



# Efek Submersion di Air Laut dan Air Tawar Terhadap Perubahan Histopatologis Organ Tikus Wistar

Arfi Syamsun<sup>1\*</sup>, Ida Lestari Harahap<sup>1</sup>, Leny Herlina<sup>1</sup>, Pujiarohman<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Profesi, Fakultas Kedokteran, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia.

DOI: [10.29303/jcar.v4i3.2703](https://doi.org/10.29303/jcar.v4i3.2703)

Received: Agustus 09, 2021

Revised: Oktober 23, 2022

Accepted: November 25, 2022

**Abstract:** WHO reports the number of drowning cases of 322,000 victims in 2016. Indonesia as an archipelagic country reports that the number of cases of drowning is 3.3 per 100 thousand people, which is close to 9,000 people in 2016. This number is very worrying because the number is higher than deaths due to malnutrition, HIV infection, and mothers giving birth. The focus of previous research was the incidence of acute lung injury and acute respiratory distress syndrome due to drowning, but research in recent years has begun to examine the impact of water immersion on injuries both in the central nervous system/trauma brain injury/TBI. With the discovery of an increase in wound fatality in cases of drowning, the focus of treatment is expected not only on ALI and ARDS but also on TBI. The results of this study indicate that there is damage to the brain and heart tissue due to drowning with different gradations. The picture of brain cells is the presence of edema and congestion in the cells. Meanwhile, in the heart cells there is a picture of edema and inflammatory cell infiltration. Meanwhile, in cases of non-drowning, no edema, congestion and inflammatory cell infiltration were found.

**Kata Kunci:** Submersion, Seawater, Freshwater, Histopathology.

**Abstrak:** WHO melaporkan angka kejadian tenggelam 322.000 korban pada tahun 2016. Indonesia sebagai negara kepulauan melaporkan angka kasus tenggelam adalah 3,3 per 100 ribu jiwa yang mana mendekati angka 9.000 orang pada tahun 2016. Jumlah tersebut sangat mengkhawatirkan karena angkanya lebih tinggi daripada kematian karena gizi buruk, infeksi HIV, dan ibu melahirkan. Fokus penelitian terdahulu adalah kejadian acute lung injury dan acute respiratory distress syndrome akibat tenggelam, namun penelitian beberapa tahun terakhir mulai mengkaji dampak rendaman air pada luka-luka baik yang berada system syaraf pusat/trauma brain injury/TBI. Dengan ditemukannya peningkatan fatalitas luka pada kasus tenggelam maka focus treatment diharapkan tidak hanya pada ALI dan ARDS namun juga pada TBI. Hasil penelitian ini menunjukkan terdapat kerusakan pada jaringan otak dan jantung akibat tenggelam dengan gradasi yang berbeda beda. Gambaran sel otak adalah adanya edema dan kongesti pada sel. Sedangkan pada sel jantung terdapat gambaran edema dan infiltrasi sel radang. Sedangkan pada kasus tidak tenggelam tidak ditemukan gambaran edema, kongesti dan infiltrasi sel radang.

**Keywords:** Submersion, Air Laut, Air Tawar, Histopatologis.

## PENDAHULUAN

Laporan terbaru WHO tahun 2016 menunjukkan bahwa tenggelam adalah pembunuh utama (Triyaningsih, 2020). Perkiraan Kesehatan Global WHO terbaru menunjukkan bahwa lebih dari 320.000 orang kehilangan nyawa karena tenggelam pada tahun 2016. Hampir 60% dari kematian ini

terjadi di antara mereka yang berusia di bawah 30 tahun, dan tenggelam adalah penyebab utama kematian ketiga di seluruh dunia untuk anak-anak berusia 5-14 tahun (Aimul, 2008). Lebih dari 90% kematian akibat tenggelam terjadi di negara berpenghasilan rendah dan menengah (Sukarna & Amiruddin, 2022). Angka kematian akibat tenggelam di Wilayah Asia Tenggara dan Pasifik

masih jauh lebih tinggi daripada rata-rata global, baik untuk pria maupun wanita dan pada setiap kelompok umur (Sillehu & Kartika, 2018). Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME) memperkirakan terdapat 4,6 kematian akibat tenggelam per 100.000 penduduk di wilayah Asia Tenggara pada tahun 2017, dibandingkan dengan rata-rata global sebesar 3,9. Thailand memiliki angka kematian akibat tenggelam tertinggi di wilayah tersebut dengan angka 7,1 per 100.000 penduduk.

