



Cedera Paru pada *Near drowning* : Patofisiologi dan Penatalaksanaan

Muhammad Mirsa Nidzarsyah^{1*}, Suryani Padua Fatrullah²

¹ Program Pendidikan Dokter Spesialis Pulmonologi dan Kedokteran Respirasi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia.

² Departemen Pulmonologi dan Kedokteran Respirasi, RSUD Provinsi Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Barat, Indonesia.

DOI: <https://doi.org/10.29303/p15y6284>

Article Info

Received : 26 Desember 2025

Revised : 16 Januari 2026

Accepted : 19 Januari 2026

Abstract: *Near drowning* is a major cause of respiratory emergencies. It can lead to significant pulmonary complications. Aspiration of water disrupts normal lung function, resulting in hypoxemia, surfactant washout, alveolar collapse, and in severe cases, acute lung injury or ARDS. The extent of injury is influenced by several factors, including the amount of aspirated water, contamination with pathogens, and the victim's physiological condition at the time of submersion. Both freshwater and seawater aspiration can produce similar clinical consequences, ultimately impairing gas exchange and triggering an inflammatory response in the lungs.

Early assessment and management are crucial to prevent deterioration. Key evaluations include monitoring oxygen saturation, arterial blood gases, chest radiography, and continuous clinical observation to detect early signs of respiratory compromise. Management focuses on maintaining adequate oxygenation, preventing further heat loss, and addressing complications such as pulmonary edema or infection. The use of positive end-expiratory pressure (PEEP) may be required in patients who develop significant hypoxemia. *Near drowning* victims who remain asymptomatic after four to six hours of observation generally have a good prognosis, while those with aspiration require close monitoring due to the risk of delayed respiratory failure.

Keywords: *near drowning*, aspiration, lung injury, respiratory complications, ARDS.

Citation: Nidzarsyah, M.M., Fatrullah, S.P. (2025). Cedera Paru pada *Near drowning* : Patofisiologi dan Penatalaksanaan. *Lombok Medical Journal*, 5(1), 8-14. Doi : <https://doi.org/10.29303/p15y6284>

Pendahuluan

Tenggelam merupakan masalah kesehatan masyarakat global yang signifikan. Tenggelam yang tidak fatal, yang juga disebut *near drowning* (*near drowning*), terjadi dengan frekuensi yang jauh lebih tinggi dan sering menyebabkan morbiditas yang substansial. Komplikasi paru termasuk salah satu konsekuensi paling parah dari *near drowning*, karena inhalasi air mengganggu fungsi paru normal. Hal ini dapat menyebabkan hipoksemia, *Acute Respiratory*

Distress Syndrome (ARDS), dan pneumonia aspirasi (Peden & Işın, 2022; Azarbakhsh et al., 2024; Halik, 2023).

Pada tahun 2019, World Health Organization (WHO) melaporkan bahwa sekitar 236.000 orang meninggal akibat tenggelam, menjadikan kondisi ini sebagai salah satu masalah besar dalam kesehatan publik di seluruh dunia. Pada tahun yang sama, kasus tenggelam sebagai akibat cedera menyumbang hampir 8% dari seluruh kematian global. Tenggelam juga menempati posisi ketiga sebagai penyebab utama kematian akibat cedera yang tidak disengaja, yaitu

Email: nidzar.syah@gmail.com (*Corresponding Author)

Copyright © 2026, The Author(s).

This article is distributed under a [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

sekitar 7% dari seluruh kematian terkait cedera (Armstrong & Erskine, 2018; WHO, 2021a).

Di Indonesia, WHO melaporkan bahwa pada tahun 2020 terdapat 4.518 kematian akibat tenggelam, atau sekitar 0,27% dari total kematian nasional. Angka ini menempatkan Indonesia pada peringkat ke-123 dunia dalam hal kematian terkait tenggelam (WHO, 2021b)

