kemampuan tubuh penyelam seperti pada pasien asma yang mana cenderung memiliki kemampuan kapasitas total paru yang tidak sama dengan orang normal. Ketika ada peningkatan tekanan saat menyelam, kondisi asma ini dapat mempengaruhi penyelam dimana penyelam cenderung tidak mampu menyelam dalam kondisi lama. Namun, ketika penyelam memaksakan tubuh untuk tetap menyelam, resiko barotrauma sangat besar terjadi pada penyelam (Cialoni *et al.*, 2017).

Persyaratan kesehatan untuk penyelam mempunyai perbedaan terhadap persyaratan untuk olahraga yang lain. Hal ini terkait dengan beberapa kondisi khusus seperti kontraindikasi untuk penyelaman.

Berdasarkan panduan pemeriksaan fisik penyelam dengan *Scuba* pada tahun 1989 menjelaskan bahwa terdapat kontraindikasi relatif dan absolut. Kontra indikasi relatif mengarah terkait kondisi kesehatan yang bersifat beresiko relatif dengan berpengaruh maupun tidak berpengaruh terkait kesehatan penyelam *Scuba*. Untuk kontraindikasi absolut mengarah pada kondisi yang tidak menjelaskan bahwa tidak dapat dilakukan proses penyelaman. Hal ini terjadi pada penderita asma yang menjadi kontroversis apakah boleh melakukan penyelaman. Banyak



pendapat ahli menyatakan bahwa penderita asma bukan mutlak kontradiktif terhadap aktivitas penyelaman.

Potensi penyelam penderita asma harus dievaluasi secara individu untuk menggambarkan tingkat kebugaran mereka dalam menyelam. Ketika akan memutuskan seseorang bisa menyelam atau tidak, dokter akan mempertimbangkan jenis serta tingkat keparahan asma, riwayat serangan asma semasa hidup, serta apa saja yang dapat memicu serangan asma. Penyelam dengan riwayat asma sebelum memutuskan untuk masuk ke bawah air, harus menemui dokter khusus penyelam dan menjalani pemeriksaan paru-paru secara rutin (Eichhorn & Leyk, 2015; Pieterse, 2006).

Penelitian yang dilakukan oleh Widyastuti *et al.* tahun 2019 menjelaskan adanya riwayat penyakit komorbid hipertensi terbukti berpengaruh terhadap kualitas hidup buruk penyelam tradisional penderita penyakit dekompresi. Hasil multivariat adanya riwayat penyakit komorbid hipertensi mempunyai besar risiko 65,476 kali lebih besar untuk terjadi kualitas hidup buruk dibandingkan dengan yang tanpa riwayat penyakit komorbid hipertensi (Widyastuti *et al.*, 2019). Penggunaan obat diuretik pada penyelam penderita hipertensi menyebabkan ketidakseimbangan cairan dan garam dalam darah serta urinasi berlebih sehingga terjadi dehidrasi. 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 meningkatkan risiko terjadinya penyakit dekompresi (Eichhorn & Leyk, 2015; Fahlman & Dromsky, 2006). Selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Irgens *et al.* tahun 2016 menyatakan bahwa peningkatan risiko penyakit dekompresi akan



menurunkan status kesehatan penyelam sehingga kualitas hidupnya menurun (Irgens *et al.*, 2016). Penyelam yang sebelumnya mempunyai riwayat menderita penyakit dekompresi, memiliki risiko untuk terkena penyakit dekompresi kembali karena kemampuan tubuh untuk mengimbangi formasi gelembung berikutnya menjadi berkurang. Dengan meningkatnya risiko untuk terkena penyakit dekompresi kembali, akan menurunkan status kesehatan penyelam serta kualitas hidupnya (Xu *et al.*, 2012).

#### **6.10 Pengaruh faktor penggunaan kompresor terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara**

Hasil penelitian ini menjelaskan bahwa faktor penggunaan kompresor berpengaruh terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan nilai  $p = 0,000$ . Adapun nelayan yang menggunakan kompresor saat menyelam 16,29 kali beresiko mengalami barotrauma dibandingkan dengan nelayan yang tidak menggunakan kompresor saat menyelam.

Kompresor yang digunakan nelayan pada penyelaman ini merupakan kompresor yang biasa digunakan untuk bidang mesin atau perbengkelan dimana kompresor ini tidak memiliki filter atau saringan udara untuk mengatur jumlah udara yang masuk ke dalam tubuh.

Kondisi ini tentu sangat berbahaya bagi tubuh manusia. Kompresor yang digunakan tergolong alat penyelaman yang tidak terstandarisasi dan sangat membahayakan bagi para nelayan penyelam tradisional.

Hasil penelitian ini selaras dengan Pai dan Shetty yang menjelaskan penggunaan alat bantu napas saat menyelam yang tidak



standar dapat menyebabkan terjadinya barotrauma melalui peningkatan tekanan yang berlebihan di dalam tubuh (Pai & Shetty, 2016).

Pada penelitian ini, para nelayan tradisional mayoritasnya menggunakan kompresor yang digunakan pada perbengkelan dengan ditambah modifikasi berupa adanya regulator tanpa filter dan selang panjang yang berhubungan langsung dengan mesin kompresor. Ketika dilakukan wawancara, para nelayan ini mengatakan mereka menggunakan kompresor ini agar bisa bernapas di dalam laut.

Penggunaan kompresor ini sudah dilakukan sejak dahulu secara turun temurun tanpa para nelayan tahu akan komposisi udara hasil pembakaran yang ada di kompresor serta bahaya kompresor. Adapun komposisi hasil pembakaran pada kompresor berupa gas CO dan CO<sub>2</sub>. Gas CO sangat berbahaya sekali ketika terhirup oleh para nelayan. Hal ini disebabkan karena aliran CO yang masuk ke tubuh akan bercampur dengan hemoglobin di dalam darah sehingga akan mengurangi kadar oksigen darah di dalam tubuh. Gas CO<sub>2</sub> yang merupakan hasil pembakaran kompresor ini dapat menyebabkan keracunan ketika jumlahnya melebihi kapasitas yang diperlukan oleh tubuh (Dharmawirawan & Modjo, 2012).

Penggunaan kompresor bagi penyelam yang tidak standar dapat membahayakan karena udara yang di hirup oleh penyelam bergantung pada stabilnya mesin kompresor di atas kapal. Pada suatu kondisi bila mesin kompresor mati atau selang udaranya terbelit dari kompresor menuju regulator maka akan mengganggu suplai udara dan berakibat fatal bagi penyelam itu sendiri (Luthfi *et al.*, 2015).

Selain itu, penggunaan kompresor yang tidak standar untuk menyelam dapat menyebabkan kejadian narkosis nitrogen dan toksisitas



oksigen akibat tidak terdapat filter atau pengaturan udara yang masuk.

Kondisi ini akan menyebabkan resiko kejadian barotrauma dengan rusaknya jaringan organ tubuh terutama pada paru-paru dan telinga (Cialoni *et al.*, 2017; Luthfi *et al.*, 2015).

Selain penyelaman di laut, kondisi barotruma juga sering dialami oleh orang yang menggunakan mesin kompresor di perindustrian dimana kondisi barotrauma yang sering terjadi berupa perforasi sigmoid colon (Al-Ozaibi & Al-Jarrah, 2017). Kondisi ini terjadi disebabkan oleh adanya peningkatan tekanan di dalam tubuh terutama pada saluran pencernaan. Tubuh akan mengalami distensi dibagian abdomen serta nyeri. Distensi yang terjadi pada bagian abdomen ini menekan hingga pada bagian kolon sehingga menyebabkan terjadinya perforasi dibagian anus (Hazar *et al.*, 2015).

Tingginya kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi didukung oleh kurangnya pengetahuan para nelayan terkait dengan bahaya penggunaan kompresor dan standar keamanan penyelaman. Kurangnya pengetahuan nelayan berkaitan dengan tidak adanya penyuluhan yang dilakukan oleh pemerintah setempat melalui perangkat pemerintah terkait seperti dinas kelautan dan perikanan serta dinas kesehatan. Tidak adanya koordinasi antara kedua instansi ini menjadi salah satu permasalahan yang mendukung barotrauma.

Rahmadayanti *et al* (2017) dan Parasetiyo (2015) menyatakan tingginya kejadian barotrauma pada nelayan disebabkan oleh tidak menggunakan alat pelindung diri dan penggunaan kompresor yang tidak dimodifikasi untuk standar keamanan penyelaman yang didukung dengan pengetahuan para nelayan yang rendah terkait dengan standar keamanan penyelaman dan barotrauma.



Para nelayan yang memiliki gejala penyakit barotrauma tidak segera mencari bantuan medis untuk mengatasi permasalahannya.

Mereka menganggap bahwa penyakit ini merupakan permasalahan yang berhubungan dengan keyakinan mereka. Dengan tidak adanya penanganan secara medis, penyakit barotrauma ini akan menyebabkan terjadinya kelumpuhan baik hanya sementara maupun permanen.

Cialoni *et al* (2017) menyatakan bahwa penanganan kejadian barotrauma harus segera dilakukan sejak di mulainya gejalanya seperti penurunan pendengaran serta sesak napas. Jika kondisi ini tidak segera ditangani, maka korban akan mengalami komplikasi seperti kelumpuhan.

Penggunaan kompresor pada penyelaman juga berkaitan dengan kedalaman penyelaman yang menyebabkan kejadian barotrauma.

Ketika manusia menyelam ke laut pada kedalaman yang melebihi 10 meter dengan menggunakan alat bantu penyelaman (kompresor) dapat meningkatkan resiko barotrauma melalui peningkatan tekanan 1 Atm atau 760 mmHg. Hal ini menunjukkan bahwa setiap kenaikan kedalaman 1 meter dalam menyelam, dapat meningkatkan 76 mmHg.

Ketika terjadi peningkatan tekanan ini, tubuh akan mengeluarkan mekanisme kompensasi melalui meningkatkan proses pernapasan berupa kondisi hiperventilasi akibat dari tekanan yang dipengaruhi oleh lingkungan luar. Hal ini muncul sebagai proses pencegahan terjadinya

kolaps paru akibat tekanan yang berlebihan dari luar. Kondisi hiperventilasi ini dapat mengakibatkan kurangnya pertukaran gas secara bebas ketika penyelaman akibat dari perbedaan tekanan ini (Sherwood, 2016). Kondisi hiperventilasi ini akan menyebabkan tubuh melakukan proses pertukaran gas secara cepat dan tidak teratur sehingga



menyebabkan terjadinya narkosis nitrogen dan toksisitas oksigen (Bove, 2014; Eichhom & Leyk, 2015).

#### **6.11 Faktor yang paling dominan berpengaruh terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara**

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa faktor penggunaan kompresor merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan nilai  $Exp(B)$  15.227.

Hal ini menunjukkan bahwa nelayan yang menggunakan kompresor 15.22 kali beresiko mengalami barotrauma setelah dikontrol oleh faktor usia, kecepatan naik, kedalaman penyelaman, frekuensi penyelaman dan faktor riwayat penyakit. Penggunaan kompresor pada penyelaman ini menggunakan kompresor yang digunakan diperindustrian dan diperbengkelan yang tidak mempunyai filter udara.

Hasil penelitian ini selaras dengan penelitian yang dilakukan Pai dan Shetty yang menyatakan bahwa penggunaan kompresor merupakan faktor yang mengakibatkan terjadinya barotrauma melalui peningkatan tekanan yang berlebihan di dalam tubuh (Pai & Shetty, 2016).

Penggunaan kompresor yang tidak sesuai dengan aturan penggunaannya dapat menyebabkan kondisi yang berbahaya bagi tubuh. Penggunaan kompresor yang digunakan untuk menyelam dapat menyebabkan kejadian narkosis nitrogen dan toksisitas oksigen akibat tidak terdapat filter atau pengaturan udara yang masuk. Kondisi ini akan menyebabkan resiko kejadian barotrauma dengan rusaknya jaringan



organ tubuh terutama pada paru-paru dan telinga (Cialoni *et al.*, 2017; Luthfi *et al.*, 2015).

Kompresor merupakan mesin atau alat mekanik yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan atau memampatkan fluida gas atau udara. Secara umum kompresor ini mengisap udara dari atmosfer dengan campuran beberapa gas yaitu 78% nitrogen, 21% oksigen dan 1% campuran argon, karbon dioksida, uap air, minyak dan lainnya.

Berdasarkan Undang-Undang No.45 tahun 2009 bahwa kompresor yang dilarang untuk digunakan adalah kompresor yang menggunakan mesin bensin karena gas buangnya yang berupa karbon monoksida (CO) dapat ikut tersimpan di dalam tabung kompresor sehingga penyelam beresiko mengalami keracunan gas. Hal ini didukung oleh Lee dan Ye yang menyatakan bahwa alat bantu nafas yang digunakan tidak sesuai dengan aturan standar keamanan dalam penyelaman dapat menyebabkan terjadinya keracunan gas yang berdampak pada kerusakan jaringan tubuh (Lee & Ye, 2013).

Selain itu, penggunaan kompresor yang tidak standar untuk menyelam dapat menyebabkan kejadian narkosis nitrogen dan toksisitas oksigen akibat tidak terdapat filter atau pengaturan udara yang masuk. Kondisi ini akan menyebabkan resiko kejadian barotrauma dengan rusaknya jaringan organ tubuh terutama pada paru-paru dan telinga (Cialoni *et al.*, 2017; Luthfi *et al.*, 2015).

Selain penyelaman di laut, kondisi barotrauma juga sering dialami oleh orang yang menggunakan mesin kompresor di perindustrian dimana kondisi barotrauma yang sering terjadi berupa perforasi sigmoid colon (Al-Ozaibi & Al-Jarrah, 2017). Kondisi ini terjadi disebabkan oleh



adanya peningkatan tekanan di dalam tubuh terutama pada saluran pencernaan. Tubuh akan mengalami distensi dibagian abdomen serta nyeri. Distensi yang terjadi pada bagian abdomen ini menekan hingga pada bagian kolon sehingga menyebabkan terjadinya perforasi dibagian anus (Hazar *et al.*, 2015).

### 6.12 Implikasi Keperawatan

Faktor usia, IMT, waktu penyelaman, kecepatan naik, kedalaman penyelaman, frekuensi menyelam, riwayat penyaki dan penggunaan kompresor merupakan faktor resiko terjadinya barotrauma.

Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan bahwa penggunaan kompresor menjadi faktor yang paling dominan berpengaruh terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara setelah dikontrol oleh faktor usia, kecepatan naik, kedalaman penyelaman, frekuensi penyelaman, dan riwayat penyakit. Dengan teridentifikasinya faktor-faktor ini, tenaga kesehatan terutama perawat dapat memberikan penyuluhan kepada masyarakat terkait bahaya penggunaan kompresor yang tidak sesuai dengan standar keamanan. Kompresor yang aman digunakan untuk menyelam dapat dimodifikasi dengan pemasangan filter udara terkait dengan sisa pembuangan karbon monoksida hasil pembakaran bensin serta jumlah udara yang masuk ke dalam tubuh penyelam. Hal ini dilakukan untuk mencegah terjadinya barotrauma akibat penggunaan kompresor.

### 6.13 Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan dalam penelitian, peneliti belum melakukan identifikasi pengetahuan penduduk nelayan terkait konsep menyelam yang aman serta belum diberikan pendidikan kesehatan terkait efek



samping dalam menyelam. Ditambah lagi kurangnya kualitas sumber daya manusia terutama dari segi pendidikan dimana para nelayan kebanyakan hanya lulus tamatan sekolah dasar sehingga ketika proses penelitian, peneliti cukup kesulitan menjelaskan proses penelitian. Selain itu, kurangnya tenaga kesehatan atau perawat yang hanya datang dalam 1 minggu mempersulit peneliti melakukan kerjasama kolaborasi dalam melakukan pemberian pendidikan kesehatan terkait menyelam yang aman. Tidak dilakukan pengecekan bias terkait dengan *matching* sampel pada penelitian ini sehingga tidak mengetahui seberapa besar bias pada penelitian ini. Selain itu, peneliti tidak melakukan pengukuran data fisiologi tubuh secara langsung kepada responden sehingga datanya hanya berasal dari data tim medis di pulau Tasipi.



## BAB 7

## KESIMPULAN DAN SARAN

## 7.1 Kesimpulan

1. Terdapat pengaruh faktor usia terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan usia beresiko 2.78 kali beresiko mengalami barotrauma dibandingkan dengan usia tidak beresiko.
2. Terdapat pengaruh faktor IMT terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan IMT yang tidak ideal 0.45 kali beresiko mengalami barotrauma dibandingkan dengan IMT yang ideal.
3. Tidak terdapat pengaruh faktor masa kerja sebagai nelayan terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara.
4. Terdapat pengaruh faktor waktu penyelaman terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan waktu penyelaman yang lama 3.45 kali beresiko mengalami barotrauma dibandingkan dengan penyelaman yang tidak lama.
5. Terdapat pengaruh faktor frekuensi penyelaman terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan frekuensi penyelaman sering 5.48 kali beresiko mengalami barotrauma dibandingkan dengan frekuensi penyelaman tidak sering.



6. Tidak terdapat pengaruh faktor waktu istirahat terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara.
7. Terdapat pengaruh faktor kedalaman penyelaman terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan kedalaman menyelam dalam 2.22 kali beresiko mengalami barotrauma dibandingkan dengan kedalaman menyelam dangkal.
8. Terdapat pengaruh faktor kecepatan naik terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan kecepatan naik yang cepat 4.09 kali beresiko mengalami barotrauma dibandingkan dengan kecepatan naik yang lambat.
9. Terdapat pengaruh faktor riwayat penyakit terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan ada riwayat penyakit 2.47 kali beresiko mengalami barotrauma dibandingkan dengan tidak ada riwayat penyakit.
10. Terdapat pengaruh faktor penggunaan kompresor terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan nelayan yang menggunakan kompresor 16.29 kali beresiko mengalami barotrauma dibandingkan dengan nelayan yang tidak menggunakan kompresor.
11. Faktor yang paling dominan berpengaruh terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara yaitu faktor penggunaan kompresor setelah dikontrol oleh usia, kecepatan naik, kedalaman penyelaman, frekuensi menyelam dan faktor riwayat penyakit dengan nilai  $Exp(B)$  15.227.

## 7.2 Saran

### 7.2.1 Pemerintah Daerah

1) Perlunya peningkatan kualitas sumber daya manusia terutama untuk nelayan terkait pendidikan nelayan, pemahaman nelayan terkait menyelam yang aman serta efek samping penyelaman yang perlu segera ditangani.

2) Perlunya menentukan standar penyelaman yang direkomendasikan untuk penyelam berupa umur rentang 18-40 tahun, indeks massa tubuh 18.5-24.9, waktu penyelaman dianjurkan < 30 menit (melebihi 30 menit perlu pengawasan lebih lanjut), kecepatan naik tidak melebihi 9 meter/menit, kedalaman penyelaman dianjurkan < 10 meter (melebihi 10 meter perlu pengawasan lebih lanjut), frekuensi penyelaman tidak melebihi 2 kali penyelaman/hari, pengawasan penyelam yang mempunyai penyakit paru-paru maupun jantung serta penggunaan kompresor yang sudah dimodifikasi dalam rangka menjaga keamanan penyelam.

3) Perlunya ada kebijakan dari kementerian kesehatan untuk meningkatkan jumlah tenaga kesehatan dan memperbaiki fasilitas kesehatan di pulau Tasipi sehingga mempermudah para nelayan mengakses pelayanan kesehatan yang diinginkan.

### 7.2.2 Keperawatan

1) Perlunya penambahan kurikulum keperawatan terkait dengan permasalahan kesehatan yang terjadi pada MATRA kelautan di Indonesia melalui kerjasama pemerintah daerah dengan instansi pendidikan keperawatan setempat.



### 7.2.3 Nelayan

1) Perlunya memahami konsep penyelaman yang aman, penggunaan alat bantu selam yang aman, serta pemahaman akan efek samping dari penyelaman yang mungkin timbul.

2) Perlunya melakukan pemeriksaan kesehatan secara rutin paska penyelaman dilakukan. Hal ini dilakukan sebagai upaya preventif maupun kuratif dalam mengatasi permasalahan yang muncul akibat menyelam.

### 7.2.4 Peneliti Selanjutnya

1) Perlu dikembangkan penelitian lebih lanjut dalam menggali aspek keyakinan dan budaya terkait efek penyelaman melalui pendekatan kualitatif.

2) Perlunya mengidentifikasi pengetahuan para nelayan terkait konsep penyelaman yang aman.

3) Perlu dilakukan pemberian pendidikan kesehatan kepada para nelayan terkait penyelaman yang aman, efek samping penyelaman yang dialami serta penanganan masalah penyelaman yang harus dilakukan oleh tenaga medis yang profesional.



## DAFTAR PUSTAKA

- Adam, J. G., Barton, E. D., Collings, J. L., DeBlieux, P. M. C., Gisondi, M. A., & Nadel, E. S. (2013). *Emergency Medicine Clinical Essentials*. China: Elsevier.
- Adams, G. L., Boies, L. R., & Higler, P. A. (2013). *Buku ajar penyakit THTedisi 6*. Jakarta: EGC.
- Ahmad, I., Souliisa, J., & Latuconsina, L. (2016). HUBUNGAN PENGUNAAN ALAT PENYELAM TRADISIONAL DENGAN KEJADIAN BAROTRAUMA. *Global Health Science*, 1(1), 30-35.
- Al-Ozaibi, L., & Al-Jarrah, Z. (2017). Colorectal injury by compressed air: the rule of conservative therapy. *Journal of Coloproctology*, 37(1), 47-49. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jcol.2016.07.001>
- Awang, M., Sulistomo, A., & Junus, M. (2017). Gambaran Fungsi Paru dan Faktor-Faktor yang Berhubungan pada Pekerja Terpapar Debu Bagasse di Pabrik Gula X Kabupaten Lampung Tengah. *J Indon Med Assoc*, 67(10), 576-583.
- Barbara, S. (2008). *UCSB The Diving Safety Manual Appendix 1: Definition of Terms*. California: University of California.
- Barron, E. (2018). The "Squeeze," an Interesting Case of Mask Barotrauma. *Air Medical Journal*, 37(1), 74-75. doi:<https://doi.org/10.1016/j.amj.2017.10.003>
- Battisti, A. S., & Murphy-Lavoie, H. M. (2018). Trauma, Barotrauma. *StatPearls*. Treasure Island (FL).
- Bentz, B., & Hughes, A. (2008). *Barotrauma*. Retrieved from USA:
- Bove, A. A. (2014). Diving medicine. *Am J Respir Crit Care Med*, 189(12), 1479-1486. doi:10.1164/rccm.201309-1662CI
- Bove, A. A., & Neuman, T. S. (2016). 78 - Diving Medicine. In V. C. Broaddus, R. J. Mason, J. D. Ernst, T. E. King, S. C. Lazarus, J. F. Murray, J. A. Nadel, A. S. Slutsky, & M. B. Gotway (Eds.), *Murray and Nadel's Textbook of Respiratory Medicine (Sixth Edition)* (pp. 1385-1395.e1383). Philadelphia: W.B. Saunders.
- Buzzacott, P. L. (2012). The epidemiology of injury in scuba diving. *Med Sport Sci*, 58, 57-79. doi:10.1159/000338582
- Choi, J. Y., Park, K. S., Park, T. W., Koh, W. J., & Kim, H. M. (2013). Colon Barotrauma Caused by Compressed Air. *Intestinal Research*, 11(3), 213. doi:10.5217/ir.2013.11.3.213
- Cialoni, D., Pieri, M., Balestra, C., & Marroni, A. (2017). Dive Risk Factors, Gas Bubble Formation, and Decompression Illness in Recreational SCUBA Diving: Analysis of DAN Europe DSL Data Base. *Frontiers in Psychology*, 8, 1-11. doi: 10.3389/fpsyg.2017.01587
- Culver, B. (2008). *Respiratory Mechanics. Clinical Respiratory Medicine 3rd ed*. Philadelphia: Mosby Elsevier.
- Dekelboum, A. (2008). *Diving Medicine Current Diagnosis and Treatment in Otolarynglogy*. Boston: McGraw-Hill Companies.
- Depkes. (2002). *Pedoman upaya kesehatan kerja bagi nelayan penyelam tradisional*. Retrieved from Jakarta:
- Depkes. (2008). *Petunjuk teknis upaya kesehatan penyelaman dan hiperbarik bagi petugas kesehatan Provisini, Kabupaten/Kota dan Puskesmas*. Retrieved from Jakarta:



Depkes, & TNI. (2001). *Materi pelatihan penanganan korban kecelakaan penyelaman dan tenggelam bagi dokter dan paramedis puskesmas daerah pesisir*. Retrieved from Jakarta:

Dharmawirawan, D. A., & Modjo, R. (2012). Identifikasi Bahaya Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Penangkapan Ikan Nelayan Muroami. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*, 6(4), 185-192.