Tenggelam adalah gangguan pernafasan oleh karena rendaman cairan yang masuk ke dalam saluran pernafasan (Putra, 2014). Berdasarkan posisi saluran nafas, tenggelam dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu : saluran nafas berada di bawah permukaan air (submersion) dan saluran nafas berada di atas permukaan air (immersion). Sedangkan berdasarkan salinitas cairan terdapat dua macam tenggelam, yaitu : tenggelam di air laut (seawater drowning) dan tenggelam di air tawar (freshwater drowning) (Sukarna & Amiruddin, 2022).

Efek tenggelam tergantung dari banyak factor yang meliputi submersion atau immersion, seawater atau freshwater, serangan panic atau tidak saat tenggelam, kecepatan dan ketepatan penanganan medis (Dewi, 2021). Efek submersion adalah aktivasi saraf simpatik maupun parasimpatis sebagai respon penyelaman (diving response), peningkatan frekuensi pengambilan nafas (breath holding), dan efek cairan yang merusak epitel saluran pernafasan sehingga mengakibatkan acute lung injury atau acute respiratory distress syndrome. Sementara itu efek immersion tergantung dari suhu cairan yang dihirup, yaitu : cairan hangat (hot water immersion)/HWI dan cairan dingin (cold water immersion)/CWI. HWI menyebabkan gangguan kardiovaskuler berupa vasodilatasi, hipertensi, aritmia jantung. Sedangkan CWI menimbulkan cold shock dengan beragam gambaran klinis mulai dari vasokonstriksi, bradikardia dan menurunnya aktifitas metabolisme organ baik organ di permukaan tubuh maupun organ internal akibat dari penurunan suhu tubuh.

Factor risiko tenggelam meliputi ketidakmampuan berenang, ketiadaan pagar pembatas kolam, kekurangan tenaga pengawas kolam renang, kecelakaan transportasi perairan, konsumsi alcohol, kejadian kejang dan penyakit lain yang kambuh saat korban sedang berada di lokasi perairan (Sumadewi, et al., 2022). Fatalitas kejadian tenggelam dipengaruhi oleh factor lingkungan, demografis, komorbid, penyalahgunaan bahan adiktif (Adriyani & Sujoso, 2019). Ketersediaan SDM dan fasilitas yang memadai untuk resusitasi korban, tidak adanya penyakit komorbid, tidak ada

penyalahgunaan bahan adiktif akan mengurangi fatalitas tenggelam (Amiruddin, 2013).

## METODE

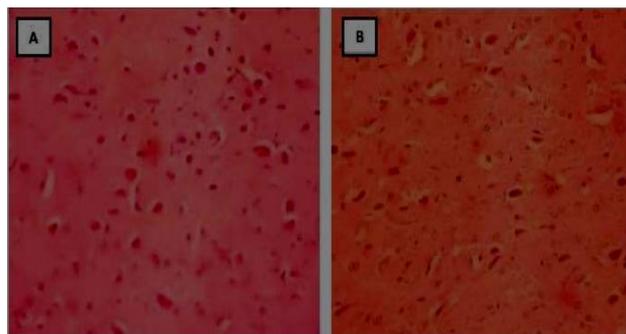
Penelitian ini merupakan penelitian experimental dengan pendekatan belah lintang (cross-sectional). Populasi penelitian ini adalah Tikus Wistar Balb c yang diperoleh dari laboratorium Biomedis Fakultas Kedokteran Universitas Mataram

Jumlah sampel berdasarkan Rumus Federer adalah 18 ekor yang terdiri dari 12 ekor untuk kelompok perlakuan dan 6 ekor untuk satu kelompok control. Jenis data yang diambil merupakan data primer. Instrumen alat ukur yang dipergunakan adalah Skor Trauma yang meliputi ; gambaran edema intraseluler, hemorage, infiltrasi sel radang. Skor trauma dikelompok menjadi 4 , yaitu : tidak ada perubahan histologis, grade 1, grade 2 dan grade 3.