Nusa Tenggara Barat (NTB), dengan wilayah perairan yang luas (sekitar 29.159 km²) dan garis pantai yang panjang, secara geografis merupakan daerah yang berpotensi tinggi terhadap kejadian tenggelam dan *near drowning*. Aktivitas masyarakat yang erat kaitannya dengan perairan, seperti nelayannya yang mencapai 78.846 orang (tahun 2021), berenang, transportasi air, dan wisata bahari, meningkatkan paparan terhadap risiko ini. Namun, penting untuk dipahami bahwa *near drowning* tidak hanya terkait dengan aktivitas pekerjaan seperti penyelaman tradisional nelayan—yang sering kali dilakukan dengan peralatan dan prosedur keselamatan yang terbatas—melainkan dapat terjadi pada berbagai konteks. Penyebab utamanya meliputi ketiadaan pengawasan yang memadai (terutama pada anak), ketidakmampuan berenang, kondisi perairan yang berbahaya (seperti arus deras atau gelombang tinggi), kecelakaan transportasi air, serta kondisi medis tertentu yang terjadi saat di air. Dengan demikian, pemahaman tentang faktor risiko yang beragam ini penting untuk merancang upaya pencegahan yang komprehensif di provinsi kepulauan seperti NTB (Widyastuti, 2023).

Tenggelam merupakan masalah pernapasan yang terjadi akibat aspirasi air, yang kemudian dapat memicu berbagai komplikasi. Distres pernapasan umumnya muncul sebagai sesak napas, napas cepat, batuk, sianosis, dan adanya suara *crackles* basah saat auskultasi. Pada kasus edema paru yang paling berat, dapat terlihat keluarnya busa dari mulut. Pemeriksaan gas darah arteri awal biasanya menunjukkan hipoksemia dan asidosis metabolik (akibat penumpukan asam laktat), yang selanjutnya dapat berkembang menjadi asidosis campuran. Foto rontgen dada saat masuk perawatan dapat menunjukkan hasil yang bervariasi, mulai dari normal, konsolidasi lokal, gambaran perihilar, hingga edema paru difus (Abelairas-Gómez et al., 2019).

Gambaran klinis ini sangat mirip dengan cedera paru akut (*Acute Lung Injury*/ALI) atau *Acute Respiratory Distress Syndrome* (ARDS). ALI/ARDS pasca-tenggelam dapat muncul segera setelah korban diselamatkan atau dalam rentang waktu 6–24 jam. Jika ALI/ARDS berkembang, oksigenasi yang adekuat harus dipastikan, dengan target saturasi oksigen di atas 94% dan kadar CO₂ yang normal, terutama jika terdapat kecurigaan cedera otak (Abelairas-Gómez et al., 2019).

Metode

Dalam penulisan tinjauan pustaka berjudul “Cedera Paru pada *Near drowning* :Patofisiologi dan Penatalaksanaan” ini, dilakukan studi literatur dari berbagai sumber yang relevan dan terkini. Proses penelusuran referensi menggunakan mesin pencari ilmiah seperti PubMed, Google Scholar, dan ResearchGate dengan kata kunci “*near drowning*”, “*lung injury*”, “*aspiration*”, dan “*respiratory complications*”. Secara keseluruhan, terdapat 16 artikel yang digunakan sebagai referensi dalam penyusunan tinjauan pustaka ini. Artikel-artikel tersebut dipilih berdasarkan kesesuaian topik, kualitas publikasi, serta kontribusinya dalam menjelaskan mekanisme patofisiologi dan penatalaksanaan cedera paru pada kasus *near drowning*.

Definisi

Pada tahun 2002, WHO mendefinisikan tenggelam sebagai proses terjadinya gangguan pernapasan akibat perendaman atau pencelupan ke dalam cairan. *Submersion* mengacu pada kondisi ketika jalan napas seseorang berada di bawah permukaan cairan, sedangkan *immersion* terjadi ketika cairan mengenai atau membasahi area wajah (Elmezoughi, 2018). *World Congress on Drowning*, yang disponsori oleh *World Health Organization* (WHO), menyepakati definisi baku tenggelam (*drowning*) sebagai proses mengalami gangguan pernapasan akibat submersi atau imersi dalam cairan. Rekomendasi kongres ini menyeragamkan definisi dan menghapus penggunaan istilah-istilah lama seperti “*near-drowning*,” “*dry drowning*,” dan “*wet drowning*” dari terminologi medis resmi untuk menghindari kebingungan dan memfasilitasi pelaporan data yang konsisten (Idris et al., 2003; van Beeck et al., 2005).