Dinkes, & Jatim. (2001). *Materi pelatihan penatalaksanaan kecelakaan akibat penyelaman dan tenggelam*. Retrieved from Surabaya:

Djono, L. (2017). *Statistik kelautan dan perikanan tahun 2017*. Laworo: Dinas Kelautan dan Perikanan

Duke, H. I., Widyastuti, S. R., Hadisaputro, S., & Chasani, S. (2017). Pengaruh kedalaman menyelam, lama menyelam, anemia terhadap kejadian penyakit dekompresi pada penyelam tradisional. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 12(2), 12-18.

Eichhorn, L., & Leyk, D. (2015). Diving Medicine in Clinical Practice. *Deutsches Ärzteblatt International*, 112, 147-158. doi:10.3238/arztebl.2015.0147

Eichhorn, L., & Leyk, D. (2015). Diving medicine in clinical practice. *Dtsch Arztebl Int*, 112(9), 147-157; quiz 158. doi:10.3238/arztebl.2015.0147

Ekawati, T. (2005). *Analisis faktor resiko barotrauma membran timpani pada nelayan penyelam tradisional di kecamatan Semarang Utara Kota Semarang*. (Magister), Universitas Diponegoro, Semarang.

Fahlman, A., & Dromsky, D. M. (2006). Dehydration effects on the risk of severe decompression sickness in a swine model. *Aviat Space Environ Med*, 77(2), 102-106. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16491576>

Gil Canó, A., Monge García, M. I., Gracia Romero, M., & Díaz Monrové, J. C. (2012). Incidence, characteristics and outcome of barotrauma during open lung ventilation. *Medicina Intensiva (English Edition)*, 36(5), 335-342. doi:<https://doi.org/10.1016/j.medine.2012.07.003>

Golman, L., & Schafer, A. I. (2012). *Goldman's Cecil Medicine*. Philadelphia: Elsevier.

Hasan, H., & Arusita, R. (2019). Perubahan Fungsi Paru Pada Usia Tua. *Jurnal Respirasi*, 3(2), 52-57.

Hazar, E., Kayipmaz, A. E., Coskun, A., Ozbay, S., Okur, O. M., Ozkan, I., Kavalci, C. (2015). A dangerous joke: Colon perforation by an air compressor. *Medical Science and Discovery*, 2(5), 314-315. doi:10.17546/msd.12902

Irgens, Å., Troland, A. K., Djurhuus, A. R., & Grønning, A. M. (2016). Diving exposure and health effects in divers working in different areas of professional diving. *International Maritime Health*, 67(4), 235-242. doi:10.5603/imh.2016.0042

Jansen, S., Meyer, M. F., Boor, M., Felsch, M., Klünter, H. D., Pracht, E. D., . . . Grosheva, M. (2016). Prevalence of Barotrauma in Recreational Scuba Divers After Repetitive Saltwater Dives. *Otol Neurotol*, 37(9), 1325-1331. doi:10.1097/MAO.0000000000001158

Jeong, J. H., Kim, K., Cho, S. H., & Kim, K. R. (2012). Sphenoid sinus barotrauma after scuba diving. *American Journal of Otolaryngology*, 33(4), 477-480. doi:<https://doi.org/10.1016/j.amjoto.2011.10.017>

Kartorio, S. (2007). *Prevalensi dan faktor resiko kejadian penyakit dekompresi dan barotrauma pada nelayan penyelam di kecamatan Karimun, Jawa Kabupaten Jepara*. (Magister), Universitas Gajah Mada Yogyakarta.

Kay, E. (2018). *Prevention of middle ear barotrauma*. Washington: Doc' Diving Medicine Home.



- Lalley, P. M. (2013). The aging respiratory system—Pulmonary structure, function and neural control. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 187(3), 199-210. doi:<https://doi.org/10.1016/j.resp.2013.03.012>
- Lee, J., Kim, K., & Park, S. (2015). Factors associated with residual symptoms after recompression in type I decompression sickness. *The American Journal of Emergency Medicine*, 33(3), 363-366. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ajem.2014.12.011>
- Lee, S. H., Yim, S. J., & Kim, H. C. (2016). Aging of the respiratory system. *Kosin Med J*, 31(1), 11-18. doi:<https://doi.org/10.7180/kmj.2016.31.1.11>
- Lee, Y. I., & Ye, B. J. (2013). Underwater and Hyperbaric Medicine as a Branch of Occupational and Environmental Medicine. *Annals of Occupational and Environmental Medicine*, 25(39), 1-9. doi:10.1186/2052-4374-25-39
- LIPI. (2016). *menyelam*. Retrieved from Bandung:
- Luthfi, O. M., Yamindago, A., & Dewi, C. S. U. (2015). Perbaikan standar keamanan penyelaman nelayan kompresor kondang merak, malang dengan penggunaan scuba (self-contained underwater breathing apparatus). *Journal of Innovation and Applied Technology*, 1(2), 165-169.
- Lynch, J. H., & Bove, A. A. (2009). Diving Medicine: A review of current evidence. *J Am Board Fam Med*, 22, 399-407.
- Mahdi, H., Sasongko, Siswanto, Hinarya, D., Suharsono, & Soepriyoto. (2002). *Kelainan dan Penyakit Pada Penyelam Dalam*. Surabaya: Lembaga Kesehatan Kelautan TNI-AL.
- Melo, L. C., Silva, M. A., & Calles, A. C. (2014). Obesity and lung function: a systematic review. *Einstein (Sao Paulo)*, 12(1), 120-125. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24728258>
- Meyer, K. C. (2005). Aging. *Proc Am Thorac Soc*, 2(5), 433-439. doi:10.1513/pats.200508-081JS
- Navisah, S. F., Ma'rufi, I., & Sujoso, A. D. P. (2016). Faktor Risiko Barotrauma Telinga pada Nelayan Penyelam di Dusun Watu Ulo Desa Sumberejo Kecamatan Ambulu Kabupaten Jember *Jurnal IKESMA*, 12(1), 98-112.
- Navy. (2016). *U.S. Navy Diving Manual*. USA: United States Navy.
- Navy, U. (2008). *Diving principle and policies: Underwater Physics*. USA: US Navy.
- Oliveira, S., Portela, F., Santos, M. F., Machado, J., Abelha, A., Silva, Á., & Rua, F. (2015). Intelligent Decision Support to Predict Patient Barotrauma Risk in Intensive Care Units. *Procedia Computer Science*, 64, 626-634. doi:<https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.08.576>
- Pai, V., & Shetty, S. (2016). Fatal recto-sigmoid rupture by compressed air. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, 6(4), 542-545. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejfs.2016.08.002>
- Pedoto, A. (2012). Lung physiology and obesity: anesthetic implications for thoracic procedures. *Anesthesiol Res Pract*, 2012, 154208. doi:10.1155/2012/154208
- Pieterse, I. (2006). *The hearing abilities and middle ear functioning of the recreational scuba diver*. (Master), University of Pretoria, Pretoria.
- Prasetyo, A. T. (2012). *Pengaruh Kedalaman dan Lama Menyelam terhadap Perubahan Pendengaran pada Penyelam Tradisional dengan Alat Bantu Selam Kompresor Udara yang Mengalami Barotrauma Telinga*. (Master), Brawijaya, Malang.
- Rahmadayanti, Budiyo, & Yusniar. (2017). Faktor resiko gangguan akibat penyelaman pada penyelam tradisional di Karimunjawa Jepara. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 5(1), 473-481
- Rusly, A. (2010). *Barotrauma*. Universitas Syiah Kuala, Aceh.



- Salome, C. M., King, G. G., & Berend, N. (2010). Physiology of obesity and effects on lung function. *J Appl Physiol* (1985), 108(1), 206-211. doi:10.1152/jappphysiol.00694.2009
- Satriyani, Pandelaki, K., & Wongkar, M. C. P. (2015). HUBUNGAN OBESITAS DENGAN FAAL PARU PADA MAHASISWA FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS SAM RATULANGI MANADO *Jurnal e-Clinic (eCI)*, 3(1), 113-117.
- Sharma, G., & Goodwin, J. (2006). Effect of aging on respiratory system physiology and immunology. *Clin Interv Aging*, 1(3), 253-260. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18046878>
- Sherwood, L. (2016). *Fisiologi Manusia Dari Sel ke Sel*. Jakarta: EGC.
- Spira, A. (2008). Diving and marine medicine review part II: Diving disease *Journal of Travel Medicine*, 6(3), 180-198.
- Sudarmada, I. N. (2012). Perkembangan Kapasitas Paru Anak Usia 6-12 Tahun. *Jurnal Media Ilmu Keolahragaan Indonesia*, 2(1), 37-41.
- Sukbar, Dupai, L., & Munandar, S. (2016). Hubungan aktivitas menyelam dengan kapasitas vital paru pada pekerja nelayan di Desa Torobulu Kecamatan Laeya Kabupaten Konawe Selatan tahun 2016. *Jimkesmas*, 1(2), 1-9.
- Tatuene, J. K., Pignel, R., Pollak, P., Lovblad, K. O., Kleinschmidt, A., & Vargas, M. I. (2014). Neuroimaging of Diving-Related Decompression Illness: Current Knowledge and Perspectives. *AJNR Am J Neuroradiol*, 35, 2039-2044.
- Thiritz, D., & Kadir, A. (2005). Gangguan pendengaran dan keseimbangan pada penyelam tradisional suku bajo sulawesi selatan. *J Med Nus*, 26(3), 143-148.
- Vernick, D. (2018). *Ear Barotrauma*. USA: Wolters Kluwer.
- Walker, B. R., Colledge, N. R., Ralston, S. H., & Penman, I. D. (2014). *Davidson's Principle & Practice of Medicine*. China: Elsevier.
- Widyastuti, S. R., Hadisaputro, S., & Munasik. (2019). Faktor-Faktor yang Berpengaruh terhadap Kualitas Hidup Penyelam Tradisional Penderita Penyakit Dekompresi. *Jurnal Epidemiologi Kesehatan Komunitas*, 4(1), 45-54.
- Xu, W., Liu, W., Huang, G., Zou, Z., Cai, Z., & Xu, W. (2012). Decompression illness: clinical aspects of 5278 consecutive cases treated in a single hyperbaric unit. *PLoS One*, 7(11), e50079. doi:10.1371/journal.pone.0050079
- Zammit, C., Liddicoat, H., Moonsie, I., & Makker, H. (2010). Obesity and respiratory diseases. *Int J Gen Med*, 3, 335-343. doi:10.2147/IJGM.S11926

Lampiran 1. Jadwal Kegiatan

Bulan / Tahun 2018-2019

Uraian kegiatan	Bulan / Tahun 2018-2019																																																			
	Juli				Agustus				September				Oktober				November				Desember				Januari				Februari				Maret				April				Mei				Juni				Juli			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4								
Pengajuan Judul																																																				
Pembuatan proposal																																																				
Seminar dan perbaikan proposal																																																				
Penelitian																																																				
Penyusunan laporan																																																				
Pembuatan Manuscript Jurnal																																																				
Submit jurnal																																																				
Sidang Hasil Penelitian																																																				
Persiapan sidang tertutup																																																				



## Lampiran 2

**PENJELASAN UNTUK MENGIKUTI PENELITIAN**

1. Saya adalah Fatimah, mahasiswa Program Studi Magister Keperawatan Peminatan Gawat Darurat Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya dengan ini meminta bapak untuk berpartisipasi dengan sukarela dalam penelitian yang berjudul “Analisis Faktor Resiko Yang Berpengaruh Terhadap Kejadian Barotrauma Pada Nelayan Penyelam Tradisional Di Pulau Tasipi Kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara”.

2. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui “Analisis Faktor Resiko Yang Berpengaruh Terhadap Kejadian Barotrauma Pada Nelayan Penyelam Tradisional Di Pulau Tasipi Kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara” dan memberikan manfaat seperti:

a) Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar pengembangan keilmuan terkait faktor resiko barotrauma yang berpengaruh terhadap kejadian barotrauma akibat penyelaman pada nelayan penyelam tradisional khususnya bidang keperawatan dalam hal penanganan dan pencegahan barotrauma.

b) Hasil penelitian ini, dapat dijadikan pedoman untuk upaya pencegahan barotrauma pada nelayan penyelam tradisional baik bagi Rumah Sakit setempat maupun instansi terkait yakni dinas perikanan dan kelautan dimana dapat melakukan pemberian pendidikan serta pelatihan terkait dengan penyelaman yang aman.

Penelitian ini akan berlangsung paling lama 1 minggu dengan sampel berupa nelayan penyelam tradisional pada pulau Tasipi kabupaten Muna Barat yang mengalami kejadian barotrauma.

3. Prosedur pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan tehnik total *sampling* yaitu memilih semua kelompok populasi sebagai subjek penelitian.

Cara ini mungkin dapat menyebabkan waktu bapak sedikit tersita, namun bapak tidak perlu khawatir karena kami akan melakukan dengan memaksimalkan waktu yang ada dan menjaga kerahasiaan anda sebagai responden.

4. Keuntungan yang bapak peroleh dengan keikutsertaan dalam penelitian ini yaitu:

a) Dapat mengetahui faktor resiko yang berpengaruh terhadap kejadian barotrauma akibat penyelaman sehingga dapat melakukan pencegahan sedini.

b) Mendapatkan pengetahuan tentang pengetahuan akan barotrauma baik dari pencegahan maupun penanganannya.

c) Sebagai sumber data penelitian yang hasil penelitian ini akan disampaikan ke dinas yang terkait dalam mengatasi kejadian barotrauma yang ada di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat.

5. Seandainya bapak menyetujui atau tidak menyetujui ini, maka kami akan menghormati apapun keputusan dari bapak.

6. Nama dan jati diri bapak akan tetap dirahasiakan

Tasipi, 2018

Peneliti

(Fatimah)

NIM. 176070300111035



Lampiran 3

**PERNYATAAN PERSETUJUAN UNTUK BERPARTISIPASI DALAM PENELITIAN**

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa:

1. Saya telah mengerti tentang apa yang tercantum dalam lembar penjelasan dan telah dijelaskan oleh peneliti.

2. Dengan ini saya menyatakan bahwa secara sukarela bersedia untuk ikut serta menjadi salah satu subyek penelitian yang berjudul:

“Analisis Faktor Resiko Yang Berpengaruh Terhadap Kejadian Barotrauma Pada Nelayan Penyelam Tradisional Di Pulau Tasipi Kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara”.

Peneliti

Tasipi, 2018

Yang membuat pernyataan

(Fatimah)

(.....)

Nim. 176070300111035

Saksi 1

saksi 2

(.....)



Lampiran 4



**INSTRUMEN PENELITIAN**  
**ANALISIS FAKTOR RESIKO YANG BERPENGARUH TERHADAP**  
**KEJADIAN BAROTRAUMA PADA NELAYAN PENYELAM**  
**TRADISIONAL DI PULAU TASIPI KABUPATEN**  
**MUNA BARAT SULAWESI TENGGARA**

**PETUNJUK PENGISIAN**

I. Berilah tanda *check list* (√) pada kolom yang tersedia sesuai dengan pendapat saudara. Bila saudara membatalkan jawaban yang telah di *check list* (√), maka berilah tanda silang (X) pada jawaban yang dimaksud. Pada bagian isian yang kosong, dimohon untuk menulis angka maupun kalimat yang sesuai dengan kondisi anda.

Pendapat saudara merupakan kenyataan yang dialami atau sesuai dengan kondisi yang saudara rasakan. Mohon saudara mengisi jawaban pertanyaan di bawah ini dengan jujur dan terus terang, karena hasil penelitian ini akan lebih akurat hasilnya bila jawaban yang diberikan mencerminkan keadaan yang sebenarnya.

**IDENTITAS RESPONDEN**

1. Nama : \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_
2. Usia : \_\_\_\_\_ Tahun
3. Pendidikan :  SD  SMP  SMA  SARJANA
4. Berat Badan : \_\_\_\_\_ Kg Tinggi Badan: \_\_\_\_\_ Cm
5. Sejak usia berapa menyelam : \_\_\_\_\_ Tahun
6. Aktifitas menyelam saat ini :  aktif  tidak aktif
  - a. Jika aktif
    - Berapa lama bekerja (berpofesi) sebagai penyelam : \_\_\_\_\_ Tahun/bulan
  - b. Jika tidak aktif
    - Berapa lama aktif bekerja (berpofesi) sebagai penyelam : \_\_\_\_\_ Tahun/bulan
    - Sejak kapan berhenti menyelam (sejak tahun berapa) : \_\_\_\_\_





Alasan berhenti menyelam :

7. Lama menyelam : Menit/Jam

8. Kecepatan naik : Meter/menit

9. Kedalaman Penyelaman : Meter

10. Frekuensi Menyelam : x/hari

11. Waktu Istirahat : jam

12. Faktor Riwayat Penyakit :  Ada: Ket  asma  hipertensi

penyakit vaskular

Tidak Ada  penyakit paru-paru

penyakit jantung

penyakit infeksi

13. Kompresor :  Menggunakan Kompresor

Tidak Menggunakan Kompresor

14. Masalah kesehatan yang di alami selama menyelam:

Ada  Tidak ada ket:  Tuli/ tidak mendengar

Lumpuh

Pandangan Kabur

Jika ada,

a. Sejak kapan mulai mengalami keluhan tersebut?

b. Apakah gejalanya bertahap atau langsung?

c. Apa tindakan yang dilakukan untuk mengatasi masalah kesehatan tersebut?

Lampiran 5 Surat Permohonan Etik



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS KEDOKTERAN

Jalan Veteran Malang - 65145, Jawa Timur - Indonesia  
Telp. (62) (0341) 551611 Ext. 213.214; 569117; 567192 - Fax. (62) (0341) 564755  
http://www.fk.ub.ac.id e-mail : sekr.fk@ub.ac.id

Nomor : 11892 /UN10.F08.01/PN/2018  
Lampiran : Satu Bendel  
Hal : Permohonan *Ethical Clearance*

14 NOV 2018

Yth. Ketua Komisi Etik Penelitian Kesehatan  
LPPM Universitas Haluoleo (UHO)  
Kota Kendari

Sehubungan dengan Penyusunan Karya Tulis Ilmiah sebagai prasyarat bagi Mahasiswa Program Studi S2 Keperawatan Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang, bersama ini kami mohon dapatnya diterbitkan *Ethical Clearance* bagi nama di bawah ini yang akan melakukan Penelitian di Pulau Tasipi Kabupaten Muna Barat.

Nama : Fatimah  
Program Studi : S2 Keperawatan Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya  
Judul Penelitian : Analisis Faktor Resiko yang Berpengaruh Terhadap Kejadian Barotrauma pada Nelayan Penyelam Tradisional di Pulau Tasipi Kabupaten Muna Barat

Atas perhatian dan kerjasamanya kami sampaikan terima kasih.

Dekan,  
  
Dr. dr. Sri Andarini, M.Kes  
NIP. 195804141987012001

Tembusan :  
1. KPS Magister Keperawatan FKUB





KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS KEDOKTERAN

Jalan Veteran Malang - 65145, Jawa Timur - Indonesia  
Telp. (62) (0341) 551611 Ext. 213.214; 569117; 567192 - Fax. (62) (0341) 564755  
http://www.fk.ub.ac.id e-mail : sekr.fk@ub.ac.id

NOTA DINAS  
Nomor 388 /UN10.F08.12.21/2018

Yth : Ketua Komisi Etika Penelitian Kesehatan FKUB  
Dari : KPS Magister Keperawatan  
Derajat : amat segera  
Sifat : rahasia  
Hal : Persetujuan Keterangan Kelaikan Etik (Ethical Clearance)

Sehubungan dengan Studi Mahasiswa Program Studi Magister Keperawatan Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang, khususnya dalam rangka tugas-tugas akademik / penyelesaian bagi mahasiswa yang tersebut di bawah ini :

Nama : Fatimah  
NIM : 176070300111035  
Program Studi : Magister Keperawatan  
Alamat Mahasiswa : Jl. Salepa No. 13 A Raha Kabupaten Muna  
JudulTesis : Analisis Faktor Resiko yang Berpengaruh Terhadap Kejadian Barotrauma pada Nelayan Penyelam Tradisional di Pulau Tasipi Kabupaten Muna Barat

Dengan ini kami mohon bantuan agar mahasiswa tersebut dibuatkan Surat Pengantar Permohonan Kelaikan Etik (Ethical Clearance) ke Ketua Komisi Etik Universitas Haluoleo (UHO) Kota Kendari sepanjang mahasiswa kami memenuhi ketentuan yang berlaku .

atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

05 November 2018  
KPS Magister Keperawatan  


Dr. Titin Andri Wihastuti, S.Kp, M.Kes  
NIP. 197702262003122001

Lampiran 6 Ethical Clearance



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PERGURUAN TINGGI
UNIVERSITAS HALU OLEO
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
KOMISI ETIK PENELITIAN KESEHATAN
Kampus Hijau Bumi Tridharma Anduonohu Jl. H.E.A. Mokodompit Kendari
Telp/Fax. (0401) 3193391, Website: lppm.ac.id

Surat Kelaikan Etik (Ethical Clearance)
Untuk Penelitian Kesehatan yang Menggunakan Manusia Sebagai Subjek Penelitian

KELAIKAN ETIK (ETHICAL CLEARANCE)
Nomor: 2504/UN29.20/PPM/2018

Yang bertanda tangan dibawah ini, Ketua Komisi Etik Penelitian kesehatan Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Universitas Halu Oleo, setelah dilaksanakan pembahasan dan penilaian, dengan ini memutuskan protokol penelitian yang berjudul:

“Analisis Faktor Resiko yang Berpengaruh Terhadap Kejadian Barotrauma pada Nelayan Penyelam Tradisional di Pulau Tasipi Kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara”

yang mengikutsertakan manusia sebagai subjek penelitian, dengan

- Ketua Pelaksana/Peneliti Utama : Fatimah
Unit/lembaga : Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya
Tempat penelitian : Pulau Tasipi Kab. Muna Barat Sulawesi Tenggara

dapat disetujui pelaksanaannya. Persetujuan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan sampai dengan batas waktu pelaksanaan penelitian seperti tertera dalam protokol.

Pada akhir penelitian, laporan pelaksanaan penelitian harus diserahkan kepada KEP-LPPM UHO. Jika ada perubahan protokol dan/atau perpanjangan penelitian, harus mengajukan kembali permohonan kajian etik penelitian (amandemen protokol).