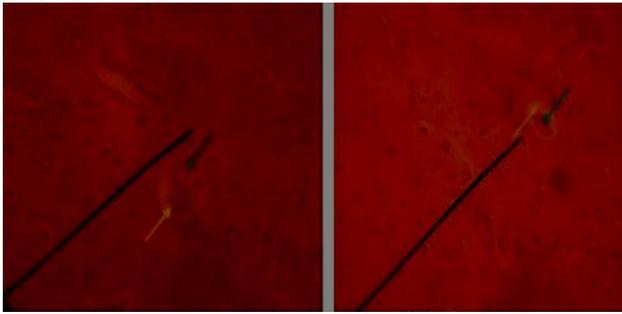
Data dianalisa dengan SPSS seri 20.. uji statistic adalah uji Kruskal wallis untuk mengetahui perbedaan efek antara tenggelam di air tawar dan air laut dibandingkan juga dengan control tanpa tenggelam.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

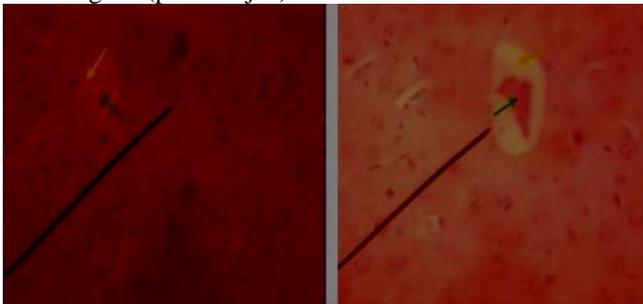
Subjek penelitian dibagi dalam 3 kelompok, yaitu kelompok 1 (penenggelaman air laut), kelompok 2 (penenggelaman air tawar), dan kelompok 3 tanpa penenggelaman (kontrol). Hasil penelitian gambaran histologis di otak menemukan adanya gambaran edema dan kongesti otak. Untuk perhitungan gradasi nya menggunakan skala ordinal menurut Akcilar et.al sebagai berikut : skor 0 (tidak terdapat edema atau kongesti), skor 1 (edema atau kongesti pada satu kuadran), skor 2 (edema atau kongesti pada dua kuadran), skor 3 (edema atau kongesti pada tiga kuadran), skor 4 (edema atau kongesti pada empat kuadran). Selengkapnya hasil pengamatan sebagai berikut :



Gambar 1. Tidak ditemukan edema dan kongesti pada keempat tikus control



Gambar 2. Ditemukan gambaran edema (panah kuning) dan kongesti (panah hijau)



Gambar 3. Ditemukan gambaran edema (panah kuning) dan kongesti (panah hijau)

Hasil pengamatan histopatologis dapat dijelaskan dalam table berikut ini :

Table 1. distribusi edema

Kelompok	Edema				
	Skor 0	Skor 1	Skor 2	Skor 3	Skor 4
Kontrol	6	0	0	0	0
Perlakuan 1 (Air Laut)	0	0	0	0	6
Perlakuan 2 (Air Tawar)	0	1	2	1	2

Table 2. distribusi kongesti

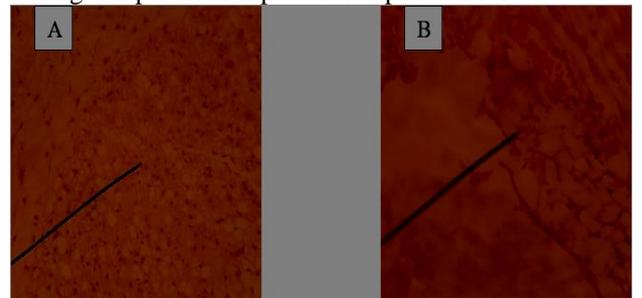
Kelompok	Kongesti				
	Skor 0	Skor 1	Skor 2	Skor 3	Skor 4
Kontrol	6	0	0	0	0
Perlakuan 1 (Air Laut)	0	0	0	0	6
Perlakuan 2 (Air Tawar)	0	1	2	1	2

Dari hasil uji Kruskal-Wallis untuk menilai perbedaan antara kelompok kontrol, kelompok yang ditenggelamkan di air laut, dan kelompok yang ditenggelamkan di air tawar terhadap edema dan kongesti, didapatkan hasil sebagai berikut: 1. Adanya perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol, air laut, dan air tawar terhadap kejadian edema pada tikus wistar ( $p=0,001$ ) 2. Adanya perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol, air laut, dan air tawar terhadap kejadian kongesti pada tikus wistar ( $p=0,001$ )

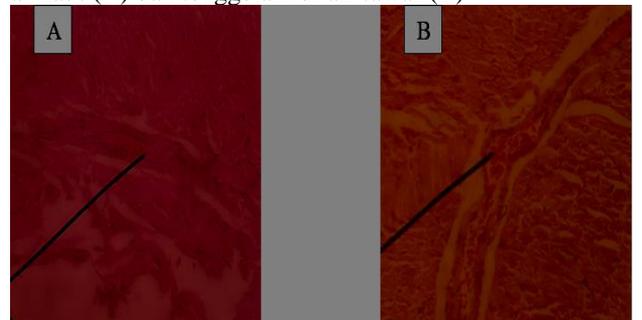
Hasil pengamatan histologis paru-paru sebagai berikut :