Meskipun tidak lagi menjadi terminologi resmi yang direkomendasikan, istilah “*near drowning*” atau “*near drowning*” masih sangat sering ditemukan dalam konteks klinis, literatur kedokteran, dan kesehatan masyarakat hingga saat ini. Penggunaannya secara umum merujuk pada kondisi pasien yang selamat dari episode awal tenggelam akut dan memerlukan perawatan medis, terlepas dari outcome akhirnya. Dalam naskah ini, istilah “*near drowning*” atau “*near drowning*” digunakan secara operasional untuk mendeskripsikan kejadian tenggelam yang tidak fatal (*non-fatal drowning*) dengan manifestasi klinis yang memerlukan intervensi medis, termasuk hipoksia, gangguan pernapasan, dan risiko komplikasi seperti pneumonia atau ARDS.

Alasan kelanjutan penggunaan istilah ini dalam praktik dan penelitian antara lain karena kekuatan pengenalan dan deskripsi klinisnya yang telah mengakar. Sebagai contoh, dalam konteks patofisiologi, istilah “*near drowning*” secara efektif menggambarkan

spektrum cedera akibat inhalasi air dan asfiksia yang dialami korban yang bertahan hidup, yang menjadi fokus utama manajemen pasca-resusitasi. Oleh karena itu, meskipun definisi resmi WHO (2002) lebih disukai untuk pelaporan epidemiologis, banyak publikasi terkini—termasuk yang membahas patofisiologi dan manajemen—masih menggunakan atau menyebut "*near drowning*" sebagai istilah yang dikenal luas untuk membahas morbiditas korban selamat (Szpilman et al., 2017; Semple-Hess & Campwala, 2022).

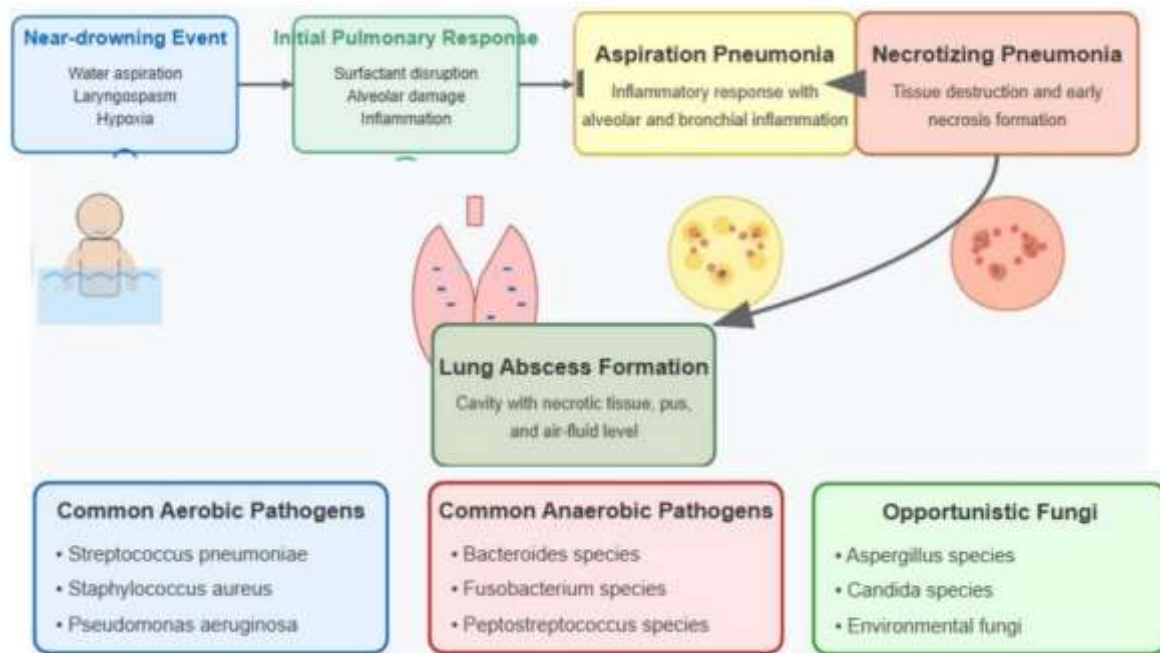
Patofisiologi *Near drowning*

Mekanisme Aspirasi pada Kejadian Tenggelam atau *Near Drowning*

Aspirasi terjadi ketika cairan, partikel, atau isi lambung masuk ke saluran pernapasan dan melewati mekanisme perlindungan jalan napas atas. Pada kejadian tenggelam atau *near drowning*, seseorang sering

kali secara tidak sengaja menghirup air akibat refleks terengah-engah atau muntah. Hal ini mengganggu penutupan epiglottis yang normal, sehingga cairan dapat masuk ke paru. Inhalasi air dapat menyebabkan cedera langsung pada jaringan paru, mengganggu pertukaran gas, dan merusak produksi surfaktan yang berujung pada kolaps alveolus (Comp et al., 2023; O'Loan, Jude & Hooper, 2023; Addissouky, 2025).