Kendari, 26 November 2018

Ketua
Komisi Etik Penelitian
LPPM UHO,
Dr. Nani Umar, M.Kes





Lampiran 7 Surat Studi Pendahuluan Dinas Kesehatan



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS KEDOKTERAN

Jalan Veteran Malang - 65145, Jawa Timur - Indonesia  
Telp. (62) (0341) 551611 Ext. 213.214; 569117; 567192 - Fax. (62) (0341) 564755  
http://www.fk.ub.ac.id e-mail : sekr.fk@ub.ac.id

Nomor : 5635 /UN10.F08.01/PP/2018  
Hal : Permohonan Ijin Studi Pendahuluan

Yth. Kepala Dinas Kesehatan Kabupaten Muna

Sehubungan dengan penyelesaian Tesis mahasiswa Program Studi Magister Keperawatan FKUB yang tersebut di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Fatimah  
NIM : 176070300111035  
Judul Penelitian : Efektivitas Model Pembelajaran Peer Group Terhadap Pengetahuan, Keterampilan, Kesiediaan, dan Sikap BHD Masyarakat Awam di Wilayah Pesisir Tiworo Kepulauan Sulawesi Tenggara

Dengan ini kami mohon agar mahasiswa tersebut diberikan ijin studi pendahuluan di wilayah Kerja Saudara sepanjang mahasiswa kami memenuhi ketentuan yang berlaku.

atas perhatian dan kerjasamanya kami sampaikan terima kasih

a.n. Dekan  
Wakil Dekan Bidang Akademik  
  
Dr. dr. Wisnu Barlianto, M.Si.Med, SpA(K)  
NIP. 197307262005011008



Lampiran 8 Surat Studi Pendahuluan Dinas Perikanan



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS KEDOKTERAN

Jalan Veteran Malang - 65145, Jawa Timur - Indonesia  
Telp. (62) (0341) 551611 Ext. 213.214; 569117; 567192 - Fax. (62) (0341) 564755  
http://www.fk.ub.ac.id e-mail : sekr.fk@ub.ac.id

Nomor : 5635 /UN10.F08.01/PP/2018 05 JUN 2018  
Hal : Permohonan Ijin Studi Pendahuluan

Yth. Kepala Dinas Perikanan Kabupaten Muna

Sehubungan dengan penyelesaian Tesis mahasiswa Program Studi Magister Keperawatan FKUB yang tersebut di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Fatimah  
NIM : 176070300111035  
Judul Penelitian : Efektivitas Model Pembelajaran Peer Group Terhadap Pengetahuan, Keterampilan, Kesiediaan, dan Sikap BHD Masyarakat Awam di Wilayah Pesisir Tiworo Kepulauan Sulawesi Tenggara

Dengan ini kami mohon agar mahasiswa tersebut diberikan ijin studi pendahuluan di wilayah Kerja Saudara sepanjang mahasiswa kami memenuhi ketentuan yang berlaku.

atas perhatian dan kerjasamanya kami sampaikan terima kasih

a.n. Dekan  
Wakil Dekan Bidang Akademik

Dr. dr. Wisnu Barlianto, M.Si.Med, SpA(K)  
NIP. 197307262005011008



## Lampiran 9 Surat Izin Penelitian Balitbang



### PEMERINTAH PROVINSI SULAWESI TENGGARA BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

Kompleks Bumi Praja Anduonohu Telp. (0401) 395690 Kendari 93121  
Website : balitbang sulawesitenggara prov.go.id Email: badan.litbang.sultra01@gmail.com

Kendari, 26 November 2018

Nomor : 070/8082/Balitbang/2018  
Lampiran : -  
Perihal : **Pra Penelitian**

K e p a d a  
Yth. Bupati Muna Barat  
di -  
LAWORO

Berdasarkan Surat Dekan Fak. Kedokteran Universitas Brawijaya Malang Nomor : 11836/UN10.F08.01/PP/2018 tanggal 13 November 2018 perihal tersebut di atas, Mahasiswa di bawah ini :

Nama : FATIMAH  
NIM : 176070300111035  
Prodi : Ilmu Kedokteran  
Pekerjaan : Mahasiswa  
Lokasi Penelitian : Pulau Tasipi Kab. Muna Barat

Bermaksud untuk Melakukan Penelitian/Pengambilan Data di Daerah/Kantor Saudara dalam rangka penyusunan KTI/Skripsi/Tesis/Disertasi, dengan judul :

#### **"ANALISIS FAKTOR RESIKO YANG BERPENGARUH TERHADAP KEJADIAN BAROTRAUMA PADA NELAYAN PENYELAM TRADISIONAL DI PULAU TASIPI KAB. MUNA BARAT".**

Yang akan dilaksanakan dari tanggal : 26 November 2018 sampai selesai.

Sehubungan dengan hal tersebut diatas, pada prinsipnya kami menyetujui kegiatan dimaksud dengan ketentuan :

1. Senantiasa menjaga keamanan dan ketertiban serta mentaati perundang-undangan yang berlaku.
2. Tidak mengadakan kegiatan lain yang bertentangan dengan rencana semula.
3. Dalam setiap kegiatan dilapangan agar pihak Peneliti senantiasa koordinasi dengan pemerintah setempat.
4. Wajib menghormati Adat Istiadat yang berlaku di daerah setempat.
5. Menyerahkan 1 (satu) exemplar copy hasil penelitian kepada Gubernur Sultra Cq. Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Provinsi Sulawesi Tenggara.
6. Surat izin akan dicabut kembali dan dinyatakan tidak berlaku apabila ternyata pemegang surat izin ini tidak mentaati ketentuan tersebut di atas.

Demikian Surat Izin Penelitian diberikan untuk digunakan sebagaimana mestinya.

an. GUBERNUR SULAWESI TENGGARA  
KEPALA BADAN PENELITIAN & PENGEMBANGAN  
SEKRETARIS,

**Dr. Drs. LA ODE MUSTAFA MUCHTAR M.Si**

Pembina (t) Gol. IV/b  
Nip. 19740104 199302 1 001

#### T e m b u s a n :

1. Gubernur Sulawesi Tenggara (sebagai laporan) di Kendari;
2. Dekan Fak. Kedokteran Universitas Brawijaya di Malang;
3. Ketua Prodi Ilmu Kedokteran Fak. Kedokteran Universitas Brawijaya di Malang;
4. Kepala Badan Kesbang Kab. Muna Barat di Laworo;
5. Mahasiswa yang bersangkutan;

Lampiran 10 Surat Izin Penelitian Dinas Kelautan dan Kesehatan



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS KEDOKTERAN

Jalan Veteran Malang - 65145, Jawa Timur - Indonesia  
Telp. (62) (0341) 551611 Ext. 213.214; 569117; 567192 - Fax. (62) (0341) 564755  
http://www.fk.ub.ac.id e-mail : sekr.fk@ub.ac.id

Nomor : 11836 /UN10.F08.01/PP/2018  
Hal : Permohonan Ijin Penelitian

13 NOV 2018

Yth. Kepala Dinas Kesehatan Kabupaten Muna Barat

Sehubungan dengan penyelesaian Tesis mahasiswa Program Studi Magister Keperawatan FKUB yang tersebut di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Fatimah  
NIM : 176070300111035  
Judul Penelitian : Analisis Faktor Resiko yang Berpengaruh Terhadap Kejadian Barotrauma pada Nelayan Penyelam Tradisional di Pulau Tasipi Kabupaten Muna Barat

Dengan ini kami mohon agar mahasiswa tersebut diberikan ijin penelitian di wilayah kerja Saudara sepanjang mahasiswa kami memenuhi ketentuan yang berlaku.

atas perhatian dan kerjasamanya kami sampaikan terima kasih

a.n. Dekan  
Wakil Dekan Bidang Akademik  
  
Dr. dr. Wisnu Barlianto, M.Si.Med, SpA(K)  
NIP. 197307262005011008







KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS KEDOKTERAN

Jalan Veteran Malang - 65145, Jawa Timur - Indonesia  
Telp. (62) (0341) 551611 Ext. 213.214; 569117; 567192 - Fax. (62) (0341) 564755  
http://www.fk.ub.ac.id e-mail : sekr.fk@ub.ac.id

Nomor : 11236 /UN10.F08.01/PP/2018  
Hal : Permohonan Ijin Penelitian

13 NOV 2018

Yth. Kepala Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Muna Barat

Sehubungan dengan penyelesaian Tesis mahasiswa Program Studi Magister Keperawatan FKUB yang tersebut di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Fatimah  
NIM : 176070300111035  
Judul Penelitian : Analisis Faktor Resiko yang Berpengaruh Terhadap Kejadian Barotrauma pada Nelayan Penyelam Tradisional di Pulau Tasipi Kabupaten Muna Barat

Dengan ini kami mohon agar mahasiswa tersebut diberikan ijin penelitian di wilayah kerja Saudara sepanjang mahasiswa kami memenuhi ketentuan yang berlaku.

atas perhatian dan kerjasamanya kami sampaikan terima kasih

a.n. Dekan  
Wakil Dekan Bidang Akademik  
  
Dr. dr. Wisnu Barlianto, M.Si.Med, SpA(K)  
NIP.197607262005011008

Lampiran 11 Surat Izin Penelitian Kecamatan dan Bangkesbangpol



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS KEDOKTERAN

Jalan Veteran Malang - 65145, Jawa Timur - Indonesia  
Telp. (62) (0341) 551611 Ext. 213.214; 569117; 567192 - Fax. (62) (0341) 564755  
http://www.fk.ub.ac.id e-mail : sekr.fk@ub.ac.id

Nomor : 1183C /UN10.F08.01/PP/2018  
Hal : Permohonan Ijin Penelitian

13 NOV 2018

Yth. Camat Kecamatan Tiworo Utara

Sehubungan dengan penyelesaian Tesis mahasiswa Program Studi Magister Keperawatan FKUB yang tersebut di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Fatimah  
NIM : 176070300111035  
Judul Penelitian : Analisis Faktor Resiko yang Berpengaruh Terhadap Kejadian Barotrauma pada Nelayan Penyelam Tradisional di Pulau Tasipi Kabupaten Muna Barat

Dengan ini kami mohon agar mahasiswa tersebut diberikan ijin penelitian di wilayah kerja Saudara sepanjang mahasiswa kami memenuhi ketentuan yang berlaku.

atas perhatian dan kerjasamanya kami sampaikan terima kasih



a.n. Dekan  
Wakil Dekan Bidang Akademik

Dr. dr. Wisnu Barlianto, M.Si.Med, SpA(K)  
NIP. 197307262005011008







KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS KEDOKTERAN

Jalan Veteran Malang - 65145, Jawa Timur - Indonesia  
Telp. (62) (0341) 551611 Ext. 213.214; 569117; 567192 - Fax. (62) (0341) 564755  
http://www.fk.ub.ac.id e-mail : sekr.fk@ub.ac.id

Nomor : 11826/UN10.F08.01/PP/2018  
Hal : Permohonan Ijin Penelitian

13 NOV 2018

Yth. Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Provinsi Sulawesi Tenggara

Sehubungan dengan penyelesaian Tesis mahasiswa Program Studi Magister Keperawatan FKUB yang tersebut di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Fatimah  
NIM : 176070300111035  
Judul Penelitian : Analisis Faktor Resiko yang Berpengaruh Terhadap Kejadian Barotrauma pada Nelayan Penyelam Tradisional di Pulau Tasipi Kabupaten Muna Barat

Dengan ini kami mohon agar mahasiswa tersebut diberikan ijin penelitian di wilayah kerja Saudara sepanjang mahasiswa kami memenuhi ketentuan yang berlaku.

atas perhatian dan kerjasamanya kami sampaikan terima kasih

a.n. Dekan  
Wakil Dekan Bidang Akademik

Dr. dr. Wisnu Barlianto, M.Si.Med, SpA(K)  
NIP 197307262005011008

Lampiran 12 Surat Keterangan Penelitian Kecamatan



**KABUPATEN MUNA BARAT**  
**KECAMATAN TIWORO UTARA**  
Jalan : Pelabuhan Ferry Tondasi

No. : 140/131/TSP/2018  
Lampiran : -  
Perihal : Keterangan Selesai Penelitian di  
Desa Tasipi Kec. Tiworo Utara  
Kabupaten Muna Barat

Kepada  
Yth :PLT. Kepala Desa Tasipi  
Di-  
Tempat

Kepada  
Yth. Wakil Dekan Bidang Akademik  
Universitas Brawijaya Fakultas Kedokteran

Sehubungan dengan selesainya penelitian

Atas Nama : FATIMAH  
NIM : 176070300111035

Kami pemerintah Desa Tasipi menganggap bahwa penting dengan kedatangan Mahasiswa yang meneliti di Desa kami sejak tanggal 23 November hingga 5 Desember 2018, olehnya tak lupa pula mengucapkan terima kasih kepada pihak Universitas Brawijaya mengarahkan mahasiswa untuk meneliti di Desa kami.

Demikian keterangan ini, kami berikan kepada yang bersangkutan untuk bahan keperluan seperlunya.

Tasipi, Rabu 05 Desember 2018

Mengetahui ;

Camat Tiworo Utara  
**BAHRI, S.Pd**  
196612311988031174

Kepala Desa Tasipi  
**Drs. SUPARMAN**

file:///C:/Users/ahmad/Downloads/140131TSP2018/121218



Lampiran 13 Surat Keterangan Penelitian Dinas Kesehatan dan Kelautan



PEMERINTAH KABUPATEN MUNA BARAT  
DINAS KESEHATAN

Jln. Poros Lagadi – Tondasi, Kode Pos 93653

Nomor : 800 / SO 1.1 / X 11 / 2018  
Lampiran :  
Perihal : Surat Keterangan telah Melakukan Penelitian

Yth. Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ns. HIDAYAT, S.Kep  
NIP : 19640505 198703 1 016  
Jabatan : Kepala Dinas Kesehatan Kab.Muna Barat

Dengan ini menerangkan bahwa mahasiswa program studi Magister Keperawatan (Gawat Darurat) Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya di bawah ini :

Nama : Fatimah  
NIM : 176070300111035  
Judul Penelitian : Analisis Faktor Risiko yang Berpengaruh terhadap Kejadian Barotrauma pada Nelayan Penyelam Tradisional di Pulau Tasipi Kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara

Telah selesai melakukan penelitian di Pulau Tasipi Kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara Terhitung mulai tanggal 23 November 2018 sampai dengan 05 Desember 2018.

Atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Laworo, 05 Desember 2018  
Kepala Dinas Kesehatan Kab. Muna Barat  
  
Ns. HIDAYAT, S.Kep  
Pembina, Gol.IV/a  
NIP.19640505 198703 1 016





PEMERINTAH KABUPATEN MUNA BARAT  
**DINAS KELAUTAN DAN PERIKANAN**

Jl. Ring Road Desa Waukuni Kec.Sawerigadi - LAWORO

Nomor : 22 . 01 / 128 . a / 2018

Lampiran :

Lampiran : surat keterangan telah melakukan penelitian

Yth. Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : IR LA DJONO

Nip : 19631231 199203 1 119

Jabatan : Kepala Dinas Kelautan Dan Perikanan

Dengan ini menerangkan bahwa mahasiswa program study magister keperawatan (Gawat

Darurat fakultas kedokteran universitas brawijaaya di bawah ini :

Nama : Fatimah

Nim : 176070300111035

Judul penelitian : *Analisis Faktor Risiko yang Berperpengaruh terhadap Kejadian*

*Barotrauma pada Nelayan Penyelam Tradisional di Pulau Tasipi Kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara*

Telah selesai melakukan penelitian di pulau tasipi kabupaten muna barat sulawesi tenggara terhitung mulai tanggal 23 november 2018 sampai dengan 05 desember 2018 Atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.



Laworo, 05 desember 2018

Kepala dinas kelautan dan perikanan

Ir.H.LA DJONO

NIP. 19631231 199203 1 119



Lampiran 14 Surat Bebas Plagiasi



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS KEDOKTERAN
Jalan Veteran Malang – 65145, Jawa Timur - Indonesia
Telp. (0341) 551611 Pes. 213.214; 569117, 567192 – Fax. (62) (0341) 564755
http://www.fk.ub.ac.id e-mail : sekr.fk@ub.ac.id

SURAT KETERANGAN

Nomor : 33 /UN10.F08.08/PN/2019

Berdasarkan pemindaian dengan perangkat lunak Turnitin, Badan Penerbitan Jurnal (BPJ) Fakultas Kedokteran menyatakan bahwa Artikel Ilmiah berikut :

- Judul : Analisis Faktor Resiko Yang Berpengaruh Terhadap Kajadian Barotrauma Pada Nelayan Penyelam Tradisional Di Pulau Tasipi Kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara
Penulis : Fatimah
NIM : 176070300111035
Jumlah Halaman : 82
Jenis Artikel : Tesis (Program Studi Magister Keperawatan)
Kemiripan : 5 %

Demikian surat keterangan ini agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

15 JAN 2019



Ketua Badan Penerbitan Jurnal,
Dr. Husnul Khotimah, S.Si, M.Kes
NIP. 19751125 200501 2 001









KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
 UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
 FAKULTAS KEDOKTERAN  
 PROGRAM MAGISTER KEPERAWATAN  
 Jalan Veteran Malang - 65145, Jawa Timur - Indonesia  
 Telp. (62) (0341) 569117, 567192 Ext. 167 - Fax. (62) (0341) 564755  
 http://s2keperawatan.fk.ub.ac.id e-mail : s2keperawatan@ub.ac.id

Form Tesis 04

LEMBAR KONSULTASI TESIS

Nama : Fetiimah  
 NIM : 17.60.70.300.11035  
 Program Studi : Magister Keperawatan  
 Judul Tesis : Analisis Faktor Risiko yang Berpengaruh terhadap Kejadian Parotitis pada Pelayanan Penyelesaian Tradisional di Pulau Taqipi Kab. Muna  
 Pembimbing I : Dr. dr. Sri Andarini, M. Kes  
 Pembimbing II : Dr. Asti Melani Actari, S.kep., M.kep., Sp. Mat

Tgl	Pembimbing I / II	Topik Bahasan	Saran Pembimbing	Tanda Tangan
10/12/2018	Pembimbing I	Bab 5-6	Revisi	
14/12/2018	Pembimbing I	Bab 5-6	Revisi	
18/12/2018	Pembimbing I	Bab 5-7	Revisi	
21/12/2018	Pembimbing I	Bab 5-7	Revisi	
26/12/2018	Pembimbing I	Bab 5-7 + manuskrip	Revisi	
28/12/2018	Pembimbing I	Manuskrip	Revisi	
8/01/2019		Plagiasi	Revisi	















Lampiran 16 Analisa Hasil Penelitian

1. Analisis Univariat

Usia responden

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Beresiko Tinggi	62	71.3	71.3	71.3
	Beresiko Rendah	25	28.7	28.7	100.0
	Total	87	100.0	100.0	

Pendidikan

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	SD	78	89.7	89.7	89.7
	SMP	6	6.9	6.9	96.6
	SMA	3	3.4	3.4	100.0
	Total	87	100.0	100.0	

Indeks Massa Tubuh

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Tidak Ideal	47	54.0	54.0	54.0
	Ideal	40	46.0	46.0	100.0
	Total	87	100.0	100.0	

Aktivitas menyelam

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Aktif	61	70.1	70.1	70.1
	Tidak Aktif	26	29.9	29.9	100.0
	Total	87	100.0	100.0	

Lama menjadi nelayan

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Lama	82	94.3	94.3	94.3
	Tidak Lama	5	5.7	5.7	100.0
	Total	87	100.0	100.0	



**Lama Penyelaman**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Lama	59	67.8	67.8	67.8
	Tidak Lama	28	32.2	32.2	100.0
	Total	87	100.0	100.0	

**Kecepatan Naik**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Cepat	63	72.4	72.4	72.4
	Lambat	24	27.6	27.6	100.0
	Total	87	100.0	100.0	

**Kedalaman Menyelam**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Dalam	56	64.4	64.4	64.4
	Dangkal	31	35.6	35.6	100.0
	Total	87	100.0	100.0	

**Frekuensi menyelam**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Sering	67	77.0	77.0	77.0
	Tidak Sering	20	23.0	23.0	100.0
	Total	87	100.0	100.0	

**Waktu istirahat**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Kurang	86	98.9	98.9	98.9
	Cukup	1	1.1	1.1	100.0
	Total	87	100.0	100.0	



**Riwayat penyakit**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Ada	59	67.8	67.8	67.8
	Tidak Ada	28	32.2	32.2	100.0
	Total	87	100.0	100.0	

**Penggunaan Kompresor**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Menggunakan Kompresor	84	96.6	96.6	96.6
	Tidak Menggunakan Kompresor	3	3.4	3.4	100.0
	Total	87	100.0	100.0	

**Usia responden**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Beresiko Tinggi	41	47.1	47.1	47.1
	Beresiko Rendah	46	52.9	52.9	100.0
	Total	87	100.0	100.0	

**Pendidikan**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	SD	69	79.3	79.3	79.3
	SMP	16	18.4	18.4	97.7
	SMA	2	2.3	2.3	100.0
	Total	87	100.0	100.0	

**Indeks Massa Tubuh**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Tidak Ideal	63	72.4	72.4	72.4
	Ideal	24	27.6	27.6	100.0
	Total	87	100.0	100.0	



**Aktivitas menyelam**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Aktif	57	65.5	65.5	65.5
	Tidak Aktif	30	34.5	34.5	100.0
	Total	87	100.0	100.0	

**Lama menjadi nelayan**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Lama	85	97.7	97.7	97.7
	Tidak Lama	2	2.3	2.3	100.0
	Total	87	100.0	100.0	

**Lama Penyelaman**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Lama	33	37.9	37.9	37.9
	Tidak Lama	54	62.1	62.1	100.0
	Total	87	100.0	100.0	

**Kecepatan Naik**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Cepat	34	39.1	39.1	39.1
	Lambat	53	60.9	60.9	100.0
	Total	87	100.0	100.0	

**Kedalaman Menyelam**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Dalam	39	44.8	44.8	44.8
	Dangkal	48	55.2	55.2	100.0
	Total	87	100.0	100.0	

**Frekuensi menyelam**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Sering	33	37.9	37.9	37.9
	Tidak Sering	54	62.1	62.1	100.0
	Total	87	100.0	100.0	

**Waktu istirahat**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Kurang	84	96.6	96.6	96.6
	Cukup	3	3.4	3.4	100.0
	Total	87	100.0	100.0	

**Riwayat penyakit**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Ada	40	46.0	46.0	46.0
	Tidak Ada	47	54.0	54.0	100.0
	Total	87	100.0	100.0	

**Penggunaan Kompresor**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Menggunakan Kompresor	55	63.2	63.2	63.2
	Tidak Menggunakan Kompresor	32	36.8	36.8	100.0
	Total	87	100.0	100.0	



2. Bivariat

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Usia Responden * Barotrauma	174	100.0%	0	.0%	174	100.0%
Indeks Massa Tubuh * Barotrauma	174	100.0%	0	.0%	174	100.0%
Lama Bekerja Sebagai Nelayan * Barotrauma	174	100.0%	0	.0%	174	100.0%
Lama Menyelam * Barotrauma	174	100.0%	0	.0%	174	100.0%
Kecepatan Naik Ke Permukaan Laut * Barotrauma	174	100.0%	0	.0%	174	100.0%
Jarak Kedalaman Menyelam * Barotrauma	174	100.0%	0	.0%	174	100.0%
Frekuensi Menyelam Dalam Sehari * Barotrauma	174	100.0%	0	.0%	174	100.0%
Waktu Istirahat Menyelam * Barotrauma	174	100.0%	0	.0%	174	100.0%
Faktor Riwayat Penyakit * Barotrauma	174	100.0%	0	.0%	174	100.0%
Penggunaan Kompresor * Barotrauma	174	100.0%	0	.0%	174	100.0%

Usia Responden \* Barotrauma

Crosstab

			Barotrauma		Total
			Barotrauma	Tidak Barotrauma	
Usia Responden	Beresiko Tinggi	Count	62	41	103
		Expected Count	51.5	51.5	103.0
	% within Usia Responden	60.2%	39.8%	100.0%	
	% of Total	35.6%	23.6%	59.2%	
Beresiko Rendah	Beresiko Rendah	Count	25	46	71
		Expected Count	35.5	35.5	71.0
	% within Usia Responden	35.2%	64.8%	100.0%	
	% of Total	14.4%	26.4%	40.8%	
Total		Count	87	87	174
		Expected Count	87.0	87.0	174.0
		% within Usia Responden	50.0%	50.0%	100.0%
		% of Total	50.0%	50.0%	100.0%

**Chi-Square Tests**

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	10.493 <sup>a</sup>	1	.001		
Continuity Correction <sup>b</sup>	9.517	1	.002		
Likelihood Ratio	10.617	1	.001		
Fisher's Exact Test				.002	.001
Linear-by-Linear Association	10.433	1	.001		
N of Valid Cases <sup>b</sup>	174				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 35.50.