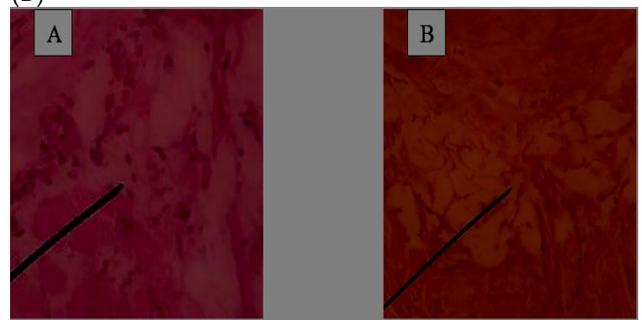
Gambar 4. Tidak terdapat gambaran edema, infiltrasi sel radang dan perdarahan pada kelompok control



Gambar 5. Terdapat gambaran edema pada tenggelam di air laut (A) dan tenggelam di air tawar (B)



Gambar 6. Terdapat gambaran perdarahan pada tenggelam di air laut (A) dan tenggelam di air tawar (B)



Gambar 7 . Terdapat gambaran infiltrasi sel radang pada tenggelam di air laut (A) dan tenggelam di air tawar (B)

Dari hasil uji Kruskal-Wallis untuk menilai perbedaan antara kelompok kontrol, kelompok yang ditenggelamkan di air tawar, dan kelompok yang ditenggelamkan di air laut terhadap edema,

*hemorrhage*, dan infiltrasi sel radang, didapatkan hasil sebagai berikut: adanya perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol, air tawar, dan air laut terhadap kejadian edema pada tikus wistar ( $p=0,025$ ), adanya perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol, air tawar, dan air laut terhadap kejadian infiltrasi sel radang pada tikus wistar ( $p=0,006$ ). Tidak ada perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol, air tawar, dan air laut terhadap kejadian *hemorrhage* pada tikus wistar ( $p=0,120$ ).

Hasil analisis dari penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat keparahan edema dan kongesti otak pada tikus wistar kelompok perlakuan I (tenggelam di air laut) yaitu lebih parah bila dibandingkan dengan tingkat keparahan edema dan kongesti otak pada tikus wistar kelompok perlakuan II (tenggelam di air tawar). Hal ini karena tenggelam air laut konsentrasi elektrolit cairan air asin lebih tinggi dibandingkan dalam darah, sehingga air akan ditarik dari sirkulasi pulmonal ke dalam jaringan interstitial paru yang akan menimbulkan edema pulmoner, hemokonsentrasi, hipovolemi, dan kenaikan kadar Magnesium dalam darah. Hemokonsentrasi akan mengakibatkan sirkulasi menjadi lambat dan menyebabkan terjadinya payah jantung. Akibat dari payah jantung otak akan kekurangan oksigen yang cukup sehingga menyebabkan hipoksia. Hipoksia dapat memicu berbagai patofisiologi yang menyebabkan penurunan energi yang penting dalam menjaga integritas membran sel otak dan pelepasan neurotransmitter glutamat ke ekstraseluler yang nantinya dapat menyebabkan edema di otak.

Berdasarkan gambaran histopatologi jantung yang tenggelam di air tawar dan di air laut didapatkan adanya perbedaan gambaran histopatologi yang bermakna ( $p<0,05$ ) khususnya pada gambaran edema dan infiltrasi sel radang. Hasil ini menunjukkan bahwa medium air tawar maupun air laut berpengaruh terhadap gambaran histopatologi jantung.

Edema miokard merupakan pembengkakan sel otot jantung atau pembengkakan vasogenik (interstitial) secara alami. Hal ini didefinisikan sebagai suatu kondisi sel-sel otot jantung ditempati oleh sejumlah cairan yang berlebihan melebihi tingkat fisiologisnya sehingga menyebabkan pembengkakan seluler. Edema terjadi ketika sel kehilangan kemampuannya untuk mengontrol masuknya ion natrium ( $\text{Na}^+$ ) dan air, serta keluarnya ion kalium ( $\text{K}^+$ ) ke sitosol. Molekul air bergerak melalui membran sel secara pasif. Pergerakan ini dipengaruhi oleh gradien osmotik dan permeabilitas membran terhadap air. Dalam keadaan homeostasis, sel otot jantung mempertahankan potensial membrannya melalui kerja pompa natrium-kalium