Selain itu, air yang terkontaminasi dapat membawa berbagai patogen ke dalam paru dan memicu infeksi. Inhalasi air, terutama pada kasus *near drowning*, sering diperburuk oleh hipoksia yang melemahkan respons imun sehingga meningkatkan kerentanan terhadap infeksi. Aspirasi lebih mudah terjadi pada individu yang tidak sadar atau setengah sadar, sehingga risiko terjadinya komplikasi paru menjadi lebih tinggi (Comp et al., 2023; O'Loan, Jude & Hooper, 2023; Addissouky, 2025).



Gambar 1. Patofisiologi *near drowning* (Comp et al., 2023; O'Loan, Jude & Hooper, 2023; Addissouky, 2025).

Flora Bakteri yang Terlibat

Flora bakteri yang berperan dalam infeksi paru akibat aspirasi dapat meliputi bakteri anaerob maupun aerob. Bakteri anaerob seperti *Bacteroides*, *Fusobacterium*, dan *Peptostreptococcus* sering ditemukan, terutama pada pasien yang mengaspirasi sekret orofaring. Bakteri aerob seperti *Streptococcus pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, dan *Klebsiella pneumoniae* juga merupakan patogen umum, terutama bila sumber air terkontaminasi. Pada lingkungan air tawar yang sangat tercemar, spesies *Aeromonas* dan *Pseudomonas* dapat terlibat (Figueras, 2019; Faucher et al., 2022).

Mikroorganisme ini dapat memanfaatkan jaringan paru yang rusak dan pertahanan lokal yang melemah setelah aspirasi. Lingkungan anaerob yang tercipta akibat jaringan nekrotik pada abses yang berkembang sangat mendukung pertumbuhan bakteri anaerob. Infeksi jamur juga dapat memperberat abses paru pada korban *near drowning*. Spesies seperti *Aspergillus* dan *Candida* dapat berkembang pada paru yang telah mengalami kerusakan, terutama pada pasien imunokompromais. Patogen oportunistik ini dapat memperburuk peradangan, menghambat penyembuhan, dan berpotensi mengubah abses paru bakteri menjadi infeksi yang lebih kompleks dan sulit

ditangani. Infeksi polimikrobia ini dapat memicu respons inflamasi yang kuat sehingga memperberat perjalanan penyakit (Figueras, 2019; Faucher et al., 2022).

Cedera Paru (*Lung Injury*) pada *Near Drowning*

Urutan kejadian yang dialami korban biasanya cukup khas. Korban yang masih sadar dapat mulai berjuang di permukaan air karena kelelahan, kepanikan, atau ketidakmampuan untuk tetap mengapung (misalnya tidak bisa berenang), korban kemudian mengalami perendaman berulang yang biasanya disertai usaha menahan napas. Pada proses ini, sejumlah besar cairan tertelan dan sering kali memicu muntah (Boffard et al., 2000).

Selanjutnya, korban akan mengaspirasi sejumlah kecil cairan yang menyebabkan laringospasme, sehingga dapat terjadi obstruksi jalan napas total hingga sekitar dua menit. Selama periode hipoksia yang semakin parah dan disertai kepanikan, korban dapat terus menelan cairan ke dalam lambung. Sekitar 10–15% korban kemudian menghirup cairan dalam jumlah tambahan, yang memicu laringospasme berat, hipoksia progresif, kemungkinan kejang, bradikardia, dan akhirnya henti jantung. Pada sebagian besar korban ($\geq 85\%$), laringospasme akan menghilang akibat hipoksia dan penurunan kesadaran, sehingga sejumlah besar cairan masuk ke paru (Boffard et al., 2000).

Pada pemeriksaan autopsi, korban dapat diklasifikasikan sebagai tenggelam "basah" (85–90%) atau "kering", berdasarkan banyaknya cairan dalam paru. Namun, perbedaan ini lebih bersifat akademis daripada praktis, karena tidak mengubah penatalaksanaan pada korban yang selamat. Hipoksia berat dan kematian dapat terjadi meski tanpa aspirasi air dalam jumlah besar (Boffard et al., 2000).