b. Computed only for a 2x2 table

**Risk Estimate**

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Usia Responden (Beresiko Tinggi / Beresiko Rendah)	2.782	1.487	5.207
For cohort Barotrauma = Barotrauma	1.710	1.202	2.432
For cohort Barotrauma = Tidak Barotrauma	.614	.458	.823
N of Valid Cases	174		

**Indeks Massa Tubuh \* Barotrauma**

**Crosstab**

			Barotrauma		Total
			Barotrauma	Tidak Barotrauma	
Indeks Massa Tubuh	Tidak Ideal	Count	47	63	110
		Expected Count	55.0	55.0	110.0
	% within Indeks Massa Tubuh	42.7%	57.3%	100.0%	
	% of Total	27.0%	36.2%	63.2%	
Ideal	Count	Count	40	24	64
		Expected Count	32.0	32.0	64.0
	% within Indeks Massa Tubuh	62.5%	37.5%	100.0%	
	% of Total	23.0%	13.8%	36.8%	
Total	Count	Count	87	87	174
		Expected Count	87.0	87.0	174.0
	% within Indeks Massa Tubuh	50.0%	50.0%	100.0%	
	% of Total	50.0%	50.0%	100.0%	



**Chi-Square Tests**

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	6.327 <sup>a</sup>	1	.012		
Continuity Correction <sup>b</sup>	5.561	1	.018		
Likelihood Ratio	6.378	1	.012		
Fisher's Exact Test				.018	.009
Linear-by-Linear Association	6.291	1	.012		
N of Valid Cases <sup>b</sup>	174				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 32.00.

b. Computed only for a 2x2 table

**Risk Estimate**

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Indeks Massa Tubuh (Tidak Ideal / Ideal)	.448	.238	.842
For cohort Barotrauma = Barotrauma	.684	.513	.912
For cohort Barotrauma = Tidak Barotrauma	1.527	1.071	2.178
N of Valid Cases	174		

**Lama Bekerja Sebagai Nelayan \* Barotrauma**

**Crosstab**

		Barotrauma		Total	
		Barotrauma	Tidak Barotrauma		
Lama Bekerja Sebagai Nelayan	Lama	Count	82	85	167
		Expected Count	83.5	83.5	167.0
		% within Lama Bekerja Sebagai Nelayan	49.1%	50.9%	100.0%
		% of Total	47.1%	48.9%	96.0%
Tidak Lama	Tidak Lama	Count	5	2	7
		Expected Count	3.5	3.5	7.0
		% within Lama Bekerja Sebagai Nelayan	71.4%	28.6%	100.0%
		% of Total	2.9%	1.1%	4.0%
Total		Count	87	87	174
		Expected Count	87.0	87.0	174.0
		% within Lama Bekerja Sebagai Nelayan	50.0%	50.0%	100.0%
		% of Total	50.0%	50.0%	100.0%



**Chi-Square Tests**

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	1.340 <sup>a</sup>	1	.247		
Continuity Correction <sup>b</sup>	.595	1	.440		
Likelihood Ratio	1.382	1	.240		
Fisher's Exact Test				.443	.222
Linear-by-Linear Association	1.332	1	.248		
N of Valid Cases <sup>b</sup>	174				

a. 2 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3.50.

b. Computed only for a 2x2 table

**Risk Estimate**

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Lama Bekerja Sebagai Nelayan (Lama / Tidak Lama)	.386	.073	2.045
For cohort Barotrauma = Barotrauma	.687	.420	1.126
For cohort Barotrauma = Tidak Barotrauma	1.781	.547	5.802
N of Valid Cases	174		

**Lama Menyelam \* Barotrauma**

**Crosstab**

		Barotrauma		Total	
		Barotrauma	Tidak Barotrauma		
Lama Menyelam	Lama	Count	59	33	92
		Expected Count	46.0	46.0	92.0
		% within Lama Menyelam	64.1%	35.9%	100.0%
		% of Total	33.9%	19.0%	52.9%
Tidak Lama	Lama	Count	28	54	82
		Expected Count	41.0	41.0	82.0
		% within Lama Menyelam	34.1%	65.9%	100.0%
		% of Total	16.1%	31.0%	47.1%
Total	Lama	Count	87	87	174
		Expected Count	87.0	87.0	174.0
		% within Lama Menyelam	50.0%	50.0%	100.0%
		% of Total	50.0%	50.0%	100.0%



**Chi-Square Tests**

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	15.592 <sup>a</sup>	1	.000		
Continuity Correction <sup>b</sup>	14.415	1	.000		
Likelihood Ratio	15.837	1	.000		
Fisher's Exact Test				.000	.000
Linear-by-Linear Association	15.502	1	.000		
N of Valid Cases <sup>b</sup>	174				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 41.00.

b. Computed only for a 2x2 table

**Risk Estimate**

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Lama Menyelam (Lama / Tidak Lama)	3.448	1.847	6.438
For cohort Barotrauma = Barotrauma	1.878	1.341	2.631
For cohort Barotrauma = Tidak Barotrauma	.545	.398	.746
N of Valid Cases	174		

**Kecepatan Naik Ke Permukaan Laut \* Barotrauma**

**Crosstab**

		Barotrauma		Total	
		Barotrauma	Tidak Barotrauma		
Kecepatan Naik Ke Permukaan Laut	Cepat	Count	63	34	97
		Expected Count	48.5	48.5	97.0
		% within Kecepatan Naik Ke Permukaan Laut	64.9%	35.1%	100.0%
		% of Total	36.2%	19.5%	55.7%
Lambat		Count	24	53	77
		Expected Count	38.5	38.5	77.0
		% within Kecepatan Naik Ke Permukaan Laut	31.2%	68.8%	100.0%
		% of Total	13.8%	30.5%	44.3%
Total		Count	87	87	174
		Expected Count	87.0	87.0	174.0
		% within Kecepatan Naik Ke Permukaan Laut	50.0%	50.0%	100.0%
		% of Total	50.0%	50.0%	100.0%

**Chi-Square Tests**

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	19.592 <sup>a</sup>	1	.000		
Continuity Correction <sup>b</sup>	18.264	1	.000		
Likelihood Ratio	20.000	1	.000		
Fisher's Exact Test				.000	.000
Linear-by-Linear Association	19.480	1	.000		
N of Valid Cases <sup>b</sup>	174				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 38.50.

b. Computed only for a 2x2 table

**Risk Estimate**

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Kecepatan Naik Ke Permukaan Laut (Cepat / Lambat)	4.092	2.163	7.741
For cohort Barotrauma = Barotrauma	2.084	1.450	2.995
For cohort Barotrauma = Tidak Barotrauma	.509	.374	.694
N of Valid Cases	174		

**Jarak Kedalaman Menyelam \* Barotrauma**

**Crosstab**

			Barotrauma		Total
			Barotrauma	Tidak Barotrauma	
Jarak Kedalaman Menyelam	Dalam	Count	56	39	95
		Expected Count	47.5	47.5	95.0
		% within Jarak Kedalaman Menyelam	58.9%	41.1%	100.0%
		% of Total	32.2%	22.4%	54.6%
Dangkal		Count	31	48	79
		Expected Count	39.5	39.5	79.0
		% within Jarak Kedalaman Menyelam	39.2%	60.8%	100.0%
		% of Total	17.8%	27.6%	45.4%
Total		Count	87	87	174
		Expected Count	87.0	87.0	174.0
		% within Jarak Kedalaman Menyelam	50.0%	50.0%	100.0%
		% of Total	50.0%	50.0%	100.0%





**Chi-Square Tests**

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	6.700 <sup>a</sup>	1	.010		
Continuity Correction <sup>b</sup>	5.935	1	.015		
Likelihood Ratio	6.746	1	.009		
Fisher's Exact Test				.015	.007
Linear-by-Linear Association	6.662	1	.010		
N of Valid Cases <sup>b</sup>	174				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 39.50.

b. Computed only for a 2x2 table

**Risk Estimate**

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Jarak Kedalaman Menyelam (Dalam / Dangkal)	2.223	1.209	4.088
For cohort Barotrauma = Barotrauma	1.502	1.089	2.072
For cohort Barotrauma = Tidak Barotrauma	.676	.501	.911
N of Valid Cases	174		

**Frekuensi Menyelam Dalam Sehari \* Barotrauma**

**Crosstab**

		Barotrauma		Total
		Barotrauma	Tidak Barotrauma	
Frekuensi Menyelam Dalam Sehari	Count	67	33	100
	Expected Count	50.0	50.0	100.0
	% within Frekuensi Menyelam Dalam Sehari	67.0%	33.0%	100.0%
	% of Total	38.5%	19.0%	57.5%
Tidak Sering	Count	20	54	74
	Expected Count	37.0	37.0	74.0
	% within Frekuensi Menyelam Dalam Sehari	27.0%	73.0%	100.0%
	% of Total	11.5%	31.0%	42.5%
Total	Count	87	87	174
	Expected Count	87.0	87.0	174.0
	% within Frekuensi Menyelam Dalam Sehari	50.0%	50.0%	100.0%
	% of Total	50.0%	50.0%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	27.182 <sup>a</sup>	1	.000		
Continuity Correction <sup>b</sup>	25.606	1	.000		
Likelihood Ratio	28.017	1	.000		
Fisher's Exact Test				.000	.000
Linear-by-Linear Association	27.025	1	.000		
N of Valid Cases <sup>b</sup>	174				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 37.00.

b. Computed only for a 2x2 table

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Frekuensi Menyelam Dalam Sehari (Sering / Tidak Sering)	5.482	2.830	10.617
For cohort Barotrauma = Barotrauma	2.479	1.664	3.694
For cohort Barotrauma = Tidak Barotrauma	.452	.331	.618
N of Valid Cases	174		

Waktu Istirahat Menyelam \* Barotrauma

Crosstab

			Barotrauma		Total
			Barotrauma	Tidak Barotrauma	
Waktu Istirahat Menyelam	Kurang	Count	86	84	170
		Expected Count	85.0	85.0	170.0
		% within Waktu Istirahat Menyelam	50.6%	49.4%	100.0%
		% of Total	49.4%	48.3%	97.7%
	Cukup	Count	1	3	4
		Expected Count	2.0	2.0	4.0
		% within Waktu Istirahat Menyelam	25.0%	75.0%	100.0%
		% of Total	.6%	1.7%	2.3%
Total	Count	87	87	174	
	Expected Count	87.0	87.0	174.0	
	% within Waktu Istirahat Menyelam	50.0%	50.0%	100.0%	
	% of Total	50.0%	50.0%	100.0%	



**Chi-Square Tests**

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	1.024 <sup>a</sup>	1	.312		
Continuity Correction <sup>b</sup>	.256	1	.613		
Likelihood Ratio	1.070	1	.301		
Fisher's Exact Test				.621	.310
Linear-by-Linear Association	1.018	1	.313		
N of Valid Cases <sup>b</sup>	174				

a. 2 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2.00.

b. Computed only for a 2x2 table

**Risk Estimate**

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Waktu Istirahat Menyelam (Kurang / Cukup)	3.071	.313	30.120
For cohort Barotrauma = Barotrauma	2.024	.368	11.120
For cohort Barotrauma = Tidak Barotrauma	.659	.367	1.184
N of Valid Cases	174		

**Faktor Riwayat Penyakit \* Barotrauma**

**Crosstab**

			Barotrauma		Total
			Barotrauma	Tidak Barotrauma	
Faktor Riwayat Penyakit	Ada	Count	59	40	99
		Expected Count	49.5	49.5	99.0
		% within Faktor Riwayat Penyakit	59.6%	40.4%	100.0%
		% of Total	33.9%	23.0%	56.9%
	Tidak Ada	Count	28	47	75
		Expected Count	37.5	37.5	75.0
		% within Faktor Riwayat Penyakit	37.3%	62.7%	100.0%
		% of Total	16.1%	27.0%	43.1%
Total	Count	87	87	174	
	Expected Count	87.0	87.0	174.0	
	% within Faktor Riwayat Penyakit	50.0%	50.0%	100.0%	
	% of Total	50.0%	50.0%	100.0%	

**Chi-Square Tests**

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	8.460 <sup>a</sup>	1	.004		
Continuity Correction <sup>b</sup>	7.593	1	.006		
Likelihood Ratio	8.535	1	.003		
Fisher's Exact Test				.006	.003
Linear-by-Linear Association	8.411	1	.004		
N of Valid Cases <sup>b</sup>	174				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 37.50.

b. Computed only for a 2x2 table

**Risk Estimate**

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Faktor Riwayat Penyakit (Ada / Tidak Ada)	2.476	1.337	4.586
For cohort Barotrauma = Barotrauma	1.596	1.142	2.232
For cohort Barotrauma = Tidak Barotrauma	.645	.479	.867
N of Valid Cases	174		

**Penggunaan Kompresor \* Barotrauma**

**Crosstab**

			Barotrauma		Total
			Barotrauma	Tidak Barotrauma	
Penggunaan Kompresor	Menggunakan Kompresor	Count	84	55	139
		Expected Count	69.5	69.5	139.0
		% within Penggunaan Kompresor	60.4%	39.6%	100.0%
		% of Total	48.3%	31.6%	79.9%
Tidak Menggunakan Kompresor	Tidak Menggunakan Kompresor	Count	3	32	35
		Expected Count	17.5	17.5	35.0
		% within Penggunaan Kompresor	8.6%	91.4%	100.0%
		% of Total	1.7%	18.4%	20.1%
Total		Count	87	87	174
		Expected Count	87.0	87.0	174.0



% within Penggunaan Kompresor	50.0%	50.0%	100.0%
% of Total	50.0%	50.0%	100.0%

**Chi-Square Tests**

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	30.079 <sup>a</sup>	1	.000		
Continuity Correction <sup>b</sup>	28.040	1	.000		
Likelihood Ratio	34.140	1	.000		
Fisher's Exact Test				.000	.000
Linear-by-Linear Association	29.906	1	.000		
N of Valid Cases <sup>b</sup>	174				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 17.50.

b. Computed only for a 2x2 table

**Risk Estimate**

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Penggunaan Kompresor (Menggunakan Kompresor / Tidak Menggunakan Kompresor)	16.291	4.756	55.808
For cohort Barotrauma = Barotrauma	7.050	2.370	20.977
For cohort Barotrauma = Tidak Barotrauma	.433	.344	.544
N of Valid Cases	174		

**3. Multivariat**

**Logistic Regression**

**Case Processing Summary**

Unweighted Cases <sup>a</sup>		N	Percent
Selected Cases	Included in Analysis	174	100.0
	Missing Cases	0	.0
	Total	174	100.0
Unselected Cases		0	.0
Total		174	100.0

a. If weight is in effect, see classification table for the total number of cases.

**Dependent Variable Encoding**

Original Value	Internal Value
Tidak Barotrauma	0
Barotrauma	1

**Categorical Variables Codings**

		Frequency	Parameter coding (1)
Penggunaan Kompresor	Menggunakan Kompresor	139	1.000
	Tidak Menggunakan Kompresor	35	.000
Indeks Massa Tubuh	Tidak Ideal	110	1.000
	Ideal	64	.000
Lama Menyelam	Lama	92	1.000
	Tidak Lama	82	.000
Kecepatan Naik Ke Permukaan Laut	Cepat	97	1.000
	Lambat	77	.000
Jarak Kedalaman Menyelam	Dalam	95	1.000
	Dangkal	79	.000
Faktor Riwayat Penyakit	Ada	99	1.000
	Tidak Ada	75	.000
Frekuensi Menyelam Dalam Sehari	Sering	100	1.000
	Tidak Sering	74	.000
Usia Responden	Beresiko Tinggi	103	1.000
	Beresiko Rendah	71	.000

**Block 0: Beginning Block**

**Classification Table<sup>a,b</sup>**

Observed	Predicted			
	Barotrauma 2		Percentage Correct	
	Tidak Barotrauma	Barotrauma		
Step 0 Barotrauma 2	Tidak Barotrauma	0	87	.0
	Barotrauma	0	87	100.0
Overall Percentage				50.0

a. Constant is included in the model.

b. The cut value is .500

**Variables in the Equation**

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 0 Constant	.000	.152	.000	1	1.000	1.000



**Variables not in the Equation**

			Score	df	Sig.
Step 0	Variables	Usia(1)	10.493	1	.001
		IMT(1)	6.327	1	.012
		Lama_Menyelam(1)	15.592	1	.000
		Kecepatan_Naik(1)	19.592	1	.000
		Kedalaman_Menyelam(1)	6.700	1	.010
		Frekuensi_Menyelam(1)	27.182	1	.000
		Penyakit(1)	8.460	1	.004
		Kompresor(1)	30.079	1	.000
	Overall Statistics		72.540	8	.000

**Block 1: Method = Backward Stepwise (Likelihood Ratio)**

**Omnibus Tests of Model Coefficients**

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	92.970	8	.000
	Block	92.970	8	.000
	Model	92.970	8	.000
Step 2 <sup>a</sup>	Step	-1.014	1	.314
	Block	91.956	7	.000
	Model	91.956	7	.000
Step 3 <sup>a</sup>	Step	-1.678	1	.195
	Block	90.278	6	.000
	Model	90.278	6	.000

a. A negative Chi-squares value indicates that the Chi-squares value has decreased from the previous step.

**Model Summary**

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	148.245 <sup>a</sup>	.414	.552
2	149.259 <sup>a</sup>	.411	.547
3	150.937 <sup>a</sup>	.405	.540

a. Estimation terminated at iteration number 6 because parameter estimates changed by less than .001.

**Hosmer and Lemeshow Test**

Step	Chi-square	df	Sig.
1	8.370	8	.398
2	14.701	8	.065
3	9.686	8	.288

Contingency Table for Hosmer and Lemeshow Test

		Barotrauma 2 = Tidak Barotrauma		Barotrauma 2 = Barotrauma		Total
		Observed	Expected	Observed	Expected	
Step 1	1	17	16.796	0	.204	17
	2	16	15.855	1	1.145	17
	3	17	15.267	1	2.733	18
	4	13	11.867	4	5.133	17
	5	5	9.518	12	7.482	17
	6	6	7.162	12	10.838	18
	7	5	4.975	13	13.025	18
	8	4	2.904	13	14.096	17
	9	3	1.890	15	16.110	18
	10	1	.766	16	16.234	17
Step 2	1	18	17.751	0	.249	18
	2	17	15.827	0	1.173	17
	3	15	15.151	3	2.849	18
	4	13	10.944	3	5.056	16
	5	4	9.755	14	8.245	18
	6	8	6.864	9	10.136	17
	7	3	4.801	14	12.199	17
	8	4	3.069	14	14.931	18
	9	4	1.819	12	14.181	16
	10	1	1.018	18	17.982	19
Step 3	1	18	17.727	0	.273	18
	2	18	17.458	1	1.542	19
	3	17	14.847	1	3.153	18
	4	9	10.062	6	4.938	15
	5	5	8.134	10	6.866	15
	6	6	8.367	14	11.633	20
	7	5	4.068	10	10.932	15
	8	4	3.170	12	12.830	16
	9	4	1.883	14	16.117	18
	10	1	1.284	19	18.716	20

Classification Table<sup>a</sup>

	Observed		Predicted		Percentage Correct
			Barotrauma 2		
			Tidak Barotrauma	Barotrauma	
Step 1	Barotrauma 2	Tidak Barotrauma	67	20	77.0
		Barotrauma	18	69	79.3



	Overall Percentage				78.2
Step 2	Barotrauma 2	Tidak Barotrauma	66	21	75.9
		Barotrauma	18	69	79.3
	Overall Percentage				77.6
Step 3	Barotrauma 2	Tidak Barotrauma	66	21	75.9
		Barotrauma	16	71	81.6
	Overall Percentage				78.7

a. The cut value is .500

Variables in the Equation

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95.0% C.I. for EXP(B)		
							Lower	Upper	
Step 1 <sup>a</sup>	Usia(1)	.915	.437	4.386	1	.036	2.497	1.060	5.880
	IMT(1)	-.564	.428	1.736	1	.188	.569	.246	1.317
	Lama_Menyelam(1)	.486	.484	1.007	1	.316	1.625	.629	4.198
	Kecepatan_Naik(1)	1.477	.426	12.027	1	.001	4.382	1.901	10.099
	Kedalaman_Menyelam(1)	.699	.449	2.417	1	.120	2.011	.834	4.851
	Frekuensi_Menyelam(1)	2.037	.448	20.654	1	.000	7.666	3.185	18.453
	Penyakit(1)	.845	.426	3.935	1	.047	2.329	1.010	5.369
	Kompresor(1)	2.531	.783	10.455	1	.001	12.568	2.710	58.291
Constant	-5.508	1.008	29.840	1	.000	.004			
Step 2 <sup>a</sup>	Usia(1)	.878	.432	4.128	1	.042	2.407	1.031	5.616
	IMT(1)	-.549	.427	1.658	1	.198	.577	.250	1.332
	Kecepatan_Naik(1)	1.502	.424	12.527	1	.000	4.490	1.955	10.315
	Kedalaman_Menyelam(1)	.857	.422	4.136	1	.042	2.357	1.032	5.386
	Frekuensi_Menyelam(1)	1.995	.443	20.253	1	.000	7.350	3.083	17.520
	Penyakit(1)	.865	.424	4.164	1	.041	2.374	1.035	5.446
	Kompresor(1)	2.801	.736	14.461	1	.000	16.454	3.885	69.687
	Constant	-5.550	1.007	30.402	1	.000	.004		
Step 3 <sup>a</sup>	Usia(1)	.932	.426	4.774	1	.029	2.539	1.101	5.855
	Kecepatan_Naik(1)	1.534	.423	13.175	1	.000	4.635	2.025	10.611
	Kedalaman_Menyelam(1)	.890	.419	4.514	1	.034	2.436	1.071	5.537
	Frekuensi_Menyelam(1)	2.013	.439	20.988	1	.000	7.486	3.164	17.713
	Penyakit(1)	.840	.419	4.022	1	.045	2.316	1.019	5.263
	Kompresor(1)	2.723	.719	14.350	1	.000	15.227	3.722	62.302
	Constant	-5.885	.970	36.778	1	.000	.003		

a. Variable(s) entered on step 1: Usia, IMT, Lama\_Menyelam, Kecepatan\_Naik, Kedalaman\_Menyelam, Frekuensi\_Menyelam, Penyakit, Kompresor.

**Variables not in the Equation**

		Score	df	Sig.
Step 2 <sup>a</sup>	Variables Lama_Menyelam(1)	1.015	1	.314
	Overall Statistics	1.015	1	.314
Step 3 <sup>b</sup>	Variables IMT(1)	1.676	1	.195
	Lama_Menyelam(1)	.934	1	.334
	Overall Statistics	2.670	2	.263

a. Variable(s) removed on step 2: Lama\_Menyelam.

b. Variable(s) removed on step 3: IMT.





Lampiran 17 Letter of Acceptance Journal

5/21/2019

jk111.jpg

# Jurnal Kedokteran <sup>Brawijaya</sup> Medical Journal of Brawijaya

Letter of Acceptance  
Nomor: 2/JKB/LOA/5/2019

Bersama ini kami sampaikan bahwa naskah penulis:

**Nama** : Fatimah Fatimah, Sri Andarini, Asti Melani Astari

**ID Naskah** : 2547

**Judul** : The Effect of Diving Frequency and Rest Time on Barotrauma In Traditional Fisherman-Divers

setelah melalui pertimbangan hasil review dan perbaikan, naskah tersebut dapat diterima sebagai bahan publikasi pada Jurnal Kedokteran Brawijaya, penulis berkewajiban memenuhi kewajiban pada proses publikasi hingga siap diterbitkan.

Terimakasih atas partisipasi saudara dengan mengirimkan jurnal kepada kami.

