

Case Report

Analisis Temuan Hasil Otopsi Jenazah yang Ditemukan di Laut

Niufi Ayu Dewi Mahila^{1*}, Arini Rizki Wijayanti², Muhammad Yusuf Arrozh³, Dhiwangkoro Aji Kadarmo⁴

¹Departemen Forensik, Etika dan Hukum Kedokteran, Fakultas Kedokteran, Universitas Islam Indonesia.

²Departemen Patologi Anatomi Fakultas Kedokteran, Universitas Islam Indonesia

⁴Departemen Forensik Medikolegal, Fakultas Kedokteran Universitas Ahmad Dahlan

⁴Rumah Sakit Bhayangkara POLDA Daerah Istimewa Yogyakarta

*Corresponding author : 217111301@uii.ac.id

Received: 17 - 10 - 2025

Accepted: 21 - 01 - 2026

Published: 11 - 07 - 2026

Abstrak: Kematian karena tenggelam dikategorikan sebagai bentuk asfiksia akibat masuknya cairan ke saluran pernapasan, penentuan diagnosis post-mortem pada kasus yang terjadi di perairan sering kali menjadi tantangan karena tanda khas tidak selalu terlihat atau dapat berubah, terutama pada jenazah yang sudah mengalami dekomposisi, tanda klasik seperti busa di mulut, saluran pernapasan, maupun pembesaran paru tidak selalu ditemukan secara konsisten pada korban yang ditemukan di laut. Untuk mengetahui mekanisme kematian, penyebab kematian, dan perkiraan waktu kematian pada jenazah yang ditemukan di laut, dilakukan pemeriksaan luar, pemeriksaan dalam jenazah (otopsi) dan pemeriksaan penunjang pada seorang jenazah laki-laki yang ditemukan meninggal mengambang di wilayah Pantai Selatan Yogyakarta. Dari hasil pemeriksaan luar ditemukan adanya tanda memar pada bagian kepala akibat kekerasan tumpul, jaringan kuku tampak berwarna keunguan, bintik perdarahan pada konjungtiva palpebra yang menunjukkan adanya tanda mati lemas, hasil pemeriksaan dalam didapatkan sebagian besar organ dalam mengalami kondisi pembusukan, pemeriksaan histopatologi ditemukan diatomae positif pada paru kanan dan paru kiri, ditemukan adanya ekstrasvasi eritrosit, dilatasi pembuluh darah berisi mikrotrombin dan leukosit polimorfonuklear pada jaringan ikat bagian kepala. Meskipun ditemukan trauma tumpul di kepala, mekanisme kematian utama diduga akibat tenggelam, yang didukung oleh temuan diatomae positif di paru-paru dan tanda asfiksia lainnya akibat adanya air yang masuk ke dalam saluran pernapasan sehingga mengalami gangguan sirkulasi oksigen dan terjadi kekurangan oksigen yang menyebabkan kematian.

Kata kunci: Asfiksia; Diatomae; Pembusukan; Tenggelam; Trauma tumpul.

Abstract: Death due to drowning is categorized as a form of asphyxia resulting from the entry of fluid into the respiratory tract. Establishing a post-mortem diagnosis in cases occurring in aquatic environments often presents challenges because characteristic signs are not always evident or may change, particularly in bodies that have undergone decomposition. Classical signs such as foam in the mouth, airways, or pulmonary overdistension are not consistently found in victims recovered from the sea. To determine the mechanism of death, cause of death, and the estimated time of death in a body recovered from the sea, external examination, internal examination (autopsy), and ancillary investigations were conducted on a male body found deceased and floating in the South Coast area of Yogyakarta. The external examination revealed contusions on the head consistent with blunt force trauma, purplish discoloration of the nail beds, and petechial hemorrhages on the palpebral conjunctiva indicating signs of asphyxia. Internal examination showed that most internal organs were in a decomposed state. Histopathological examination demonstrated positive diatoms in both the right and left lungs, along with erythrocyte extravasation, dilated blood vessels containing microthrombi and polymorphonuclear leukocytes in the connective tissue of the head region. Although blunt head trauma was identified, the primary mechanism of death was suspected to be drowning, supported by the presence of positive diatoms in the lungs and other signs of asphyxia due to water entering the respiratory tract, leading to impaired oxygen circulation and subsequent hypoxia resulting in death.

Keywords: Asphyxia; Blunt trauma; Diatoms; Drowning; Decomposition.

Copyright: © 2025 by the author(s). This article is published by IJLFS, University of Udayana, under a Creative Commons Attribution (CC BY) International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. PENDAHULUAN

Penentuan kematian akibat tenggelam merupakan salah satu tantangan terbesar dalam praktik kedokteran forensik. Hal ini disebabkan oleh tanda-tanda patofisiologis yang cenderung tidak spesifik dan tidak selalu dapat diandalkan untuk

membedakan apakah korban benar-benar meninggal akibat tenggelam atau hanya mengalami perendaman pascakematian. Kesulitan tersebut semakin diperberat oleh sifat air yang dapat merusak, mengaburkan, atau menghilangkan bukti penting, baik dalam penentuan sebab dan cara kematian,

estimasi interval waktu sejak kematian, maupun proses identifikasi korban [1].