Dengan demikian, hipoksia pada tenggelam terjadi melalui empat mekanisme berikut (Boffard et al., 2000):

- Laringospasme awal dan penahanan napas hingga 2 menit setelah perendaman;
- Aspirasi air setelah laringospasme mereda, yang menyebabkan cedera paru langsung;
- Muntah dan regurgitasi dengan aspirasi air yang tertelan serta isi lambung;
- Refleks vasokonstriksi pulmoner dan hipertensi pulmoner yang memperburuk hipoksia.

Cedera paru akut dapat diperparah oleh kontaminan dalam air seperti pasir, bahan kimia, atau bakteri. Air laut yang memiliki tekanan osmotik tinggi (hingga 1000 mOsm/L) bersifat sangat hipertonik. Hal ini menyebabkan kerusakan membran alveolus–kapiler, dengan perpindahan air ke dalam alveolus, disertai perubahan elektrolit serum yang besar dan hemokonsentrasi. Surfaktan tercuci, dan cairan kaya

protein dengan cepat keluar ke alveolus serta interstisium paru. *Compliance* menurun, terjadi kerusakan membran dasar alveolus–kapiler, dan *shunting* meningkat. Secara klinis, terjadi penurunan sementara volume intravaskular, diikuti redistribusi cairan dan diuresis. Hiponatremia berat dapat muncul (Boffard et al., 2000). Pada manusia, perbedaan ini tidak terlalu jelas. Baik air laut maupun air tawar dapat merusak surfaktan dan membran dasar alveolus. Akhirnya, keduanya menyebabkan edema paru non-kardiogenik, ketidaksesuaian ventilasi–perfusi, dan hipoksia (Boffard et al., 2000).

Penatalaksanaan *Near drowning*

Prinsip Umum

Penatalaksanaan korban *Near Drowning* dimulai di tempat kejadian dan berlanjut di fasilitas kesehatan. Prinsip utamanya adalah penyelamatan yang aman, resusitasi jantung paru (RJP) dini jika diperlukan, dan pencegahan komplikasi sekunder, khususnya hipoksia dan hipotermia. Prioritas selalu pada Airway (Jalan Napas), Breathing (Pernapasan), dan Circulation (Sirkulasi) sesuai panduan resusitasi internasional (Bierens et al., 2016; Szpilman et al., 2017).

Fase Pre-Hospital (Di Lokasi Kejadian dan Evakuasi)

Keamanan Penyelamat dan Evakuasi: Prioritas pertama adalah keselamatan penyelamat. Penyelamatan harus dilakukan tanpa membahayakan diri sendiri. Jika memungkinkan, gunakan alat bantu (tali, pelampung, perahu). Selama evakuasi dari air, korban harus dipertahankan dalam posisi horizontal (telentang atau miring) untuk mencegah *rescue collapse* atau kolaps sirkulasi pasca-pengangkatan akibat hilangnya tekanan hidrostatik air yang tiba-tiba (Bierens et al., 2016).

Resusitasi Jantung Paru (RJP) Dini: Segera setelah korban berada di tempat yang aman dan aman untuk dilakukan, lakukan penilaian respons dan pernapasan. Jika korban tidak bernapas atau tidak bernapas normal, segera mulai kompresi dada. Ventilasi penyelamatan (napas buatan) merupakan komponen kritis pada kasus tenggelam karena henti jantung biasanya diawali oleh henti napas akibat hipoksia. Oleh karena itu, jika terlatih, lakukan RJP dengan siklus 30 kompresi dada : 2 ventilasi (Truhlář et al., 2015; Bierens et al., 2016). Tidak dianjurkan melakukan manuver *Heimlich* atau drainase postural untuk mengeluarkan air dari paru, karena tindakan ini menunda pemberian ventilasi dan berisiko menyebabkan aspirasi muntah (Szpilman et al., 2017).

Pemanasan Awal (Rewarming): Untuk korban hipotermia yang tidak sadar dan mengalami henti jantung, RJP harus dilanjutkan tanpa henti selama transportasi. Pencegahan kehilangan panas pasif (melepas pakaian basah, mengeringkan, membungkus dengan selimut/alat pelindung panas) adalah yang

utama di lapangan. Pemberian cairan atau minuman hangat secara oral pada korban yang sadar dapat dipertimbangkan dengan hati-hati jika refleks menelan baik, namun prioritas tetap pada stabilisasi jalan napas dan pernapasan. Pemanasan aktif eksternal (seperti alat pemanas) dapat diberikan pada korban hipotermia sedang hingga berat yang stabil (Giesbrecht & Pretorius, 2008). Hipotermia berat (<28°C) dengan henti jantung memerlukan pemanasan ekstrakorporeal (ECMO) di rumah sakit rujukan.