Pimpinan Redaksi  
  
dr. VERA WARDHANI, M.Kes  
NIP. 19720626 199802 2 001

Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya, Gedung Biomedik Lt. I FKUB Jln. Veteran Malang 65145  
Tel. 0341-551611 pesawat 84, fax. (0341) 564755, email: kedokteranjurnal@gmail.com, hotline: +628113644626

<https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox?projector=1>

1/1



### Lampiran 18 Surat Keterangan Bebas Jurnal Predator



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
 UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
 FAKULTAS KEDOKTERAN  
 PROGRAM MAGISTER KEPERAWATAN  
 Jalan Veteran Malang - 65145, Jawa Timur - Indonesia  
 Telp. (62) (0341) 569117, 567192 Ext. 167 - Fax. (62) (0341) 564755  
<http://s2keperawatan.fk.ub.ac.id> e-mail : s2keperawatan@ub.ac.id

---

**SURAT KETERANGAN**  
 Nomor : 102/UN10.F08.12.21/2019

Perihal : Pernyataan bebas predator jurnal


Sehubungan dengan adanya deteksi publikasi hasil tesis mahasiswa PS Magister keperawatan, kami sebagai tim monev telah memeriksa Jurnal *Jurnal Kedokteran Brawijaya* dengan mahasiswa Program Studi Magister Keperawatan:

Nama : FATIMAH  
 NIM : 176070300111035  
 Judul Artikel : The Effect Of Diving Frequency And Resting Time On Barotrauma In Traditional Fisherman-Divers.

dan mencocokkan dengan daftar yang ada di Beallist Predatory Journal, jurnal tersebut tidak termasuk dalam kategori Jurnal Predator.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya

Mengetahui,  
 Ketua Program Studi Magister Keperawatan



Dr. Utin Andri Wihastuti, S.Kp, M.Kes  
 NIP. 197702262003122001

Malang, 15 April 2019  
 Ketua Tim Monev  
 PS Magister Keperawatan,



Dr. Yulian Wiji Utami, S.Kp., M.Kes.  
 NIP. 197707222002122002



Lampiran 19 Manuskrip Tesis

**ANALISIS FAKTOR RESIKO YANG BERPENGARUH TERHADAP KEJADIAN BAROTRAUMA PADA NELAYAN PENYELAM TRADISIONAL DI PULAU TASIPI KABUPATEN MUNA BARAT SULAWESI TENGGARA**

MANUSKRIP

Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Magister Keperawatan



Oleh :

FATIMAH

NIM: 176070300111035

**PROGRAM STUDI MAGISTER KEPERAWATAN  
PEMINATAN GAWAT DARURAT  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2019**





**ANALISIS FAKTOR RESIKO YANG BERPENGARUH TERHADAP KEJADIAN BAROTRAUMA PADA NELAYAN PENYELAM TRADISIONAL DI PULAU TASIPI KABUPATEN MUNA BARAT SULAWESI TENGGARA**

Fatimah<sup>1</sup>, Sri Andarini<sup>2</sup>, Asti Melani Astari<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Magister Keperawatan Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya

<sup>2,3</sup>Staf Pengajar Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya

**ABSTRAK**

Barotrauma menjadi salah satu komplikasi kegawatdaruratan penyelaman. Prevalensi kejadian barotrauma di dunia mencapai 7-35 kejadian dari 10.000 penyelam yang menggunakan alat bantu dengan 5-152 kejadian dari 100.000 penyelaman yang dilakukan. Mortalitas pasien barotrauma mencapai 0.3-1.3 dari 10.000 orang dan angka morbiditasnya mencapai 24-27 dari 304 orang yang menggunakan alat bantu pernapasan saat menyelam. Barotrauma dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti usia, IMT, masa kerja, waktu penyelaman, kecepatan naik, waktu istirahat, kedalaman penyelaman, frekuensi menyelam, riwayat penyakit dan penggunaan kompresor. Tujuan penelitian untuk mengidentifikasi pengaruh usia, IMT, masa kerja, waktu penyelaman, kecepatan naik, waktu istirahat, kedalaman penyelaman, frekuensi menyelam, riwayat penyakit dan penggunaan kompresor terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara. Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan pendekatan *case control*. Jumlah responden sebanyak 174 orang nelayan penyelam tradisional secara total *sampling*. Penelitian ini dilaksanakan di pulau Tasipi Kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara pada 23 November-5 Desember 2018. Uji *Chi Square* dan *Fisher* menunjukkan pengaruh yang signifikan antara faktor usia ( $p=0.002$ , OR=2.78), IMT ( $p=0.018$ , OR=0.45), waktu penyelaman ( $p=0.000$ , OR=345), frekuensi penyelaman ( $p=0.000$ , OR=5.48), kedalaman penyelaman ( $p=0.015$ , OR=2.22), kecepatan naik ( $p=0.000$ , OR=4.09), faktor riwayat penyakit ( $p=0.006$ , OR=2.47) dan penggunaan kompresor ( $p=0.000$ , OR=16.29) dengan kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara. Tidak terdapat pengaruh masa bekerja ( $p=0.443$ , OR=0.386) dan waktu istirahat ( $p=0.621$ , OR=3.071) dengan kejadian barotrauma. Uji regresi logistik menunjukkan bahwa penggunaan kompresor adalah faktor yang paling berpengaruh kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan nilai *Exp(B)* sebesar 15.23 dibandingkan dengan faktor lainnya. Perlunya dilakukan penyuluhan terkait metode penyelaman yang aman sehingga dapat menekan kejadian barotrauma dikemudian hari.

**Kata Kunci:** Usia, IMT, masa kerja, waktu penyelaman, kecepatan naik, waktu istirahat, kedalaman penyelaman, frekuensi menyelam, riwayat penyakit, penggunaan kompresor, barotrauma

**LATAR BELAKANG**

Barotrauma merupakan salah satu komplikasi kegawatdaruratan akibat penyelaman. Barotrauma terjadi karena kerusakan jaringan serta sekuelnya akibat perbedaan antara tekanan barometrik fisiologis di dalam tubuh dengan tekanan yang ada di lingkungan sekitar (Adam *et al.*, 2013). Peningkatan tekanan udara dalam kondisi barotrauma diikuti oleh perubahan

volume gas di dalam tubuh sehingga bisa terjadi trauma fisik seperti barotrauma pulmoner, barotrauma telinga, emboli udara dan lainnya (Battisti & Murphy-Lavoie, 2018).

Prevalensi kejadian barotrauma di dunia mencapai 7-35 kejadian dari 10.000 penyelam yang menggunakan alat bantu dengan 5-152 kejadian dari 100.000 penyelaman yang dilakukan. Mortalitas pasien barotrauma mencapai 0.3-1.3 dari



10.000 orang dan angka morbiditasnya mencapai 24-27 dari 304 orang yang menggunakan alat bantu pernapasan saat menyelam (Buzzacott, 2012). Di Indonesia, kejadian barotrauma memiliki prevalensi yang cukup tinggi. Di Pulau Bungin, Nusa Tenggara Barat ditemukan nelayan penyelam tradisional yang mengalami nyeri pada persendian sebanyak 57,5%, 11,3% menderita gangguan pendengaran ringan hingga ketulian. Di Kepulauan Seribu terdapat 41,37% nelayan penyelam yang mengalami perdarahan akibat tubuh mendapat tekanan yang berubah secara tiba-tiba pada beberapa organ dan jaringan serta 6,91% mengalami dekompresi pada persendian, susunan syaraf, sistem pencernaan, kardiovaskular, paru-paru dan kulit akibat tubuh merasakan tekanan lingkungan yang berubah dengan tiba-tiba di beberapa organ tubuh dan jaringan (Sukbar *et al.*, 2016).

Pulau Tasipi merupakan salah satu pulau dari tujuh pulau di Kecamatan Tiworo Utara Kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara, dengan sebagian besar penduduknya adalah suku Bajo yang ada sejak tahun 1964. Diapit oleh pulau Simuang dan pulau Sanggaleang. Fenomena kejadian barotrauma ditemui di Pulau Tasipi, berdasarkan data statistik kelautan dan perikanan tahun 2017 yang menyatakan bahwa Pulau Tasipi adalah salah satu pulau dengan jumlah nelayan penyelam tradisional terbanyak diantara enam pulau lainnya di kecamatan Tiworo Utara Kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara. Pulau Tasipi menjadi daerah penghasil teripang terbanyak, yang mana satu-satunya cara untuk mengelola atau menangkap komoditas teripang yaitu dengan melakukan penyelaman di kedalaman 30 hingga 40 meter dari permukaan laut (Djono, 2017). Laporan dinas kesehatan kabupaten Muna Barat tahun 2017 untuk wilayah pesisir di pulau Tasipi belum memiliki sarana dan fasilitas kesehatan yang memadai untuk masyarakat di pulau tersebut. Di pulau Tasipi ini hanya tersedia satu orang tenaga kesehatan yaitu perawat pulau yang juga ditugaskan di tiga pulau lainnya di kecamatan Tiworo Utara. Posisi tenaga kesehatan ini tidak menetap disatu pulau, sebab ia harus bergantian disetiap waktu untuk mengunjungi empat pulau yang berada di kecamatan Tiworo Utara. Waktu tempuh yang dibutuhkan untuk sampai dari pulau yang satu ke pulau lainnya, membutuhkan 1

hingga 2 jam. Hasil wawancara dengan perawat yang bertugas di pulau Tasipi menyebutkan bahwa masalah kesehatan yang sering ditemui di kepulauan Tasipi ini adalah penyakit barotrauma. Terutama pada 87 nelayan penyelam tradisional mengalami penyakit barotrauma tipe I hingga II, 3 diantaranya telah mengalami kelumpuhan hingga saat ini. Mirisnya, ketika dilakukan wawancara dari 10 orang yang mengalami barotrauma, masyarakat nelayan di kepulauan ini menganggap bahwa kasus barotrauma bukanlah sebuah penyakit yang serius yang membutuhkan penanganan medis. Bahkan keyakinan beberapa masyarakat suku bajo menjadikan pantangan untuk memanggil pihak medis ketika mengalami gejala barotrauma, sebab tindakan memasukan alat kesehatan seperti suntik adalah tindakan yang dapat membuat marah setan laut sehingga dapat menyebabkan kematian.

Terdapat beberapa faktor risiko terjadinya barotrauma yaitu pendidikan, umur, berat badan, masa kerja, waktu penyelaman, kecepatan naik, waktu istirahat, kedalaman menyelam, riwayat penyakit sebelumnya serta penggunaan kompresor (Cialoni *et al.*, 2017; Duke *et al.*, 2017; L. Eichhorn & D. Leyk, 2015). Penelitian Rahmadayanti *et al* (2017) menyebutkan dari dua belas variabel independen yang diteliti terdapat empat variabel yang terkait dengan barotrauma akibat penyelaman yaitu masa kerja, frekuensi penyelaman, kedalaman menyelam dan kecepatan naik ke permukaan. Penelitian Jusmawati *et al.* (2016) menunjukkan bahwa usia, frekuensi menyelam, kedalaman menyelam, lama menyelam dan riwayat penyakit merupakan faktor risiko kejadian dekompresi dan variabel yang paling berisiko terhadap penyakit dekompresi adalah kedalaman menyelam. Duke *et al* (2017) menyebutkan bahwa faktor kedalaman menyelam lebih dari 30 meter, durasi menyelam dalam waktu lebih dari 2 jam, serta anemia merupakan faktor berpengaruh terhadap kejadian penyakit dekompresi dengan probabilitas 94,45%.

Faktor risiko kejadian barotrauma lainnya adalah kecepatan menyelam ke permukaan, waktu istirahat, masa kerja menyelam serta frekuensi menyelam. Penyelam yang naik ke permukaan laut dengan kecepatan lebih dari 9 meter/menit dapat meningkatkan resiko kejadian barotrauma (Navy, 2016; Tatuene *et al.*,



2014). Waktu istirahat penyelam yang kurang dari 4 jam ketika akan memulai kembali penyelaman akan beresiko mengalami barotrauma (Cialoni *et al.*, 2017; Jansen *et al.*, 2016). Masa kerja lebih dari 1 tahun menjadi penyelam akan beresiko mengalami barotrauma. Namun, hal ini tergantung dengan jumlah penyelaman yang dilakukan serta faktor lain yang mendukung (Jansen *et al.*, 2016; Jeong *et al.*, 2012). Frekuensi menyelam yang sudah lebih dari 100 kali penyelaman dan 2 kali penyelaman disatu hari mempunyai resiko tinggi terjadi barotrauma (Cialoni *et al.*, 2017; Navisah *et al.*, 2016). Penggunaan kompresor juga meningkatkan kejadian barotrauma. Penggunaan kompresor bagi penyelam dapat membahayakan karena udara yang di hirup oleh penyelam bergantung pada stabilnya mesin kompresor di atas kapal. Pada suatu kondisi bila mesin kompresor mati atau selang udaranya terbelit dari kompresor menuju regulator maka akan mengganggu suplai udara dan berakibat fatal bagi penyelam itu sendiri (Luthfi *et al.*, 2015).

Kegawatan barotrauma yang memerlukan penanganan segera membutuhkan akses pelayanan kesehatan. Fenomena menunjukkan adanya keterbatasan akses kesehatan, sehingga membuat masyarakat di pulau Tasipi sangat

jarang mencari pengobatan di pusat pelayanan kesehatan. Hal ini tentunya menjadi permasalahan tersendiri bagi tenaga medis maupun nelayan itu sendiri terkait akses layanan kesehatan. Berdasarkan permasalahan ini, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul "Analisis Faktor Resiko Yang Berpengaruh Terhadap Kejadian Barotrauma Pada Nelayan Penyelam Tradisional di Pulau Tasipi Kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara".

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain observasional analitik dengan pendekatan *case control*. Responden penelitian berjumlah 174 orang nelayan penyelam tradisional menggunakan metode total *sampling* di pulau Tasipi pada tanggal 23 November-5 Desember 2018. Instrumen penelitian berupa lembar observasi. Analisis bivariat menggunakan uji *chi square* dan *fisher* untuk mengidentifikasi pengaruh faktor usia, IMT, masa kerja, waktu penyelaman, frekuensi penyelaman, waktu istirahat, kedalaman menyelam, kecepatan naik, penggunaan kompresor dan riwayat penyakit terhadap kejadian barotrauma. Untuk analisis multivariat menggunakan uji regresi logistik untuk mengidentifikasi faktor paling berpengaruh terhadap barotrauma.

## HASIL PENELITIAN

Tabel 1. Data Univariat dan Bivariat

No	Variabel	Kategori	Kelompok				P	OR
			Barotrauma		Tidak Barotrauma			
			f	%	f	%		
1	Usia	Beresiko Tinggi ( $\geq 40$ tahun)	62	35.6	41	23.6	0.002	2.78
		Beresiko Rendah ( $< 40$ tahun)	25	14.4	46	26.4		
2	Pendidikan	SD	78	89.7	69	79.3		
		SMP	6	6.9	16	18.4		
3	Keaktifan Penyelaman	Aktif	61	70.1	57	65.5		
		Tidak Aktif	26	29.9	30	34.5		
4	IMT	Tidak Ideal (18.5-24.9)	47	27	63	36.2	0.018	0.45
		Ideal ( $< 18.5/\geq 25$ )	40	23	24	13.8		
5	Masa Kerja Sebagai Nelayan	Lama ( $> 1$ tahun)	82	47.1	85	48.9	0.443	0.386
		Tidak Lama ( $\leq 1$ tahun)	5	2.9	2	1.1		



No	Variabel	Kategori	Kelompok				P	OR
			Barotrauma		Tidak Barotrauma			
			f	%	f	%		
6	Waktu penyelaman	Lama ( $\geq 30$ menit)	59	33.9	33	19	0.00	3.45
		Tidak Lama ( $< 30$ menit)	28	16.1	54	31	0	
7	Kecepatan Naik	Cepat ( $\geq 9$ m/menit)	63	36.2	34	19.5	0.00	4.09
		Lambat ( $< 9$ m/menit)	24	13.8	53	30.5	0	
8	Waktu Istirahat	Kurang ( $< 4$ jam)	86	49.4	84	48.3	0.62	3.07
		Cukup ( $\geq 4$ jam)	1	0.6	3	1.7	1	
9	Kedalaman Menyelam	Dalam ( $\geq 10$ meter)	56	32.2	39	22.4	0.01	2.22
		Dangkal ( $< 10$ meter)	31	17.8	48	27.6	5	
10	Frekuensi Menyelam	Sering ( $> 2$ x/hari)	67	38.5	33	19	0.00	5.48
		Tidak Sering ( $\leq 2$ x/hari)	20	11.5	54	31	0	
11	Faktor Riwayat Penyakit	Ada	59	33.9	40	23	0.00	2.47
		Tidak Ada	28	16.1	47	27	6	
12	Kompresor	Menggunakan	84	48.3	55	31.6	0.00	16.2
		Tidak Menggunakan	3	1.7	32	18.4	0	

Sumber: Data primer (2018)

### Hasil Univariat

Hasil univariat pada tabel 1 menunjukkan usia nelayan yang paling dominan pada kelompok barotrauma yaitu usia beresiko tinggi dengan jumlah 62 orang. Sedangkan untuk usia nelayan yang paling dominan pada kelompok tidak barotrauma yaitu usia beresiko rendah dengan jumlah 46 orang.

Untuk pendidikan nelayan paling dominan pada kelompok barotrauma yaitu SD dengan jumlah 78 orang. Sedangkan untuk pendidikan nelayan paling dominan pada kelompok tidak barotrauma yaitu SD dengan jumlah 69 orang. Untuk keaktifan penyelam yang paling dominan pada kelompok barotrauma yaitu nelayan aktif dengan jumlah 61 orang. Sedangkan untuk keaktifan penyelam yang paling dominan pada kelompok tidak barotrauma yaitu nelayan aktif dengan jumlah 57 orang.

Untuk IMT yang paling dominan pada kelompok barotrauma yaitu tidak ideal dengan jumlah 47 orang. Sedangkan untuk IMT yang paling dominan pada kelompok tidak barotrauma yaitu tidak ideal dengan jumlah 63 orang. Untuk masa kerja sebagai nelayan paling dominan pada kelompok barotrauma yaitu masa kerja sebagai nelayan yang lama dengan jumlah 82 orang. Sedangkan untuk masa kerja sebagai

nelayan paling dominan pada kelompok tidak barotrauma yaitu masa kerja sebagai nelayan yang lama dengan jumlah 85 orang.

Untuk waktu penyelaman yang paling dominan pada kelompok barotrauma yaitu waktu penyelaman yang lama dengan jumlah 59 orang. Sedangkan untuk waktu penyelaman yang paling dominan pada kelompok tidak barotrauma yaitu waktu penyelaman yang tidak lama dengan jumlah 54 orang.

Untuk kecepatan naik yang paling dominan pada kelompok barotrauma yaitu kecepatan naik yang cepat dengan jumlah 63 orang. Sedangkan untuk kecepatan naik yang paling dominan pada kelompok tidak barotrauma yaitu kecepatan naik yang lambat dengan jumlah 53 orang.

Untuk waktu istirahat yang paling dominan pada kelompok barotrauma yaitu waktu istirahat yang kurang dengan jumlah 86 orang. Sedangkan untuk waktu istirahat yang paling dominan pada kelompok tidak barotrauma yaitu waktu istirahat yang kurang dengan jumlah 84 orang.

Untuk kedalaman menyelam yang paling dominan pada kelompok barotrauma yaitu kedalaman menyelam yang dalam dengan jumlah 56 orang. Sedangkan untuk kedalaman menyelam yang paling dominan pada kelompok tidak barotrauma yaitu



kedalaman menyelam yang dangkal dengan jumlah 48 orang.

Untuk frekuensi menyelam yang paling dominan pada kelompok barotrauma yaitu frekuensi menyelam yang sering dengan jumlah 67 orang. Sedangkan untuk frekuensi menyelam yang paling dominan pada kelompok tidak barotrauma yaitu frekuensi menyelam yang tidak sering dengan jumlah 54 orang.

Untuk faktor riwayat penyakit yang paling dominan pada kelompok barotrauma yaitu ada riwayat penyakit dengan jumlah 59 orang. Sedangkan untuk faktor riwayat penyakit yang paling dominan pada kelompok tidak barotrauma yaitu tidak ada riwayat penyakit dengan jumlah 47 orang.

Untuk penggunaan kompresor yang paling dominan pada kelompok barotrauma yaitu menggunakan kompresor dengan jumlah 84 orang. Sedangkan untuk penggunaan kompresor yang paling dominan pada kelompok tidak barotrauma yaitu menggunakan kompresor dengan jumlah 55 orang.

#### Hasil Bivariat

Hasil bivariat pada tabel 1 menjelaskan terdapat pengaruh faktor usia terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan nilai  $p=0.002$  yang mana usia beresiko 2.78 kali mempunyai resiko mengalami barotrauma dibandingkan dengan usia tidak beresiko.

Terdapat pengaruh faktor IMT terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat dengan nilai  $p=0.018$  yang mana IMT tidak ideal 0.45 kali beresiko mengalami barotrauma dibandingkan dengan IMT yang ideal.

Tidak terdapat pengaruh faktor masa kerja sebagai nelayan terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan nilai  $p=0.443$ .

Terdapat pengaruh faktor waktu penyelaman terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan nilai  $p=0.000$  dimana waktu penyelaman yang lama 3.45 kali beresiko mengalami barotrauma dibandingkan dengan penyelaman yang tidak lama.

Terdapat pengaruh faktor frekuensi penyelaman terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan nilai  $p=0.000$  dimana frekuensi penyelaman sering 5.48 kali beresiko mengalami barotrauma dibandingkan dengan frekuensi penyelaman tidak sering.

Tidak terdapat pengaruh faktor waktu istirahat terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan nilai  $p=0.621$ .

Terdapat pengaruh faktor kedalaman penyelaman terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan nilai  $p=0.015$  dimana kedalaman menyelam yang dalam 2.22 kali beresiko mengalami barotrauma dibandingkan dengan kedalaman menyelam yang dangkal.

Terdapat pengaruh faktor kecepatan naik terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan nilai  $p=0.000$  dimana kecepatan naik yang cepat 4.09 kali beresiko mengalami barotrauma dibandingkan dengan kecepatan naik yang lambat.

Terdapat pengaruh faktor riwayat penyakit terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan nilai  $p=0.006$  dimana ada riwayat penyakit 2.47 kali beresiko mengalami barotrauma dibandingkan dengan tidak ada riwayat penyakit.

Terdapat pengaruh faktor penggunaan kompresor terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan nilai  $p=0.000$  dimana nelayan yang menggunakan kompresor 16.29 kali beresiko mengalami barotrauma dibandingkan dengan nelayan yang tidak menggunakan kompresor.



**Tabel 2. Hasil Analisis Multivariat Regresi Logistik Pengaruh Usia, IMT, Waktu Penyelaman, Frekuensi Penyelaman, Kedalaman Penyelaman, Kecepatan Naik, Riwayat Penyakit dan Penggunaan Kompresor terhadap Barotrauma**

Variabel	Nilai p	Exp (B)
Usia	0.029	2.539
Kecepatan Naik	0.000	4.635
Kedalaman penyelaman	0.034	2.436
Frekuensi Menyelam	0.000	7.486
Riwayat Penyakit	0.045	2.316
Penggunaan Kompresor	0.000	15.227

Sumber: Data primer (2018)

Tabel 2 uji regresi logistik menunjukkan nilai hitung  $Exp(B)$  variabel usia sebesar 2.539, nilai  $Exp(B)$  variabel kecepatan naik sebesar 4.635, nilai  $Exp(B)$  variabel kedalaman penyelaman sebesar 2.436, nilai  $Exp(B)$  variabel frekuensi penyelaman sebesar 7.486, nilai  $Exp(B)$  variabel riwayat penyakit sebesar 2.316 dan nilai  $Exp(B)$  penggunaan kompresor 15.23.

Berdasarkan hasil analisa tersebut, maka variabel penggunaan kompresor menjadi variabel independen yang mempunyai pengaruh paling dominan terhadap kejadian barotrauma dengan nilai  $Exp(B)$  15.23 yang berarti penggunaan kompresor dapat menyebabkan terjadinya barotrauma pada nelayan penyelam tradisional sebesar 15 dibandingkan dengan tidak menggunakan kompresor setelah dikontrol oleh variabel usia, kecepatan naik, kedalaman penyelaman, frekuensi penyelaman dan riwayat penyakit.