( $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATPase}$ ). Mekanisme ini membawa tiga molekul natrium dari dalam sel ke cairan interstitial, dan dua molekul kalium dari luar sel ke kompartemen intraseluler. Kerja pompa natrium-kalium tergantung pada ketersediaan adenosin trifosfat (ATP) sebagai sumber energi. Pada kondisi dimana ATP terbatas, kerja pompa natrium-kalium dapat menyebabkan akumulasi ion natrium di dalam sel, sehingga menarik air ke kompartemen intraseluler. Disfungsi metabolik yang disebabkan oleh rendahnya suplai oksigen ke dalam sel mengaktifkan metabolisme anaerobik yang menghasilkan asam laktat. Akumulasi asam laktat menyebabkan asidosis metabolik yang harus segera ditangani untuk mencegah kematian sel. Dalam kondisi iskemia, proses seperti itu terjadi yang menyebabkan peningkatan cairan intraseluler karena natrium terakumulasi di dalam sel. Terjadi pertukaran ion hidrogen dan natrium yang difasilitasi oleh pompa  $\text{Na}^+\text{-H}^+$  dan kotransporter  $\text{Na}^+\text{-HCO}$  untuk mempertahankan status keasaman, akibatnya terjadi edema.

Infiltrasi sel radang merupakan proses respons pertahanan tubuh terhadap benda asing dan jaringan nekrotik yang mencakup sel-sel radang dari pembuluh darah menuju jaringan luka. Stimulus yang dapat memicu infiltrasi sel radang beragam, seperti adanya infeksi oleh bakteri, virus, jamur, maupun parasit, trauma, nekrosis jaringan, dan benda asing. Dalam hal ini, infiltrasi sel radang yang terjadi disebabkan adanya nekrosis jaringan yang dicurigai terjadi akibat iskemia dan adanya jejas fisik saat penenggelaman.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dijabarkan maka dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat kerusakan pada jaringan otak dan jantung akibat tenggelam dengan gradasi yang berbeda beda. Gambaran sel otak adalah adanya edema dan kongesti pada sel. Sedangkan pada sel jantung terdapat gambaran edema dan infiltrasi sel radang. Sedangkan pada kasus tidak tenggelam tidak ditemukan gambaran edema, kongesti dan infiltrasi sel radang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adriyani, R., & Sujoso, A. D. (2019). Ekologi, Pemanasan Global, dan Kesehatan.
- Alimul, A. A. (2008). *Pengantar ilmu kesehatan anak untuk pendidikan kebidanan*. Penerbit Salemba.

- Amiruddin, R. (2013). *Surveilans Kesehatan Masyarakat*. PT Penerbit IPB Press.
- Dewi, M. S. (2021). *Manajemen Penanggulangan Pasien Tenggelam* (Doctoral dissertation, STIKes ICMe Jombang).
- Putra, A. A. G. A. (2014). Kematian Akibat Tenggelam: Laporan Kasus. *E-Jurnal Medika Udayana*, 542-551.
- Sillehu, S., & Kartika, D. (2018). HUBUNGAN PERAN SATUAN BASARNAS DENGAN KESELAMATAN KORBAN TENGGELAM DI LAUT PADA KANTOR BASARNASKOTA AMBON PROVINSI MALUKUTAHUN 2015. *GLOBAL HEALTH SCIENCE*, 3(3), 185-190.
- Sukarna, R. A., & Amiruddin, A. (2022). Analisis Implementasi Standar Pelayanan Minimal Di Fasilitas Kesehatan Yang Berhubungan Dengan Perairan. *JUKEJ: Jurnal Kesehatan Jompa*, 1(1), 142-152.
- Sukarna, R. A., & Amiruddin, A. (2022). Analisis Implementasi Standar Pelayanan Minimal Di Fasilitas Kesehatan Yang Berhubungan Dengan Perairan. *JUKEJ: Jurnal Kesehatan Jompa*, 1(1), 142-152.
- Sumadewi, K. T., Evayanti, L. G., Witari, N. P. D., & Sana, I. G. N. P. (2022). Pelatihan Pertolongan Pertama Kecelakaan di Air Bagi Pengelola Kolam dan Instruktur Renang di Gelanggang Renang Taman Tirta. *Community Service Journal (CSJ)*, 4(2), 161-168.
- Triyaningsih, H. (2020). Efek Pemberitaan Media Massa Terhadap Persepsi Masyarakat Tentang Virus Corona (Studi Kasus; Masyarakat di Pamekasan). *Meyarsa: Jurnal Ilmu Komunikasi dan Dakwah*, 1(1), 1-13.