Fase Rumah Sakit (Manajemen Lanjutan)

Manajemen Jalan Napas dan Pernapasan Lanjutan: Korban dengan gangguan kesadaran (GCS <8) atau gagal napas memerlukan intubasi endotrakeal dan ventilasi mekanik. Pemberian Positive End-Expiratory Pressure (PEEP) atau Continuous Positive Airway Pressure (CPAP) adalah landasan terapi untuk merekrut alveoli yang kolaps dan mengatasi edema paru pasca-aspirasi. Target oksigenasi adalah saturasi oksigen (SpO₂) 94-98%, menghindari hiperoksia yang tidak perlu (Semple-Hess & Campwala, 2022; Szpilman et al., 2017).

Resusitasi Cairan dan Koreksi Gangguan Metabolik: Hipovolemia adalah keadaan umum. Berikan cairan kristaloid isotonik secara intravena untuk mencapai perfusi yang adekuat. Asidosis metabolik biasanya membaik dengan sendirinya setelah oksigenasi dan resusitasi cairan yang tepat. Bikarbonat natrium jarang diperlukan. Gangguan elektrolit yang signifikan akibat aspirasi air laut atau tawar jarang terjadi pada dewasa, namun perlu dipantau (Semple-Hess & Campwala, 2022).

Pengelolaan Hipotermia Berat: Untuk pasien hipotermia berat (<28°C) dengan henti jantung atau ketidakstabilan hemodinamik, Extracorporeal Membrane Oxygenation (ECMO) atau Extracorporeal Life Support (ECLS) adalah modalitas pemanasan dan oksigenasi terpilih yang telah terbukti meningkatkan angka ketahanan hidup pada populasi terpilih (Truhlář et al., 2015).

Pemantauan dan Pencegahan Komplikasi: Pemantauan ketat terhadap perkembangan Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) dan pneumonia aspirasi diperlukan. Antibiotik tidak diberikan secara rutin, tetapi dipertimbangkan jika terdapat tanda infeksi atau aspirasi air yang sangat tercemar. Evaluasi untuk cedera penyerta (trauma kepala, tulang belakang, dada, atau abdomen) harus dilakukan berdasarkan mekanisme kejadian (Semple-Hess & Campwala, 2022).

Infeksi

Berdasarkan bukti yang ada, pneumonia terkait tenggelam atau *Drowning-Associated Pneumonia* (DAP) merupakan komplikasi umum dengan prevalensi yang dilaporkan mencapai 39-49% pada korban tenggelam

yang dirawat di unit perawatan intensif (Robert et al, 2017; Cousin et al, 2024). Mikrobiologi DAP didominasi oleh bakteri Gram-negatif, terutama *Enterobacteriaceae* seperti *Klebsiella spp.* dan *E. coli* pada air laut, serta *Aeromonas sp.* yang secara eksklusif ditemukan pada kasus tenggelam di air tawar (Robert et al, 2017; Cousin et al, 2024). Meskipun satu studi deskriptif menemukan frekuensi bakteri *multidrug-resistant* yang tinggi, tinjauan sistematis lainnya menyatakan bahwa tidak ada organisme *multidrug-resistant* (MDR) yang dilaporkan dalam studi-studi lainnya (Tadié et al, 2011; Cousin et al, 2024). Namun, temuan yang konsisten adalah resistensi terhadap amoksisilin-klavulanat, antibiotik lini pertama yang umum digunakan, yang mencapai hampir 30% dari isolat mikroorganisme (Robert et al, 2017; Cousin et al, 2024).

Secara klinis, dampak DAP terhadap mortalitas secara keseluruhan tidak signifikan, berdasarkan estimasi terbatas dari dua studi (Cousin et al, 2024). Sementara itu, tinjauan sistematis mengenai penanganan cedera paru akibat tenggelam menyoroti bahwa bukti untuk memberikan rekomendasi terapi yang optimal sangat tidak memadai, termasuk dalam hal penggunaan antibiotik, steroid, diuretik, maupun strategi ventilasi mekanik (Thom et al, 2021). Kualitas bukti yang tersedia secara keseluruhan dinilai sangat rendah dan tidak ada uji klinis yang dapat menjadi pedoman praktik definitif, sehingga menekankan perlunya penelitian lebih lanjut untuk memandu keputusan terapi, terutama ketika terapi oksigen tambahan saja sudah tidak mencukupi (Thom et al, 2021).