**PEMBAHASAN**

**1. Pengaruh faktor usia terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara**

Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan terdapat pengaruh faktor usia terhadap kasus barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan nilai  $p=0.002$ . Adapun usia beresiko akan 2.78 kali beresiko mengalami barotrauma dibandingkan dengan usia yang tidak beresiko.

Hasil penelitian ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Gill Cano *et al* yang menyatakan bahwa kejadian

barotrauma rata-rata dialami oleh orang yang berusia diatas 40 tahun (Gil Cano *et al.*, 2012). Penelitian ini juga didukung Lee, Kim & Park tahun 2015 yang menyatakan usia 39-40 tahun ke atas menjadi faktor resiko terjadinya barotrauma (J. Lee *et al.*, 2015). Umur menjadi faktor resiko kejadian barotrauma terkait dengan fisiologis tubuh yakni kapasitas vital paru-paru. Pada remaja dan dewasa, rata-rata kapasitas vital paru mencapai 3000-4500 ml. Namun, semakin tua umur nelayan (>40 tahun), maka kapasitas vital paru-paru dapat mengalami penurunan akibat kemampuan inspirasi dan ekspirasi yang menurun (Sherwood, 2016; Sudarmada, 2012).

Kapasitas vital paru ini sangat berkaitan terhadap kejadian barotrauma dimana terkait dengan tekanan yang diberikan oleh perubahan lingkungan dan kemampuan paru-paru menampung oksigen lebih banyak. Nelayan yang mempunyai kapasitas vital paru yang tinggi dapat beradaptasi akan perubahan tekanan dengan mengkonsumsi oksigen serta nitrogen sesuai kebutuhan yang terkait kedalaman penyelaman. Namun, tidak menutup kemungkinan dengan kapasitas paru yang tinggi memiliki resiko barotrauma. Hal ini berkaitan dengan kelebihan konsumsi oksigen dan nitrogen selama penyelaman serta kecepatan menyelam ke permukaan yang tidak standar (Alfred A. Bove & Neuman, 2016; Y. I. Lee & Ye, 2013).

**2. Pengaruh faktor IMT terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara**

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa faktor IMT berpengaruh terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan nilai  $p=0.018$ . Adapun IMT yang tidak ideal 0.45 kali beresiko mengalami kasus barotrauma dibandingkan dengan IMT yang ideal.

Penelitian ini selaras dengan Cialoni *et al* yang menyatakan IMT menjadi faktor resiko yang meningkatkan kejadian barotrauma terkait dengan kadar lemak tubuh yang tinggi. Kadar lemak tubuh yang tinggi mempengaruhi fisiologi tubuh terutama kapasitas paru-paru. Berat badan yang berada di bawah standar juga dapat meningkatkan kejadian barotrauma terkait



fisiologi tubuh terutama penurunan kapasitas kemampuan paru-paru (Cialoni *et al.*, 2017).

Indeks massa tubuh khususnya pada individu obesitas yang kadar lemaknya tinggi beresiko menderita barotrauma. Kadar lemak yang tinggi meningkatkan kemampuan tubuh untuk menyimpan/melarutkan nitrogen dalam jumlah yang banyak di dalam tubuh.

Kadar nitrogen yang berlebihan dapat meningkatkan resiko narkosis nitrogen dimana dapat meningkatkan kapasitas paru-paru di atas normal tergantung dengan tingkatan kenaikan tekanan lingkungan.

Ketika jumlah nitrogen ini tidak dibuang dengan efektif serta ditambah dengan kecepatan menyelam yang lebih dari 9 meter/menit, maka sangat beresiko tinggi mengalami kerusakan organ tubuh khususnya telinga dan paru-paru (Barron, 2018; Cialoni *et al.*, 2017).

### **3. Pengaruh faktor masa kerja terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara**

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh faktor masa kerja sebagai nelayan terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan nilai  $p=0.443$ . Pada penelitian ini, nelayan yang masa kerjanya lama mengalami barotrauma sebanyak 82 orang dan tidak mengalami barotrauma sebanyak 85 orang. Berdasarkan jumlah ini, sangat jelas bahwa yang sudah lama menjadi nelayan tidak dominan mengalami barotrauma.

Faktor masa kerja menjadi nelayan ini berhubungan dengan berbagai macam faktor seperti penggunaan alat bantu selam, lama menyelam, kedalaman menyelam serta kondisi kesehatan yang berkaitan dengan riwayat penyakit. Penyelam yang terutama tidak menggunakan alat bantu selam walaupun sering menyelam memiliki resiko kecil terjadinya barotrauma. Hal ini berkaitan dengan jumlah konsumsi oksigen yang hanya bergantung ketika penyelam menghirup udara di atas permukaan laut, lama menyelam cenderung tidak lama dan kedalaman penyelaman yang cenderung relatif dangkal sehingga tekanan di dalam air relatif kecil yang mana tubuh masih dapat beradaptasi dengan lingkungannya.

Selain itu, kondisi kesehatan juga berhubungan dengan masa kerja dimana penyelam yang menyelam dalam kondisi sehat cenderung terhindar dari barotrauma. Banyak penyelam yang memiliki riwayat penyakit berupa asma, penyakit paru dan hipertensi beresiko mengalami barotrauma. Namun hal ini juga berkaitan dengan penggunaan alat bantu menyelam, lama menyelam, frekuensi menyelam serta kedalaman menyelam (Jansen *et al.*, 2016; Jeong *et al.*, 2012; Navisah *et al.*, 2016).

### **4. Pengaruh faktor waktu penyelaman terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara**

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa faktor waktu penyelaman berpengaruh terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan nilai  $p= 0.000$ . Adapun waktu penyelaman yang lama 3.45 kali beresiko mengalami barotrauma dibandingkan dengan penyelam yang menyelam tidak lama.

Penelitian ini sejalan dengan Cialoni *et al* dan Jansen *et al* yang menyatakan bahwa penyelam yang menggunakan alat bantu nafas ketika menyelam lebih dari 30 menit mempunyai resiko besar mengalami barotrauma akibat perubahan tekanan atmosfer yang ada di laut (Cialoni *et al.*, 2017; Jansen *et al.*, 2016).

Lama penyelaman berhubungan dengan kedalaman menyelam, kecepatan menyelam dan konsumsi gas yang diperoleh ketika menyelam melalui penggunaan Scuba. Pada kondisi diper permukaan, 1 tabung Scuba dapat menyuplai kurang lebih 2100 L gas/1 Atm dengan 20 L/menit sehingga secara normal penyelaman dapat dilakukan selama 105 menit.

Namun, ketika adanya peningkatan tekanan misalnya 3 Atm, maka 1 tabung Scuba hanya mampu menyuplai 700 L dengan lama waktu penyelaman mencapai kurang lebih 35 menit.

Adanya peningkatan 3 Atm ini meningkatkan konsumsi udara sebesar 3 kali lipat dimana sangat beresiko tinggi mengalami narkosis nitrogen dan toksisitas oksigen. Kondisi inilah yang meningkatkan resiko terjadinya barotrauma (A. A. Bove, 2014; L. Eichhorn & D. Leyk, 2015).



##### 5. Pengaruh faktor frekuensi penyelaman terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa faktor frekuensi penyelaman berpengaruh terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan nilai  $p=0.000$ . Adapun frekuensi penyelaman yang sering 5.48 kali beresiko menderita barotrauma dibandingkan dengan frekuensi penyelaman yang tidak sering.

Penelitian ini sejalan dengan Cialoni *et al* dan Navisah *et al* yang menyatakan bahwa penyelam yang memiliki pengalaman menyelam lebih dari 100 kali penyelaman dan lebih dari 2 kali penyelaman pada 1 hari mempunyai resiko tinggi mengalami barotrauma. Namun, hal ini juga tergantung dengan kedalaman penyelaman, kondisi fisik serta alat bantu yang digunakan pada proses penyelaman (Cialoni *et al.*, 2017; Navisah *et al.*, 2016).

Frekuensi menyelam yang rutin serta lebih dari 2 kali perhari meningkatkan resiko barotrauma. Frekuensi menyelam yang lebih dari 2 kali sehari meningkatkan tekanan pada paru-paru yang menyebabkan konsumsi oksigen serta nitrogen yang berlebihan dalam tubuh.

Pada kondisi ini penyelam beresiko menderita narkosis nitrogen dan toksisitas oksigen yang mengakibatkan resiko barotrauma meningkat melalui kerusakan jaringan organ yang didukung dengan kecepatan menyelam yang melebihi 9 meter/menit (Cialoni *et al.*, 2017).

Narkosis nitrogen ini disebabkan oleh kurangnya eksitabilitas neuron-neuron akibat nitrogen yang sifatnya sangat mudah larut dalam lemak tubuh. Penyelaman yang dilakukan lebih dari 2 kali sehari dengan kedalaman hingga 150 kaki dapat mengkonsumsi jumlah nitrogen dalam jumlah yang besar dimana nilainya 5 kali lebih besar akibat peningkatan tekanan yang mencapai 5 Atm.

Toksisitas oksigen juga muncul akibat dari jumlah konsumsi oksigen yang nilainya 5 kali lebih besar ketika ada peningkatan 5 Atm (A. A. Bove, 2014; Alfred A. Bove & Neuman, 2016; L. Eichhorn & D. Leyk, 2015).

##### 6. Pengaruh faktor waktu istirahat terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara

Hasil penelitian ini menunjukkan waktu istirahat tidak berpengaruh terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan nilai  $p=0.621$ . Pada penelitian ini, waktu istirahat kurang yang mengalami barotrauma sebanyak 86 nelayan dan tidak mengalami barotrauma sebanyak 84 orang. Berdasarkan hasil ini, dapat disimpulkan bahwa waktu istirahat yang kurang tidak terlalu dominan berpengaruh terhadap kejadian barotrauma dimana kasus tidak barotrauma hampir mendekati jumlah kasus barotrauma.

Penyelam yang menjadi responden pada penelitian ini merupakan penyelam tradisional yang menggunakan aktivitas ini sebagai mata pencaharian hidup masyarakat di pulau Tasipi. Hal ini tentu sangat mempengaruhi jumlah penyelaman dan waktu istirahat yang dilakukan oleh penyelam. Nelayan penyelam dari pulau Tasipi rata-rata frekuensi menyelam dalam sehari lebih dari 3 kali dengan rentang waktu istirahat sekitar 30 menit. Lama penyelaman nelayan tergantung dengan penggunaan alat bantu dan target penyelaman yang ingin didapatkan.

Rata-rata nelayan disana menggunakan kompresor untuk mencari teripang dengan lama menyelam rata-rata 30 menit dalam sekali menyelam. Namun, ada juga nelayan yang tidak menggunakan kompresor untuk mencari ikan dengan lama menyelam rata-rata 3-5 menit. Oleh karena penyelaman ini menjadi mata pencaharian nelayan, maka waktu istirahat minimal 4 jam dalam sekali menyelam tidak mendukung dari segi ekonomi dan waktu yang diperlukan nelayan untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Namun, banyak para nelayan yang waktu istirahatnya kurang tetapi tidak mengalami barotrauma tentunya dipengaruhi oleh faktor lain seperti penggunaan alat bantu, lama menyelam, kedalaman menyelam dan lainnya.

Cialoni *et al*, Jansen *et al* dan Navisah *et al* menyatakan waktu istirahat penyelam dianjurkan minimal 4 jam untuk kembali melakukan penyelaman. Waktu istirahat ini sangat berkaitan dengan frekuensi menyelam dalam satu hari dimana jumlah frekuensi



menyelam yang lebih dari 2 kali sehari dengan waktu istirahat yang kurang dari 4 jam dapat meningkatkan resiko terjadinya barotrauma. Namun, hal ini juga dipengaruhi oleh kedalaman penyelaman, lama penyelaman, kecepatan penyelam serta penggunaan alat bantu selam (Cialoni *et al.*, 2017; Jansen *et al.*, 2016; Navisah *et al.*, 2016).

#### **7. Pengaruh faktor kedalaman penyelaman terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara**

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa faktor kedalaman penyelaman berpengaruh terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan nilai  $p= 0.015$ . Adapun kedalaman penyelaman yang dalam 2.22 kali beresiko mengalami barotrauma dibandingkan dengan kedalaman menyelam yang dangkal.

Hasil penelitian ini sejalan dengan Cialoni *et al.*, Jansen *et al.* dan Navisah *et al.* yang menyatakan penyelaman yang dilakukan lebih dari 10 meter dengan menggunakan alat bantu nafas memiliki resiko tinggi menderita barotrauma tergantung dengan frekuensi, kondisi fisik serta lama menyelam (Cialoni *et al.*, 2017; Jansen *et al.*, 2016; Navisah *et al.*, 2016).

Dalam kondisi normal, tubuh manusia ketika dipermukaan/daratan memiliki tekanan yang sama dengan lingkungan permukaan yaitu 760 mmHg. Adapun jumlah 1 tekanan atmosfer (760 mmHg) udara mempunyai kandungan gas nitrogen 79% (600 mmHg) dan oksigen 21% (160 mmHg) (Alfred A. Bove & Neuman, 2016; Sherwood, 2016).

Ketika manusia menyelam ke laut pada kedalaman yang melebihi 10 meter dapat meningkatkan tekanan yaitu 1 Atm atau 760 mmHg. Hal ini menunjukkan bahwa setiap kenaikan kedalaman 1 meter dalam menyelam, dapat meningkatkan 76 mmHg. Ketika terjadi peningkatan tekanan ini, tubuh akan mengeluarkan mekanisme kompensasi melalui meningkatkan proses pernapasan berupa kondisi hiperventilasi akibat dari tekanan yang dipengaruhi oleh lingkungan luar. Hal ini muncul sebagai proses pencegahan terjadinya kolaps paru akibat tekanan yang berlebihan dari luar. Kondisi hiperventilasi ini dapat mengakibatkan

kurangnya pertukaran gas secara bebas ketika penyelaman akibat dari perbedaan tekanan ini (Sherwood, 2016).

Menghirup gas di kedalaman selama menggunakan alat bantu nafas menyebabkan gas di paru-paru berada pada tekanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan atmosfer. Sementara, penyelam dapat dengan bebas menyelam hingga 33 kaki dan naik dengan aman tanpa mengeluarkan nafas karena gas di paru-paru telah dihirup pada tekanan atmosfer. Penyelam yang mengkonsumsi gas terkompresi dari alat bantu nafas pada 10 meter dan naik tanpa mengeluarkan napas dapat beresiko merusak paru-parunya dan dapat menderita barotrauma pulmonal yang luas. Efeknya, Paru-paru ini akan menyimpan dua kali jumlah gas pada tekanan atmosfer sehingga perlu mendapatkan dua kali volume normal ketika naik ke permukaan (A. A. Bove, 2014; L. Eichhorn & D. Leyk, 2015).

Perbedaan tekanan yang dihasilkan diantara jaringan dan ruang gas serta adanya ketidakseimbangan gaya oleh perbedaan tekanan mengakibatkan deformasi jaringan sehingga menyebabkan pecahnya jaringan tubuh. Selain pecahnya jaringan tubuh, tekanan yang berlebih dapat mengakibatkan gas memasuki jaringan lebih jauh ke sistem sirkulasi. Hal ini dapat mengakibatkan barotrauma khususnya barotrauma pulmonal yang dapat berupa pneumothorax, pneumomediastinum serta emfisema (A. A. Bove, 2014; L. Eichhorn & D. Leyk, 2015).

#### **8. Pengaruh faktor kecepatan naik terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara**

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa faktor kecepatan naik dapat berpengaruh terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan nilai  $p= 0.000$ . Adapun kecepatan naik yang cepat 4.09 kali beresiko mengalami barotrauma dibandingkan dengan kecepatan naik yang lambat.

Penelitian ini sejalan dengan Navy, Rahmadayanti *et al.* dan Tatune *et al.* yang menyatakan kecepatan naik menjadi salah satu faktor resiko terjadinya barotrauma. Hal ini berhubungan dengan adanya *rapid bubble formation* (gelembung nitrogen) yang ada di dalam jaringan dan aliran darah ketika proses



naik ke permukaan dimana kondisi ini menjadi mekanisme dasar dari patofisiologi barotrauma.

Gelembung-gelembung nitrogen ini dapat menyebabkan kerusakan pada sistem saraf pusat melalui berbagai mekanisme seperti oklusi arteri, obstruksi vena dan lainnya. Kecepatan naik ke permukaan ketika menyelam tidak boleh lebih dari 9 meter/menit. Semakin cepat proses naik ke permukaan, maka resiko terjadi barotrauma akan semakin meningkat (Navy, 2016; Rahmadayanti *et al.*, 2017; Tatuene *et al.*, 2014).

Kecepatan menyelam ini berhubungan dengan konsumsi gas, kedalaman penyelaman dan lama penyelaman. Kecepatan menyelam ke permukaan lebih dari 9 meter/menit dapat menyebabkan barotrauma ketika kondisi tubuh mengalami narkosis nitrogen dan toksisitas oksigen.

Narkosis oksigen berawal dari konsumsi gas pada alat bantu nafas yang berlebihan di dalam tubuh ketika menyelam. Ketika penyelam berada di tekanan 3 Atm, maka awalnya alat bantu nafas yang digunakan hanya mampu menyuplai 700 L dengan lama menyelam mencapai 35 menit. Adanya peningkatan 3 Atm ini menyebabkan konsumsi udara 3 kali lipat sehingga beresiko mengalami narkosis nitrogen dan toksisitas oksigen (A. A. Bove, 2014; L. Eichhorn & D. Leyk, 2015).

#### **9. Pengaruh faktor riwayat penyakit terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara**

Hasil penelitian ini menjelaskan bahwa faktor riwayat penyakit dapat berpengaruh terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan nilai  $p=0.006$ . Nelayan yang memiliki riwayat penyakit 2.47 kali beresiko mengalami barotrauma dibandingkan dengan tidak memiliki riwayat penyakit.

Pada penelitian ini, nelayan penyelam yang mengalami barotrauma rata-rata memiliki riwayat penyakit asma, paru-paru serta hipertensi. Penyakit asma menjadi penyakit penyerta dominan pada barotrauma yang mencapai 43 orang penyelam (50%).

Penyelam yang memiliki penyakit asma dan mengalami barotrauma dapat memperburuk kondisi tubuh hingga baik dari

kesulitan buang air kecil hingga terjadi kelumpuhan. Hal ini terjadi pada 15 responden yang memiliki asma dan barotrauma. Bahkan ada 3 responden yang sudah mengalami kelumpuhan total akibat barotrauma yang memiliki riwayat penyakit penyerta (asma) saat menyelam.

Hasil penelitian ini sejalan dengan Cialoni *et al* dan Eichhorn & Leyk yang menyatakan bahwa riwayat penyakit seperti hipertensi, asma, penyakit paru, penyakit jantung dan infeksi telinga dapat meningkatkan resiko terjadinya barotrauma (Cialoni *et al.*, 2017; L. Eichhorn & D. Leyk, 2015).

Hal ini berkaitan dengan tekanan ketika perubahan kemampuan tubuh penyelam seperti pada pasien asma, penyelam cenderung memiliki kemampuan kapasitas total paru yang tidak sama dengan orang normal.

Ketika ada peningkatan tekanan saat menyelam, kondisi asma ini dapat mempengaruhi penyelam dimana penyelam cenderung tidak mampu menyelam dalam kondisi lama. Namun, ketika penyelam memaksakan tubuh untuk tetap menyelam, resiko barotrauma sangat besar terjadi pada penyelam (Cialoni *et al.*, 2017).

#### **10. Pengaruh faktor penggunaan kompresor terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara**

Hasil penelitian ini menjelaskan bahwa faktor penggunaan kompresor berpengaruh terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan nilai  $p=0.000$ .

Adapun nelayan yang menggunakan kompresor saat menyelam 16.29 kali beresiko mengalami barotrauma dibandingkan dengan nelayan yang tidak menggunakan kompresor saat menyelam. Kompresor yang digunakan nelayan pada penyelaman ini merupakan kompresor yang biasa digunakan untuk bidang mesin atau perbengkelan dimana kompresor ini tidak memiliki filter atau saringan udara untuk mengatur jumlah udara yang masuk ke dalam tubuh. Kondisi ini tentu sangat berbahaya bagi tubuh manusia.

Hasil penelitian ini selaras dengan Pai dan Shetty yang menjelaskan penggunaan kompresor dapat menyebabkan terjadinya barotrauma melalui peningkatan tekanan



yang berlebihan di dalam tubuh (Pai & Shetty, 2016). Penggunaan kompresor yang tidak sesuai dengan standar keamanan dapat menyebabkan kondisi yang berbahaya di dalam tubuh.

Penggunaan kompresor bagi penyelam yang tidak standar dapat membahayakan karena udara yang di hirup oleh penyelam bergantung pada stabilnya mesin kompresor di atas kapal. Pada suatu kondisi bila mesin kompresor mati atau selang udaranya terbelit dari kompresor menuju regulator maka akan mengganggu suplai udara dan berakibat fatal bagi penyelam itu sendiri (Luthfi *et al.*, 2015).

Selain itu, penggunaan kompresor yang tidak standar untuk menyelam dapat menyebabkan kejadian narkosis nitrogen dan toksisitas oksigen akibat tidak terdapat filter atau pengaturan udara yang masuk. Kondisi ini akan menyebabkan resiko kejadian barotrauma dengan rusaknya jaringan organ tubuh terutama pada paru-paru dan telinga (Cialoni *et al.*, 2017; Luthfi *et al.*, 2015).

Selain penyelaman di laut, kondisi barotrauma juga sering dialami oleh orang yang menggunakan mesin kompresor di perindustrian dimana kondisi barotrauma yang sering terjadi berupa perforasi sigmoid colon (Al-Ozaibi & Al-Jarrah, 2017). Kondisi ini terjadi disebabkan oleh adanya peningkatan tekanan di dalam tubuh terutama pada saluran pencernaan. Tubuh akan mengalami distensi dibagian abdomen serta nyeri. Distensi yang terjadi pada bagian abdomen ini menekan hingga pada bagian kolon sehingga menyebabkan terjadinya perforasi dibagian anus (Hazar *et al.*, 2015). Tingginya kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi didukung oleh kurangnya pengetahuan para nelayan terkait dengan bahaya penggunaan kompresor B dan standar keamanan penyelaman. Kurangnya pengetahuan nelayan berkaitan dengan tidak adanya penyuluhan yang dilakukan oleh pemerintah setempat melalui perangkat pemerintah terkait seperti dinas kelautan dan perikanan serta dinas kesehatan. Tidak adanya koordinasi antara kedua instansi ini menjadi salah satu permasalahan yang mendukung barotrauma.

Rahmadayanti *et al.* (2017) dan Parasetiyo (2015) menyatakan tingginya kejadian barotrauma pada nelayan disebabkan oleh tidak menggunakan alat pelindung diri dan penggunaan kompresor yang tidak dimodifikasi untuk standar

keamanan penyelaman yang didukung dengan pengetahuan para nelayan yang rendah terkait dengan standar keamanan penyelaman dan barotrauma.

Para nelayan yang memiliki gejala penyakit barotrauma tidak segera mencari bantuan medis untuk mengatasi permasalahannya. Mereka menganggap bahwa penyakit ini merupakan permasalahan yang berhubungan dengan keyakinan mereka. Dengan tidak adanya penanganan secara medis, penyakit barotrauma ini akan menyebabkan terjadinya kelumpuhan baik hanya sementara maupun permanen. Cialoni *et al.* (2017) menyatakan bahwa penanganan kejadian barotrauma harus segera dilakukan sejak di mulainya gejalanya seperti penurunan pendengaran serta sesak napas. Jika kondisi ini tidak segera ditangani, maka korban akan mengalami komplikasi seperti kelumpuhan.

#### **11. Faktor yang paling dominan berpengaruh terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara**

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa faktor penggunaan kompresor merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara dengan nilai  $Exp(B)$  15.227.

Hal ini menunjukkan bahwa nelayan yang menggunakan kompresor 15.22 kali beresiko mengalami barotrauma setelah dikontrol oleh faktor usia, kecepatan naik, kedalaman penyelaman, frekuensi penyelaman dan faktor riwayat penyakit. Penggunaan kompresor pada penyelaman ini menggunakan kompresor yang digunakan diperindustrian dan diperbengkelan yang tidak mempunyai filter udara.

Hasil penelitian ini selaras dengan penelitian yang dilakukan Pai dan Shetty yang menyatakan bahwa penggunaan kompresor merupakan faktor yang mengakibatkan terjadinya barotrauma melalui peningkatan tekanan yang berlebihan di dalam tubuh (Pai & Shetty, 2016).

Penggunaan kompresor yang tidak sesuai dengan aturan penggunaannya dapat menyebabkan kondisi yang berbahaya bagi tubuh. Penggunaan kompresor yang digunakan untuk menyelam dapat menyebabkan kejadian narkosis nitrogen dan



toksitas oksigen akibat tidak terdapat filter atau pengaturan udara yang masuk. Kondisi ini akan menyebabkan resiko kejadian barotrauma dengan rusaknya jaringan organ tubuh terutama pada paru-paru dan telinga (Cialoni *et al.*, 2017; Luthfi *et al.*, 2015).

Kompresor merupakan mesin atau alat mekanik yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan atau memampatkan fluida gas atau udara. Secara umum kompresor ini mengisap udara dari atmosfer dengan campuran beberapa gas yaitu 78% nitrogen, 21% oksigen dan 1% campuran argon, karbon dioksida, uap air, minyak dan lainnya.

Berdasarkan Undang-Undang No.45 tahun 2009 bahwa kompresor yang dilarang untuk digunakan adalah kompresor yang menggunakan mesin bensin karena gas buangnya yang berupa karbon monoksida (CO) dapat ikut tersimpan di dalam tabung kompresor sehingga penyelam beresiko mengalami keracunan gas.

Hal ini didukung oleh Lee dan Ye yang menyatakan bahwa alat bantu nafas yang digunakan tidak sesuai dengan aturan standar keamanan dalam penyelaman dapat menyebabkan terjadinya keracunan gas yang berdampak pada kerusakan jaringan tubuh (Lee & Ye, 2013).

## KESIMPULAN

Terdapat pengaruh yang signifikan pada usia, IMT, waktu menyelam, kecepatan naik, waktu istirahat, kedalaman menyelam, frekuensi menyelam, riwayat penyakit dan penggunaan kompresor terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara. Penggunaan kompresor merupakan faktor yang paling berpengaruh riwayat penyakit dan penggunaan kompresor terhadap kejadian barotrauma pada nelayan penyelam tradisional di pulau Tasipi kabupaten Muna Barat Sulawesi Tenggara.

## SARAN

### 1. Pemerintah Daerah

- Perlunya peningkatan kualitas sumber daya manusia terutama untuk nelayan terkait pendidikan nelayan, pemahaman nelayan terkait menyelam yang aman serta efek samping penyelaman yang perlu segera ditangani
- Perlunya menentukan standar penyelaman yang direkomendasikan untuk penyelam berupa umur

rentang 18-40 tahun, indeks massa tubuh 18.5-24.9, waktu penyelaman dianjurkan < 30 menit (melebihi 30 menit perlu pengawasan lebih lanjut), kecepatan naik tidak melebihi 9 meter/menit, kedalaman penyelaman dianjurkan < 10 meter (melebihi 10 meter perlu pengawasan lebih lanjut), frekuensi penyelaman tidak melebihi 2 kali penyelaman/hari, pengawasan penyelam yang mempunyai penyakit paru-paru maupun jantung serta penggunaan kompresor yang sudah dimodifikasi dalam rangka menjaga keamanan penyelam.

- Perlunya ada kebijakan dari kementerian untuk meningkatkan jumlah tenaga kesehatan dan memperbaiki fasilitas kesehatan di pulau Tasipi sehingga mempermudah para nelayan mengakses pelayanan kesehatan yang diinginkan.

### 2. Nelayan

- Perlunya memahami konsep penyelaman yang aman, penggunaan alat bantu selam yang aman, serta pemahaman akan efek samping dari penyelaman yang mungkin timbul.
- Perlunya melakukan pemeriksaan kesehatan secara rutin paska penyelaman dilakukan. Hal ini dilakukan sebagai upaya preventif maupun kuratif dalam mengatasi permasalahan yang muncul akibat menyelam.

### 3. Keperawatan

- Perlunya penambahan kurikulum keperawatan terkait dengan permasalahan kesehatan yang terjadi pada MATRA kelautan di Indonesia melalui kerjasama daerah dengan instansi pendidikan keperawatan setempat.

### 4. Peneliti Selanjutnya

- Perlu dikembangkan penelitian lebih lanjut dalam menggali aspek keyakinan dan budaya terkait efek penyelaman.
- Perlunya mengidentifikasi pengetahuan para nelayan terkait konsep penyelaman yang aman.
- Perlu dilakukan pemberian pendidikan kesehatan kepada para nelayan terkait penyelaman yang



aman, efek samping penyelaman yang dialami serta penanganan masalah penyelaman yang dilakukan oleh tenaga medis yang profesional

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adam, J. G., Barton, E. D., Collings, J. L., DeBlieux, P. M. C., Gisondi, M. A., & Nadel, E. S. (2013). *Emergency Medicine Clinical Essentials*. China: Elsevier.
- Adams, G. L., Boies, L. R., & Higler, P. A. (2013). *Buku ajar penyakit THT* Edisi 6. Jakarta: EGC.
- Ahmad, I., Souliisa, J., & Latuconsina, L. (2016). HUBUNGAN PENGGUNAAN ALAT PENYELAM TRADISIONAL DENGAN KEJADIAN BAROTRAUMA. *Global Health Science*, 1(1), 30-35.
- Al-Ozaibi, L., & Al-Jarrah, Z. (2017). Colorectal injury by compressed air: the rule of conservative therapy. *Journal of Coloproctology*, 37(1), 47-49. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jcol.2016.07.001>
- Awang, M., Sulistomo, A., & Junus, M. (2017). Gambaran Fungsi Paru dan Faktor-Faktor yang Berhubungan pada Pekerja Terpapar Debu Bagasse di Pabrik Gula X Kabupaten Lampung Tengah. *J Indon Med Assoc*, 67(10), 576-583.
- Barbara, S. (2008). *UCSB The Diving Safety Manual Appendix 1: Definition of Terms*. California: University of California.
- Barron, E. (2018). The "Squeeze," an Interesting Case of Mask Barotrauma. *Air Medical Journal*, 37(1), 74-75. doi:<https://doi.org/10.1016/j.amj.2017.10.003>
- Battisti, A. S., & Murphy-Lavoie, H. M. (2018). Trauma, Barotrauma *StatPearls*. Treasure Island (FL).
- Bentz, B., & Hughes, A. (2008). *Barotrauma*. Retrieved from USA:
- Bove, A. A. (2014). Diving medicine. *Am J Respir Crit Care Med*, 189(12), 1479-1486. doi:10.1164/rccm.201309-1662CI
- Bove, A. A., & Neuman, T. S. (2016). 78 - Diving Medicine. In V. C. Broaddus, R. J. Mason, J. D. Ernst, T. E. King, S. C. Lazarus, J. F. Murray, J. A. Nadel, A. S. Slutsky, & M. B. Gotway (Eds.), *Murray and Nadel's Textbook of Respiratory Medicine (Sixth Edition)* (pp. 1385-1395.e1383). Philadelphia: W.B. Saunders.
- Buzzacott, P. L. (2012). The epidemiology of injury in scuba diving. *Med Sport Sci*, 58, 57-79. doi:10.1159/000338582
- Choi, J. Y., Park, K. S., Park, T. W., Koh, W. J., & Kim, H. M. (2013). Colon Barotrauma Caused by Compressed Air. *Intestinal Research*, 11(3), 213. doi:10.5217/ir.2013.11.3.213
- Cialoni, D., Pieri, M., Balestra, C., & Marroni, A. (2017). Dive Risk Factors, Gas Bubble Formation, and Decompression Illness in Recreational SCUBA Diving: Analysis of DAN Europe DSL Data Base. *Frontiers in Psychology*, 8, 1-11. doi: 10.3389/fpsyg.2017.01587
- Culver, B. (2008). *Respiratory Mechanics. Clinical Respiratory Medicine 3rd ed*. Philadelphia: Mosby Elsevier.
- Dekelboum, A. (2008). *Diving Medicine Current Diagnosis and Treatment in Otolaryngology*. Boston: McGraw-Hill Companies.
- Depkes. (2002). *Pedoman upaya kesehatan kerja bagi nelayan penyelam tradisional*. Retrieved from Jakarta:
- Depkes. (2008). *Petunjuk teknis upaya kesehatan penyelaman dan hiperbarik bagi petugas kesehatan Provinsi, Kabupaten/Kota dan Puskesmas*. Retrieved from Jakarta:
- Depkes, & TNI. (2001). *Materi pelatihan penanganan korban kecelakaan penyelaman dan tenggelam bagi dokter dan paramedis puskesmas daerah pesisir*. Retrieved from Jakarta:
- Dharmawirawan, D. A., & Modjo, R. (2012). Identifikasi Bahaya Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Penangkapan Ikan Nelayan Muroami. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*, 6(4), 185-192.
- Dinkes, & Jatim. (2001). *Materi pelatihan penatalaksanaan kecelakaan akibat penyelaman dan tenggelam*. Retrieved from Surabaya:
- Djono, L. (2017). *Statistik kelautan dan perikanan tahun 2017*. Laworo: Dinas Kelautan dan Perikanan
- Duke, H. I., Widyastuti, S. R., Hadisaputro, S., & Chasani, S. (2017). Pengaruh kedalaman menyelam, lama



- menyelam, anemia terhadap kejadian penyakit dekompresi pada penyelam tradisional. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 12(2), 12-18.
- Eichhorn, L., & Leyk, D. (2015). Diving medicine in clinical practice. *Dtsch Arztebl Int*, 112(9), 147-157; quiz 158. doi:10.3238/arztebl.2015.0147
- Eichhorn, L., & Leyk, D. (2015). Diving Medicine in Clinical Practice. *Deutsches Ärzteblatt International*, 112, 147-158. doi:10.3238/arztebl.2015.0147
- Ekawati, T. (2005). *Analisis faktor resiko barotrauma membran timpani pada nelayan penyelam tradisional di kecamatan Semarang Utara Kota Semarang*. (Magister), Universitas Diponegoro, Semarang.
- Fahlman, A., & Dromsky, D. M. (2006). Dehydration effects on the risk of severe decompression sickness in a swine model. *Aviat Space Environ Med*, 77(2), 102-106. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16491576>
- Gil Cano, A., Monge García, M. I., Gracia Romero, M., & Díaz Monrové, J. C. (2012). Incidence, characteristics and outcome of barotrauma during open lung ventilation. *Medicina Intensiva (English Edition)*, 36(5), 335-342. doi:<https://doi.org/10.1016/j.medine.2012.07.003>
- Golman, L., & Schafer, A. I. (2012). *Goldman's Cecil Medicine*. Philadelphia: Elsevier.
- Hasan, H., & Arusita, R. (2019). Perubahan Fungsi Paru Pada Usia Tua. *Jurnal Respirasi*, 3(2), 52-57.
- Hazar, E., Kayipmaz, A. E., Coskun, A., Ozbay, S., Okur, O. M., Ozkan, I., ... Kavalci, C. (2015). A dangerous joke: Colon perforation by an air compressor. *Medical Science and Discovery*, 2(5), 314-315. doi:10.17546/msd.12902
- Irgens, Å., Troland, A. K., Djurhuus, A. R., & Grønning, A. M. (2016). Diving exposure and health effects in divers working in different areas of professional diving. *International Maritime Health*, 67(4), 235-242. doi:10.5603/imh.2016.0042
- Jansen, S., Meyer, M. F., Boor, M., Felsch, M., Klünter, H. D., Pracht, E. D., ... Grosheva, M. (2016). Prevalence of Barotrauma in Recreational Scuba Divers After Repetitive Saltwater Dives. *Otol Neurotol*, 37(9), 1325-1331. doi:10.1097/MAO.0000000000001158
- Jeong, J. H., Kim, K., Cho, S. H., & Kim, K. R. (2012). Sphenoid sinus barotrauma after scuba diving. *American Journal of Otolaryngology*, 33(4), 477-480. doi:<https://doi.org/10.1016/j.amjoto.2011.10.017>
- Kartorio, S. (2007). *Prevalensi dan faktor resiko kejadian penyakit dekompresi dan barotrauma pada nelayan penyelam di kecamatan Karimun, Jawa Kabupaten Jepara*. (Magister), Universitas Gajah Mada Yogyakarta.
- Kay, E. (2018). *Prevention of middle ear barotrauma*. Washington: Doc' Diving Medicine Home.
- Lalley, P. M. (2013). The aging respiratory system—Pulmonary structure, function and neural control. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 187(3), 199-210. doi:<https://doi.org/10.1016/j.resp.2013.03.012>
- Lee, J., Kim, K., & Park, S. (2015). Factors associated with residual symptoms after recompression in type I decompression sickness. *The American Journal of Emergency Medicine*, 33(3), 363-366. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ajem.2014.12.011>
- Lee, S. H., Yim, S. J., & Kim, H. C. (2016). Aging of the respiratory system. *Kosin Med J*, 31(1), 11-18. doi:<https://doi.org/10.7180/kmj.2016.31.1.11>
- Lee, Y. I., & Ye, B. J. (2013). Underwater and Hyperbaric Medicine as a Branch of Occupational and Environmental Medicine. *Annals of Occupational and Environmental Medicine*, 25(39), 1-9. doi:10.1186/2052-4374-25-39
- LIPI. (2016). *menyelam*. Retrieved from Bandung:
- Luthfi, O. M., Yamindago, A., & Dewi, C. S. U. (2015). Perbaikan standar keamanan penyelaman nelayan kompresor kondang merak, malang dengan penggunaan scuba (self-contained underwater breathing apparatus). *Journal of Innovation and Applied Technology*, 1(2), 165-169.



- Lynch, J. H., & Bove, A. A. (2009). Diving Medicine: A review of current evidence. *J Am Board Fam Med*, 22, 399-407.
- Mahdi, H., Sasongko, Siswanto, Hinarya, D., Suharsono, & Soepriyoto. (2002). *Kelainan dan Penyakit Pada Penyelam Dalam*. Surabaya: Lembaga Kesehatan Kelautan TNI-AL.
- Melo, L. C., Silva, M. A., & Calles, A. C. (2014). Obesity and lung function: a systematic review. *Einstein (Sao Paulo)*, 12(1), 120-125. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24728258>
- Meyer, K. C. (2005). Aging. *Proc Am Thorac Soc*, 2(5), 433-439. doi:10.1513/pats.200508-081JS
- Navisah, S. F., Ma'rufi, I., & Sujoso, A. D. P. (2016). Faktor Risiko Barotrauma Telinga pada Nelayan Penyelam di Dusun Watu Ulo Desa Sumberejo Kecamatan Ambulu Kabupaten Jember *Jurnal IKESMA*, 12(1), 98-112.
- Navy. (2016). *U.S. Navy Diving Manual*. USA: United States Navy.
- Navy, U. (2008). *Diving principle and policies: Underwater Physics*. USA: US Navy.
- Oliveira, S., Portela, F., Santos, M. F., Machado, J., Abelha, A., Silva, A., & Rua, F. (2015). Intelligent Decision Support to Predict Patient Barotrauma Risk in Intensive Care Units. *Procedia Computer Science*, 64, 626-634. doi:<https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.08.576>
- Pai, V., & Shetty, S. (2016). Fatal recto-sigmoid rupture by compressed air. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, 6(4), 542-545. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejfs.2016.08.002>
- Pedoto, A. (2012). Lung physiology and obesity: anesthetic implications for thoracic procedures. *Anesthesiol Res Pract*, 2012, 154208. doi:10.1155/2012/154208
- Pieterse, I. (2006). *The hearing abilities and middle ear functioning of the recreational scuba diver*. (Master), University of Pretoria, Pretoria.
- Prasetyo, A. T. (2012). *Pengaruh Kedalaman dan Lama Menyelam terhadap Perubahan Pendengaran pada Penyelam Tradisional dengan Alat Bantu Selam Kompresor Udara yang Mengalami Barotrauma Telinga*. (Master), Brawijaya, Malang.
- Rahmadayanti, Budiyo, & Yusniar. (2017). Faktor resiko gangguan akibat penyelaman pada penyelam tradisional di Karimunjawa Jepara. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 5(1), 473-481.
- Rusly, A. (2010). *Barotrauma*. Universitas Syiah Kuala, Aceh.
- Salome, C. M., King, G. G., & Berend, N. (2010). Physiology of obesity and effects on lung function. *J Appl Physiol* (1985), 108(1), 206-211. doi:10.1152/jappphysiol.00694.2009
- Satriyani, Pandelaki, K., & Wongkar, M. C. P. (2015). HUBUNGAN OBESITAS DENGAN FAAL PARU PADA MAHASISWA FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS SAM RATULANGI MANADO *Jurnal e-Clinic (eCl)*, 3(1), 113-117.
- Sharma, G., & Goodwin, J. (2006). Effect of aging on respiratory system physiology and immunology. *Clin Interv Aging*, 1(3), 253-260. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18046878>
- Sherwood, L. (2016). *Fisiologi Manusia Dari Sel ke Sel*. Jakarta: EGC.
- Spira, A. (2008). Diving and marine medicine review part II: Diving disease *Journal of Travel Medicine*, 6(3), 180-198.
- Sudarmada, I. N. (2012). Perkembangan Kapasitas Paru Anak Usia 6-12 Tahun. *Jurnal Media Ilmu Keolahragaan Indonesia*, 2(1), 37-41.
- Sukbar, Dupai, L., & Munandar, S. (2016). Hubungan aktivitas menyelam dengan kapasitas vital paru pada pekerja nelayan di Desa Torobulu Kecamatan Laeya Kabupaten Konawe Selatan tahun 2016. *Jimkesmas*, 1(2), 1-9.
- Tatuene, J. K., Pignel, R., Pollak, P., Lovblad, K. O., Kleinschmidt, A., & Vargas, M. I. (2014). Neuroimaging of Diving-Related Decompression Illness: Current Knowledge and Perspectives. *AJNR Am J Neuroradiol*, 35, 2039-2044.
- Thiriz, D., & Kadir, A. (2005). Gangguan pendengaran dan keseimbangan



pada penyelam tradisional suku bajo sulawesi selatan. *J Med Nus*, 26(3), 143-148.

Vernick, D. (2018). *Ear Barotrauma*. USA: Wolters Kluwer.

Walker, B. R., Colledge, N. R., Ralston, S. H., & Penman, I. D. (2014). *Davidson's Principle & Practice of Medicine*. China: Elsevier.

Widyastuti, S. R., Hadisaputro, S., & Munasik. (2019). Faktor-Faktor yang Berpengaruh terhadap Kualitas Hidup Penyelam Tradisional Penderita Penyakit Dekompresi.

*Jurnal Epidemiologi Kesehatan Komunitas*, 4(1), 45-54.

Xu, W., Liu, W., Huang, G., Zou, Z., Cai, Z., & Xu, W. (2012). Decompression illness: clinical aspects of 5278 consecutive cases treated in a single hyperbaric unit. *PLoS One*, 7(11), e50079. doi:10.1371/journal.pone.0050079

Zammit, C., Liddicoat, H., Moonisie, I., & Makker, H. (2010). Obesity and respiratory diseases. *Int J Gen Med*, 3, 335-343. doi:10.2147/IJGM.S11926



Lampiran 20 Master Tabel Penelitian

No	umur	PDD	LMN	aktif/tidak aktif	BB (kg)	TB (m)	TB(2)	IMT	LM	KN	KM	FM	WI	Penyakit	kompresor	Kasus
1	65	SD	45	aktif	68	1.54	2.3716	28.67	60	13	13	5	5	Ada	Ya	Barotrauma
2	20	SD	1	tidak aktif	40	1.42	2.0164	19.84	60	13	9	6	5	Ada	Ya	Barotrauma
3	44	SD	22	aktif	40	1.44	2.0736	19.29	60	12	12	2	5	Tidak ada	Ya	Barotrauma
4	23	SD	1	tidak aktif	60	1.52	2.3104	25.97	30	12	12	7	10	Ada	Ya	Barotrauma
5	60	SD	40	Aktif	64	1.56	2.4336	26.3	50	11	11	2	5	Ada	Ya	Barotrauma
6	63	SD	45	Aktif	41	1.6	2.56	16.02	5	12	12	8	10	Tidak ada	Ya	Barotrauma
7	55	SD	35	Aktif	51	1.56	2.4336	20.96	90	6	12	2	5	Ada	Ya	Barotrauma
8	52	SD	34	Aktif	43	1.55	2.4025	17.9	20	5	9	8	5	Tidak ada	Ya	Barotrauma
9	57	SD	40	Aktif	45	1.48	2.1904	20.54	45	15	30	3	15	Ada	Ya	Barotrauma
10	44	SMP	20	Tidak Aktif	55	1.55	2.4025	22.89	60	17	34	2	30	Tidak ada	Ya	Barotrauma
11	43	SD	20	Aktif	50	1.52	2.3104	21.64	5	19	9	3	20	Ada	Ya	Barotrauma
12	50	SD	30	Aktif	60	1.65	2.7225	22.04	5	20	9	3	30	Tidak ada	Ya	Barotrauma
13	53	SD	30	Aktif	46	1.71	2.9241	15.73	5	15	9	2	360	Ada	Ya	Barotrauma
14	56	SMP	30	Tidak Aktif	41	1.47	2.1609	18.97	90	15	30	3	20	Ada	Ya	Barotrauma
15	45	SD	30	Aktif	40	1.55	2.4025	16.65	30	10	9	2	5	Ada	Ya	Barotrauma
16	50	SD	36	Tidak Aktif	50	1.45	2.1025	23.78	5	15	9	3	60	Ada	tidak	Barotrauma
17	47	SMA	32	Aktif	65	1.56	2.4336	26.71	5	11	9	5	5	Tidak ada	tidak	Barotrauma



No	umur	PDD	LMN	aktif/tidak aktif	BB (kg)	TB (m)	TB(2)	IMT	LM	KN	KM	FM	WI	Penyakit	kompresor	Kasus
18	46	SD	36	Tidak Aktif	45	1.55	2.4025	18.73	5	12	5	2	10	Ada	tidak	Barotrauma
19	58	SD	40	Aktif	40	1.52	2.3104	17.31	60	12	24	3	30	Ada	Ya	Barotrauma
20	16	SD	1	tidak aktif	46	1.55	2.4025	19.15	5	15	9	3	30	Tidak ada	Ya	Barotrauma
21	47	SD	37	Aktif	39	1.51	2.2801	17.1	45	15	30	2	30	Ada	Ya	Barotrauma
22	56	SD	40	Aktif	43	1.4	1.96	21.94	60	12	24	2	15	Tidak ada	Ya	Barotrauma
23	67	SD	50	Tidak Aktif	53	1.51	2.2801	23.24	5	15	8	5	30	Ada	Ya	Barotrauma
24	48	SD	30	Aktif	46	1.61	2.5921	17.75	60	18	36	2	20	Ada	Ya	Barotrauma
25	57	SD	37	Aktif	45	1.51	2.2801	19.74	60	10	20	4	10	Ada	Ya	Barotrauma
26	60	SD	50	Aktif	36	1.46	2.1316	16.89	60	15	30	2	30	Ada	Ya	Barotrauma
27	54	SD	37	Aktif	61	1.55	2.4025	25.39	5	9	9	3	30	Tidak ada	Ya	Barotrauma
28	64	SD	50	Aktif	45	1.6	2.56	17.58	70	15	32	2	20	Ada	Ya	Barotrauma
29	19	SMA	1	tidak aktif	68	1.62	2.6244	25.91	90	15	30	2	60	Ada	Ya	Barotrauma
30	55	SD	40	Aktif	69	1.64	2.6896	25.65	90	10	20	2	60	Ada	Ya	Barotrauma
31	57	SD	47	Aktif	68	1.6	2.56	26.56	5	11	9	3	30	Tidak ada	Ya	Barotrauma
32	58	SD	46	Aktif	51	1.65	2.7225	18.73	60	12	22	2	60	Ada	Ya	Barotrauma
33	54	SD	39	Tidak Aktif	44	1.55	2.4025	18.31	5	10	9	4	20	Ada	Ya	Barotrauma
34	56	SD	33	Aktif	65	1.73	2.9929	21.72	45	16	33	2	45	Ada	Ya	Barotrauma
35	62	SD	44	Aktif	46	1.54	2.3716	19.4	35	12	24	2	30	Tidak ada	Ya	Barotrauma
36	59	SD	39	Aktif	65	1.55	2.4025	27.06	5	15	8	2	30	Ada	Ya	Barotrauma