Kesimpulan

Cedera paru pada kasus *near drowning* merupakan konsekuensi yang muncul dari kombinasi aspirasi air, hipoksia, dan kerusakan surfaktan yang kemudian berlanjut menjadi gangguan pertukaran gas. Berbagai faktor, mulai dari kualitas air, kontaminasi mikroorganisme, hingga kondisi korban saat proses perendaman, berperan dalam menentukan berat ringannya kerusakan paru. Gambaran klinis yang muncul sering kali menyerupai ALI atau ARDS sehingga pemahaman mengenai mekanisme terjadinya cedera menjadi penting untuk memperkirakan perjalanan penyakit. Temuan-temuan dalam literatur menunjukkan bahwa aspirasi air tetap menjadi pemicu utama keterlibatan paru, baik pada air asin, air tawar, maupun air tercemar, dan dapat menimbulkan gangguan respirasi dalam hitungan jam setelah korban diselamatkan.

Penatalaksanaan yang tepat sejak di lokasi kejadian hingga perawatan rumah sakit menjadi faktor penentu keberhasilan terapi. Upaya menjaga jalan napas, mencegah kehilangan panas, serta

mempertahankan oksigenasi merupakan langkah awal yang krusial. Di rumah sakit, pendekatan suportif seperti penggunaan PEEP, stabilisasi hemodinamik, serta pemantauan gas darah dilakukan sambil mewaspadai munculnya komplikasi seperti infeksi, edema paru, atau gangguan elektrolit. Dengan pemahaman yang lebih baik mengenai patofisiologi cedera paru pada *near drowning*, tenaga kesehatan dapat memberikan intervensi yang lebih tepat sasaran, sehingga peluang pemulihan pasien dapat meningkat dan risiko morbiditas jangka panjang dapat ditekan.