No	umur	PDD	LMN	aktif/tidak aktif	BB (kg)	TB (m)	TB(2)	IMT	LM	KN	KM	FM	WI	Penyakit	kompresor	Kasus
37	50	SD	30	Aktif	41	1.45	2.1025	19.5	60	16	32	3	20	Tidak ada	Ya	Barotrauma
38	22	SD	1	tidak aktif	42	1.47	2.1609	19.44	5	12	9	2	15	Ada	Ya	Barotrauma
39	55	SD	40	Aktif	55	1.73	2.9929	18.38	90	14	27	3	60	Ada	Ya	Barotrauma
40	54	SD	38	Aktif	55	1.65	2.7225	20.2	90	10	20	4	60	Ada	Ya	Barotrauma
41	56	SD	37	Aktif	55	1.45	2.1025	26.16	60	7	15	3	30	Ada	Ya	Barotrauma
42	29	SD	10	Tidak Aktif	55	1.6	2.56	21.48	5	14	8	3	30	Ada	Ya	Barotrauma
43	55	SD	39	Aktif	45	1.6	2.56	17.58	45	11	11	4	20	Tidak ada	Ya	Barotrauma
44	57	SD	40	Aktif	50	1.5	2.25	22.22	5	14	8	3	60	Ada	Ya	Barotrauma
45	45	SD	30	Aktif	50	1.62	2.6244	19.05	50	14	28	3	60	Tidak ada	Ya	Barotrauma
46	46	SD	30	Aktif	60	1.75	3.0625	19.59	5	17	9	3	20	Ada	Ya	Barotrauma
47	48	SD	30	Aktif	46	1.48	2.1904	21	60	19	19	3	20	Ada	Ya	Barotrauma
48	57	SD	40	Aktif	60	1.6	2.56	23.44	5	20	9	3	60	Ada	Ya	Barotrauma
49	53	SD	37	Aktif	37	1.45	2.1025	17.6	60	14	28	3	60	Tidak ada	Ya	Barotrauma
50	55	SD	38	Aktif	58	1.5	2.25	25.78	90	12	32	3	60	Ada	Ya	Barotrauma
51	49	SMP	30	Tidak Aktif	50	1.45	2.1025	23.78	90	15	40	3	15	Ada	Ya	Barotrauma
52	50	SD	35	Tidak Aktif	45	1.35	1.8225	24.69	5	10	9	3	60	Ada	Ya	Barotrauma
53	54	SD	40	Tidak Aktif	50	1.6	2.56	19.53	45	10	20	3	60	Ada	Ya	Barotrauma
54	57	SD	40	Aktif	51	1.42	2.0164	25.29	5	15	9	3	60	Ada	Ya	Barotrauma
55	43	SD	30	Aktif	45	1.4	1.96	22.96	60	9	17	3	60	Ada	Ya	Barotrauma
56	42	SD	28	Aktif	41	1.54	2.3716	17.29	60	15	30	3	60	Tidak	Ya	Barotrauma



No	umur	PDD	LMN	aktif/tidak aktif	BB (kg)	TB (m)	TB(2)	IMT	LM	KN	KM	FM	WI	Penyakit	kompresor	Kasus
														ada		
57	47	SD	30	Aktif	45	1.5	2.25	20	60	15	30	3	60	Ada	Ya	Barotrauma
58	46	SD	30	Aktif	40	1.5	2.25	17.78	5	15	9	3	60	Ada	Ya	Barotrauma
59	51	SD	35	Tidak Aktif	50	1.68	2.8224	17.72	5	12	9	3	30	Ada	Ya	Barotrauma
60	53	SD	35	Tidak Aktif	50	1.52	2.3104	21.64	60	20	40	3	120	Tidak ada	Ya	Barotrauma
61	33	SD	15	Aktif	45	1.7	2.89	15.57	60	19	40	3	60	Ada	Ya	Barotrauma
62	23	SD	9	Aktif	54	1.75	3.0625	17.63	45	15	30	3	60	Tidak ada	Ya	Barotrauma
63	25	SD	10	Tidak Aktif	75	1.7	2.89	25.95	5	7	8	3	60	Ada	Ya	Barotrauma
64	33	SD	16	Tidak Aktif	52	1.6	2.56	20.31	70	8	21	3	60	Ada	Ya	Barotrauma
65	35	SD	20	Tidak Aktif	37	1.45	2.1025	17.6	60	6	30	3	60	Tidak ada	Ya	Barotrauma
66	37	SMP	20	Aktif	51	1.7	2.89	17.65	90	7	15	3	60	Ada	Ya	Barotrauma
67	36	SD	15	Aktif	64	1.55	2.4025	26.64	60	7	28	3	60	Ada	Ya	Barotrauma
68	31	SD	14	Aktif	45	1.48	2.1904	20.54	60	8	34	3	30	Tidak ada	Ya	Barotrauma
69	29	SD	10	Aktif	48	1.63	2.6569	18.07	45	7	28	3	60	Ada	Ya	Barotrauma
70	26	SD	10	Aktif	50	1.66	2.7556	18.14	5	6	9	3	60	Ada	Ya	Barotrauma
71	45	SD	30	Aktif	61	1.53	2.3409	26.06	5	5	8	3	60	Tidak ada	Ya	Barotrauma
72	47	SD	30	Aktif	47	1.51	2.2801	20.61	30	8	22	3	60	Ada	Ya	Barotrauma
73	57	SD	37	Tidak Aktif	63	1.57	2.4649	25.56	5	5	9	3	60	Tidak ada	Ya	Barotrauma
74	61	SD	50	Tidak Aktif	64	1.57	2.4649	25.96	60	6	24	3	60	Ada	Ya	Barotrauma

No	umur	PDD	LMN	aktif/tidak aktif	BB (kg)	TB (m)	TB(2)	IMT	LM	KN	KM	FM	WI	Penyakit	kompresor	Kasus
75	60	SMP	45	Tidak Aktif	60	1.65	2.7225	22.04	5	7	9	3	60	Tidak ada	Ya	Barotrauma
76	52	SD	30	Aktif	55	1.73	2.9929	18.38	90	7	28	3	30	Ada	Ya	Barotrauma
77	54	SD	30	Tidak Aktif	60	1.48	2.1904	27.39	70	8	8	3	60	Tidak ada	Ya	Barotrauma
78	55	SMA	30	Tidak Aktif	50	1.51	2.2801	21.93	60	8	24	3	60	Ada	Ya	Barotrauma
79	25	SD	10	Aktif	51	1.7	2.89	17.65	50	5	9	3	60	Tidak ada	Ya	Barotrauma
80	35	SD	15	Aktif	56	1.59	2.5281	22.15	45	7	20	3	30	Ada	Ya	Barotrauma
81	32	SD	16	Aktif	49	1.64	2.6896	18.22	60	7	22	3	60	Ada	Ya	Barotrauma
82	21	SD	6	Aktif	48	1.53	2.3409	20.5	60	8	24	3	30	Tidak ada	Ya	Barotrauma
83	31	SD	15	Tidak Aktif	46	1.58	2.4964	18.43	60	13	26	2	60	Ada	Ya	Barotrauma
84	32	SD	15	Aktif	65	1.71	2.9241	22.23	70	14	28	3	60	Ada	Ya	Barotrauma
85	33	SMP	15	Aktif	47	1.63	2.6569	17.69	90	10	21	3	60	Tidak ada	Ya	Barotrauma
86	31	SD	16	Aktif	60	1.54	2.3716	25.3	60	11	22	3	30	Ada	Ya	Barotrauma
87	23	SD	7	Aktif	47	1.61	2.5921	18.13	60	12	24	3	60	Tidak ada	Ya	Barotrauma
88	45	SD	27	Aktif	70	1.65	2.7225	25.71	5	8	12	2	60	Ada	Ya	Tidak Barotrauma
89	47	SD	30	Aktif	55	1.58	2.4964	22.03	30	7	9	3	60	Tidak ada	Ya	Tidak Barotrauma
90	43	SD	28	Aktif	43	1.55	2.4025	17.9	60	8	9	2	300	Ada	Ya	Tidak Barotrauma



No	umur	PDD	LMN	aktif/tidak aktif	BB (kg)	TB (m)	TB(2)	IMT	LM	KN	KM	FM	WI	Penyakit	kompresor	Kasus
91	57	SD	38	Tidak Aktif	43	1.43	2.0449	21.03	60	7	12	2	30	Tidak ada	Ya	Tidak Barotrauma
92	53	SD	38	Aktif	40	1.51	2.2801	17.54	60	9	8	3	30	Ada	Ya	Tidak Barotrauma
93	55	SD	40	Aktif	40	1.51	2.2801	17.54	5	8	8	2	30	Tidak ada	Ya	Tidak Barotrauma
94	46	SD	30	Tidak Aktif	50	1.5	2.25	22.22	30	8	9	2	60	Ada	Ya	Tidak Barotrauma
95	45	SD	30	Aktif	55	1.42	2.0164	27.28	20	7	32	2	60	Tidak ada	Ya	Tidak Barotrauma
96	44	SD	29	Aktif	40	1.5	2.25	17.78	30	6	8	2	60	Ada	Ya	Tidak Barotrauma
97	55	SD	40	Tidak Aktif	48	1.38	1.9044	25.2	20	6	30	3	60	Tidak ada	Ya	Tidak Barotrauma
98	43	SD	27	Tidak Aktif	47	1.51	2.2801	20.61	5	5	10	2	60	Ada	tidak	Tidak Barotrauma
99	53	SD	38	Aktif	47	1.63	2.6569	17.69	20	12	9	3	60	Ada	Ya	Tidak Barotrauma
100	48	SD	35	Aktif	40	1.54	2.3716	16.87	30	14	10	2	60	Tidak ada	Ya	Tidak Barotrauma
101	60	SD	45	Aktif	53	1.43	2.0449	25.92	50	12	9	3	60	Ada	Ya	Tidak Barotrauma
102	61	SD	45	Aktif	44	1.47	2.1609	20.36	5	11	10	3	60	Ada	tidak	Tidak Barotrauma
103	48	SD	32	Aktif	68	1.61	2.5921	26.23	60	7	9	2	60	Tidak ada	Ya	Tidak Barotrauma

No	umur	PDD	LMN	aktif/tidak aktif	BB (kg)	TB (m)	TB(2)	IMT	LM	KN	KM	FM	WI	Penyakit	kompresor	Kasus
104	49	SMP	30	Aktif	49	1.63	2.6569	18.44	30	8	10	3	60	Ada	Ya	Tidak Barotrauma
105	51	SMP	35	Tidak Aktif	60	1.53	2.3409	25.63	60	8	16	2	60	Ada	Ya	Tidak Barotrauma
106	50	SD	35	Aktif	40	1.52	2.3104	17.31	5	6	8	2	60	Tidak ada	tidak	Tidak Barotrauma
107	49	SD	34	Aktif	35	1.45	2.1025	16.65	90	10	8	3	60	Ada	Ya	Tidak Barotrauma
108	44	SD	32	Aktif	45	1.6	2.56	17.58	30	8	9	2	60	Tidak ada	Ya	Tidak Barotrauma
109	41	SMP	24	Aktif	50	1.47	2.1609	23.14	20	5	9	2	60	Ada	Ya	Tidak Barotrauma
110	47	SD	30	Tidak Aktif	50	1.54	2.3716	21.08	30	11	8	2	60	Ada	Ya	Tidak Barotrauma
111	53	SD	36	Tidak Aktif	55	1.43	2.0449	26.9	20	8	7	3	60	Ada	Ya	Tidak Barotrauma
112	58	SD	40	Tidak Aktif	55	1.47	2.1609	25.45	5	5	8	2	60	Ada	tidak	Tidak Barotrauma
113	45	SMP	30	Aktif	50	1.57	2.4649	20.28	20	7	14	3	60	Tidak ada	Ya	Tidak Barotrauma
114	44	SD	29	Aktif	40	1.53	2.3409	17.09	5	12	10	2	60	Ada	tidak	Tidak Barotrauma
115	54	SD	37	Tidak Aktif	47	1.51	2.2801	20.61	5	6	9	4	10	Ada	tidak	Tidak Barotrauma
116	47	SD	30	Tidak Aktif	45	1.65	2.7225	16.53	5	6	10	2	60	Ada	tidak	Tidak Barotrauma



No	umur	PDD	LMN	aktif/tidak aktif	BB (kg)	TB (m)	TB(2)	IMT	LM	KN	KM	FM	WI	Penyakit	kompresor	Kasus
117	49	SD	30	Aktif	50	1.7	2.89	17.3	20	7	9	2	360	Tidak ada	Ya	Tidak Barotrauma
118	43	SD	30	Aktif	49	1.5	2.25	21.78	5	6	9	7	30	Ada	tidak	Tidak Barotrauma
119	56	SMP	40	Tidak Aktif	43	1.6	2.56	16.8	20	9	9	2	20	Ada	Ya	Tidak Barotrauma
120	46	SD	30	Tidak Aktif	53	1.72	2.9584	17.92	5	7	8	2	300	Ada	tidak	Tidak Barotrauma
121	54	SMP	39	Tidak Aktif	62	1.68	2.8224	21.97	20	8	12	3	30	Ada	Ya	Tidak Barotrauma
122	57	SD	40	Tidak Aktif	55	1.5	2.25	24.44	20	7	9	2	30	Tidak ada	Ya	Tidak Barotrauma
123	47	SD	30	Aktif	49	1.65	2.7225	18	5	8	9	3	30	Ada	tidak	Tidak Barotrauma
124	41	SD	24	Tidak Aktif	60	1.65	2.7225	22.04	20	10	20	2	25	Ada	Ya	Tidak Barotrauma
125	44	SD	24	Tidak Aktif	50	1.65	2.7225	18.37	5	10	9	3	60	Ada	tidak	Tidak Barotrauma
126	54	SD	40	Tidak Aktif	40	1.45	2.1025	19.02	5	10	9	2	60	Tidak ada	tidak	Tidak Barotrauma
127	56	SD	40	Tidak Aktif	40	1.55	2.4025	16.65	60	12	25	3	60	Ada	Ya	Tidak Barotrauma
128	45	SMP	30	Tidak Aktif	40	1.54	2.3716	16.87	5	15	10	2	30	Tidak ada	tidak	Tidak Barotrauma
129	32	SD	14	Aktif	85	1.74	3.0276	28.08	60	8	8	2	60	Ada	Ya	Tidak Barotrauma

No	umur	PDD	LMN	aktif/tidak aktif	BB (kg)	TB (m)	TB(2)	IMT	LM	KN	KM	FM	WI	Penyakit	kompresor	Kasus
130	31	SD	14	Aktif	40	1.55	2.4025	16.65	5	3	10	3	30	Tidak ada	tidak	Tidak Barotrauma
131	25	SMA	10	Tidak Aktif	40	1.55	2.4025	16.65	60	5	15	2	20	Ada	Ya	Tidak Barotrauma
132	26	SD	10	Aktif	78	1.7	2.89	26.99	60	9	9	2	60	Ada	Ya	Tidak Barotrauma
133	29	SMP	12	Aktif	73	1.65	2.7225	26.81	5	10	10	2	30	Ada	tidak	Tidak Barotrauma
134	36	SMA	20	Aktif	60	1.65	2.7225	22.04	90	5	9	3	25	Tidak ada	Ya	Tidak Barotrauma
135	31	SMP	17	Aktif	54	1.72	2.9584	18.25	20	5	14	2	60	Ada	Ya	Tidak Barotrauma
136	39	SD	20	Aktif	66	1.65	2.7225	24.24	20	5	36	3	60	Tidak ada	Ya	Tidak Barotrauma
137	29	SD	10	Aktif	45	1.65	2.7225	16.53	5	6	9	2	60	Ada	tidak	Tidak Barotrauma
138	24	SD	9	Tidak Aktif	68	1.62	2.6244	25.91	5	8	9	2	60	Ada	tidak	Tidak Barotrauma
139	38	SMP	20	Aktif	53	1.45	2.1025	25.21	20	5	20	3	30	Tidak ada	Ya	Tidak Barotrauma
140	36	SMP	20	Aktif	78	1.7	2.89	26.99	20	5	17	2	60	Ada	Ya	Tidak Barotrauma
141	37	SD	20	Tidak Aktif	46	1.65	2.7225	16.9	5	10	8	4	15	Tidak ada	tidak	Tidak Barotrauma
142	33	SD	16	Aktif	40	1.35	1.8225	21.95	20	15	30	2	60	Ada	Ya	Tidak Barotrauma



No	umur	PDD	LMN	aktif/tidak aktif	BB (kg)	TB (m)	TB(2)	IMT	LM	KN	KM	FM	WI	Penyakit	kompresor	Kasus
143	24	SD	9	Aktif	40	1.55	2.4025	16.65	20	5	8	4	30	Tidak ada	Ya	Tidak Barotrauma
144	34	SD	19	Aktif	44	1.63	2.6569	16.56	5	7	10	2	60	Ada	tidak	Tidak Barotrauma
145	31	SD	15	Aktif	45	1.6	2.56	17.58	20	8	12	3	30	Tidak ada	Ya	Tidak Barotrauma
146	21	SD	6	Aktif	60	1.54	2.3716	25.3	5	10	9	2	10	Tidak ada	tidak	Tidak Barotrauma
147	26	SD	9	Tidak Aktif	45	1.57	2.4649	18.26	60	8	16	2	60	Tidak ada	Ya	Tidak Barotrauma
148	35	SD	20	Aktif	40	1.45	2.1025	19.02	5	10	9	6	10	Tidak ada	tidak	Tidak Barotrauma
149	27	SD	10	Aktif	48	1.68	2.8224	17.01	5	11	9	2	20	Tidak ada	tidak	Tidak Barotrauma
150	39	SD	20	Aktif	37	1.46	2.1316	17.36	5	10	10	2	10	Ada	tidak	Tidak Barotrauma
151	35	SD	20	Aktif	44	1.56	2.4336	18.08	60	6	12	2	60	Tidak ada	Ya	Tidak Barotrauma
152	19	SMP	5	Aktif	65	1.7	2.89	22.49	90	15	8	3	30	Ada	Ya	Tidak Barotrauma
153	29	SD	10	Aktif	42	1.55	2.4025	17.48	5	6	10	2	60	Tidak ada	tidak	Tidak Barotrauma
154	27	SD	10	Tidak Aktif	55	1.47	2.1609	25.45	60	8	8	3	30	Tidak ada	Ya	Tidak Barotrauma
155	37	SD	20	Aktif	40	1.45	2.1025	19.02	5	10	10	3	60	Tidak ada	tidak	Tidak Barotrauma

No	umur	PDD	LMN	aktif/tidak aktif	BB (kg)	TB (m)	TB(2)	IMT	LM	KN	KM	FM	WI	Penyakit	kompresor	Kasus
156	34	SMP	17	Tidak Aktif	55	1.44	2.0736	26.52	5	8	8	2	15	Ada	tidak	Tidak Barotrauma
157	26	SD	10	Aktif	53	1.42	2.0164	26.28	90	10	22	3	60	Tidak ada	Ya	Tidak Barotrauma
158	21	SD	6	Aktif	48	1.63	2.6569	18.07	60	5	20	2	60	Tidak ada	Ya	Tidak Barotrauma
159	33	SD	20	Aktif	50	1.49	2.2201	22.52	5	9	10	2	60	Tidak ada	tidak	Tidak Barotrauma
160	39	SD	20	Tidak Aktif	47	1.63	2.6569	17.69	60	14	28	3	60	Tidak ada	Ya	Tidak Barotrauma
161	36	SD	19	Aktif	45	1.61	2.5921	17.36	60	6	9	2	20	Tidak ada	Ya	Tidak Barotrauma
162	21	SD	4	Aktif	43	1.55	2.4025	17.9	5	8	8	5	10	Tidak ada	tidak	Tidak Barotrauma
163	24	SD	7	Tidak Aktif	60	1.53	2.3409	25.63	90	10	9	3	30	Tidak ada	Ya	Tidak Barotrauma
164	28	SD	1	tidak aktif	50	1.55	2.4025	20.81	60	10	9	2	60	Tidak ada	Ya	Tidak Barotrauma
165	26	SMP	10	Aktif	44	1.57	2.4649	17.85	5	6	10	8	5	Tidak ada	tidak	Tidak Barotrauma
166	31	SD	1	tidak aktif	55	1.47	2.1609	25.45	90	11	9	2	30	Tidak ada	Ya	Tidak Barotrauma
167	37	SD	20	Aktif	55	1.6	2.56	21.48	20	10	14	2	15	Tidak ada	Ya	Tidak Barotrauma
168	35	SMP	20	Aktif	45	1.6	2.56	17.58	5	8	9	2	60	Tidak ada	tidak	Tidak Barotrauma



No	umur	PDD	LMN	aktif/tidak aktif	BB (kg)	TB (m)	TB(2)	IMT	LM	KN	KM	FM	WI	Penyakit	kompresor	Kasus
169	23	SD	7	Aktif	40	1.55	2.4025	16.65	60	8	16	2	60	Tidak ada	Ya	Tidak Barotrauma
170	35	SD	20	Aktif	50	1.65	2.7225	18.37	20	9	9	3	60	Tidak ada	Ya	Tidak Barotrauma
171	31	SMP	15	Aktif	40	1.54	2.3716	16.87	5	5	9	2	10	Tidak ada	tidak	Tidak Barotrauma
172	27	SD	10	Aktif	43	1.54	2.3716	18.13	90	15	30	2	60	Tidak ada	Ya	Tidak Barotrauma
173	29	SD	10	Tidak Aktif	45	1.61	2.5921	17.36	90	11	9	2	60	Tidak ada	Ya	Tidak Barotrauma
174	33	SD	16	Aktif	57	1.61	2.5921	21.99	5	8	9	2	60	Tidak ada	tidak	Tidak Barotrauma

Keterangan:

1. PDD= Pendidikan
2. LMN= Lama menjadi nelayan (Tahun)
3. BB= Berat badan (Kg)
4. TB= Tinggi badan (Meter)
5. TB(2)= Tinggi badan x tinggi badan
6. IMT= Indeks massa tubuh
7. LM= Lama menyelam (Menit)
8. KN= Kecepatan naik (Meter/Menit)
9. KM= Kedalaman menyelam (Meter)
10. FM= Frekuensi menyelam (Kali/Hari)
11. WI= Waktu istirahat (Menit)

**Lampiran 21 Daftar Riwayat Hidup****DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

Nama : Fatimah

Tempat/Tanggal Lahir : Raha/13 Juni 1990

Jenis Kelamin : Perempuan

Agama : Islam

Pendidikan : S1+Ners

Alamat : Jl. Aspol Lama, Nabire

Orang Tua : H. Safaun dan Hj. Ami

Riwayat Pendidikan

1. SD N 8 Katobu Kota Raha tahun 2002
2. SMP N 2 Raha tahun 2005
3. SMA N 1 Raha tahun 2008
4. Sarjana Ilmu Keperawatan Universitas Hasanuddin tahun 2012
5. Program profesi Ners Universitas Hasanuddin tahun 2014
6. Program Magister Keperawatan Universitas Brawijaya tahun 2017

Malang, Mei 2019

Fatimah