References

- Abelairas-Gómez, C., Tipton, M.J., González-Salvado, V. & Bierens, J.J.L.M. (2019) *Drowning: epidemiology, prevention, pathophysiology, resuscitation, and hospital treatment*. *Emergencias*, 31, pp. 270–280.
- Addissouky, T.A. (2025) *Innovations in combined cardiac-liver transplantation: robotic-assisted surgery and advanced organ preservation techniques*. *The Cardiothoracic Surgeon*, 33(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s43057-025-00158-0>
- Armstrong, E.J. & Erskine, K.L. (2018) *Investigation of drowning deaths: a practical review*. *Acad Forensic Pathol*, 8(1), 8–43.
- Azarbakhsh, H., Maleki, Z., Dehghani, S.P., Hassanzadeh, J., Dehghani, S.S. & Mirahmadizadeh, A. (2024) *Trend analysis of drowning mortality and years of life lost (YLL) in the south of Iran, 2004–2019*. *J Emerg Med Trauma Acute Care*, 2024(4), 16. <https://doi.org/10.5339/jemtac.2024.16>
- Bierens, J. J. L. M., Lunetta, P., Tipton, M., & Warner, D. S. (2016). *Physiology Of Drowning: A Review*. *Physiology* (Bethesda, Md.), 31(2), 147–166. <https://doi.org/10.1152/physiol.00002.2015>
- Boffard, K.D., Bybee, C., Sawyer, B. & Ferguson, E. (2000) *The management of near drowning*. *Trauma*, 2, pp. 269–275.
- Comp, G.B., Burmood, E., Enenbach, M. & Seigneur, S. (2023) *Everyday water-related emergencies: a didactic course expanding wilderness medicine education*. *Journal of Education & Teaching in Emergency Medicine*, 8(3), SG1–19. <https://doi.org/10.21980/J8WS90>
- Cousin, V.L., Pittet, L.F. Microbiological features of drowning-associated pneumonia: a systematic review and meta-analysis. *Ann. Intensive Care* 14, 61 (2024). <https://doi.org/10.1186/s13613-024-01287-1>.
- Elmezoughi, E. (2018) *Drowning*. Lecture No. 10. School of Clinical Medicine, Discipline of Anaesthesiology and Critical Care, 22 June.
- Faucher, S.P., Matthews, S., Nickzad, A., Vounba, P., Shetty, D., Bédard, É., Prévost, M., Déziel, E. & Paranjape, K. (2022) *Toxoflavin secreted by Pseudomonas alcaliphila inhibits the growth of Legionella pneumophila and Vermamoeba vermiformis*. *Water Research*, 216, 118328. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2022.118328>
- Figueras, M.J. (2019) *An update on the genus Aeromonas: taxonomy, epidemiology, and pathogenicity*. *Microorganisms*, 8(1), 129. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8010129>
- Halik, R.A. (2023) *Drownings in Poland in the years 2013–2021 – trends, changes, inequalities, and preliminary conclusions for public health*. *Journal of Health Inequalities*, 9(2), 209–216. <https://doi.org/10.5114/jhi.2023.132918>
- Idris, A. H., Berg, R. A., Bierens, J., Bossaert, L., Branche, C. M., Gabrielli, A., Graves, S. A., Handley, A. J., Hoelle, R., Morley, P. T., Papa, L., Pepe, P. E., Quan, L., Szpilman, D., Wigginton, J. G., Modell, J. H., Atkins, D., Gay, M., Kloeck, W., & Timerman, S. (2003). *Recommended Guidelines for Uniform Reporting of Data From Drowning*. *Circulation*, 108(20), 2565–2574. <https://doi.org/10.1161/01.cir.0000099581.70012.68>
- O’Loan, M.J., Jude, B. & Hooper, A.J. (2023) *Drowning and immersion injury*. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine*, 24(7), 402–405. <https://doi.org/10.1016/j.mpaic.2023.04.009>
- Peden, A.E. & Işın, A. (2022) *Drowning in the Eastern Mediterranean region: a systematic literature review of the epidemiology, risk factors and strategies for prevention*. *BMC Public Health*, 22, 1477. <https://doi.org/10.1186/s12889-022-13778-6>
- Robert, A., Danin, PÉ., Quintard, H. et al. *Seawater drowning-associated pneumonia: a 10-year descriptive cohort in intensive care unit*. *Ann. Intensive Care* 7, 45 (2017). <https://doi.org/10.1186/s13613-017-0267-4>.
- Semple-Hess, J., & Campwala, R. (2022). *Pediatric submersion injuries: emergency care and resuscitation*. *Pediatric Emergency Medicine Practice*, 19(6 Suppl), 1–46. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35737684/>
- Szpilman, D., Sempsrott, J., & Schmidt, A. (2017). *Drowning*. *BMJ: British Medical Journal*. https://www.researchgate.net/publication/327339594_Drowning
- Tadié, J., Heming, N., Serve, E., Weiss, N., Day, N., Imbert, A., Ducharme, G., Faisy, C., Diehl, J., Safran, D., Fagon, J., & Guérot, E. (2011). *Drowning associated pneumonia: A descriptive cohort*. *Resuscitation*, 83(3), 399–401. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2011.08.023>.
- Thom, O., Roberts, K., Devine, S. et al. *Treatment of the lung injury of drowning: a systematic review*. *Crit Care* 25, 253 (2021). <https://doi.org/10.1186/s13054-021-03687-2>.
- Truhlář, A., Deakin, C. D., Soar, J., Khalifa, G. E. A., Alfonso, A., Bierens, J. J. L. M., Brattebø, G., Brugger,

- H., Dunning, J., Hunyadi-Antičević, S., Koster, R. W., Lockey, D. J., Lott, C., Paal, P., Perkins, G. D., Sandroni, C., Thies, K.-C., Zideman, D. A., Nolan, J. P., & Barelli, A. (2015). European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 4. Cardiac arrest in special circumstances. *Resuscitation*, 95, 148–201. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2015.07.017>
- van Beeck, E. F., Branche, C. M., Szpilman, D., Modell, J. H., & Bierens, J. J. L. M. (2005). A new definition of drowning: towards documentation and prevention of a global public health problem. *Bulletin of the World Health Organization*, 83(11), 853–856. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16302042/>
- WHO (World Health Organization) (2021a) *Drowning: Global Report*. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drowning>
- WHO (World Health Organization) (2021b) *Regional status report on drowning in South-East Asia*. Available at: <https://www.who.int/publications/i/item/9789290228608>
- Widyastuti, P. (2023) *Hubungan faktor-faktor selama penyelaman dengan kejadian acute dysbaric disorders (ADD) pada nelayan di daerah Sekotong, Lombok Barat*. Skripsi. Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Mataram.