Tantangan diagnostik tersebut menjadi semakin signifikan mengingat tenggelam merupakan masalah kesehatan global yang serius namun sering terabaikan. Tenggelam didefinisikan sebagai kematian akibat gangguan pernapasan yang terjadi karena submersi. World Health Organization (WHO) melaporkan sebanyak 372.000 kematian akibat tenggelam pada tahun 2012, dengan anak-anak dan remaja sebagai kelompok paling rentan. Risiko tenggelam meningkat pada laki-laki, individu berusia di bawah 25 tahun, serta pada kondisi tertentu seperti konsumsi alkohol atau obat-obatan dan riwayat epilepsi. Diagnosis postmortem tenggelam tetap menjadi tantangan besar karena tidak adanya tanda patognomonik, sehingga penegakan diagnosis sangat bergantung pada konsistensi riwayat kejadian, eliminasi penyebab kematian lain melalui autopsi menyeluruh, serta pemeriksaan toksikologi [2].

Indonesia memiliki kerentanan yang tinggi terhadap kejadian tenggelam. Sebagai negara kepulauan dengan lebih dari 17.000 pulau dan garis pantai sepanjang lebih dari 108.000 km, Indonesia merupakan salah satu negara dengan wilayah perairan terluas di dunia. Kondisi geografis ini menyebabkan sebagian besar masyarakat hidup berdampingan dengan lingkungan air, baik berupa laut, sungai, danau, bendungan, maupun saluran irigasi. Kedekatan ini berkontribusi pada meningkatnya risiko tenggelam, khususnya pada kelompok usia anak, remaja, dan dewasa muda [3]. Laporan WHO menunjukkan bahwa kawasan Asia Tenggara, termasuk Indonesia, memiliki beban tenggelam yang tinggi dan membutuhkan penguatan sistem pencegahan serta penanganan yang komprehensif [4].

Selain faktor geografis, faktor sosial juga memainkan peran penting dalam epidemiologi tenggelam di Indonesia. Data Global Burden of Disease (GBD) menunjukkan bahwa Indonesia menempati posisi tinggi dalam angka kematian akibat tenggelam di kawasan Asia Pasifik, dengan insidensi yang lebih besar pada laki-laki serta

kelompok usia anak dan remaja [5]. Kondisi ini menegaskan urgensi peningkatan pemahaman dan ketelitian dalam pemeriksaan forensik pada kasus kematian di perairan.

Secara klasik, pemeriksaan luar pada kasus tenggelam dapat menunjukkan beberapa tanda khas, seperti adanya busa berbuih di hidung dan mulut, livor mortis berwarna merah keunguan, serta fenomena washer woman's hand pada telapak tangan dan kaki [6]. Sementara itu, pemeriksaan dalam umumnya dapat menemukan busa di saluran pernapasan, bercak Paltauf pada paru, serta peningkatan berat paru akibat edema dan kongesti [7].

Pada pemeriksaan luar, pengamatan difokuskan pada tanda-tanda yang mengarah pada tenggelam, antara lain adanya busa berwarna putih atau kemerahan pada hidung dan mulut, ditemukannya material dari lingkungan perairan seperti pasir atau tumbuhan pada rongga hidung dan mulut, adanya cutis anserina, washer woman's hand, serta kemungkinan ditemukannya cadaveric spasm [8].

Dengan latar belakang tingginya angka kejadian tenggelam di Indonesia serta kompleksitas penegakan diagnosis forensik pada kasus kematian di perairan, laporan kasus ini menjadi relevan untuk memberikan kontribusi dalam memperkaya literatur dan praktik kedokteran forensik, khususnya dalam konteks lokal Indonesia

2. DESKRIPSI KASUS

Seorang jenazah laki-laki diantar ke Instalasi Forensik yang disertai dengan adanya surat permohonan visum untuk dilakukan pemeriksaan luar dan dalam jenazah.

Dari hasil anamnesis yang dilakukan kepada pihak penyidik dan keluarga jenazah, diungkapkan bahwa jenazah tersebut ditemukan mengambang di Pantai daerah Gunungkidul Yogyakarta, setelah putus kontak dengan keluarga sejak tujuh hari sebelum jenazah tersebut ditemukan.

Menurut keluarga, almarhum sebelumnya pamit untuk mencari kerja, namun sejak saat itu almarhum sudah tidak bisa dihubungi. Keluarga tidak

mengetahui secara pasti terkait kemampuan renang dari korban. Hubungan korban dan keluarga dinilai sangat baik dan rutin melakukan komunikasi dengan anggota keluarga terdekat, keluarga sudah berusaha mencari informasi dari teman-teman terdekatnya sejak korban dinyatakan hilang dan tidak dapat dihubungi namun tidak ada hasil.

Satu hari sebelum jenazah dibawa ke rumah sakit, adik kandung almarhum mendapatkan telpon dari pihak kepolisian yang mengabarkan bahwa ada penemuan jenazah di Pantai dan jenazah sudah dibawa ke puskesmas terdekat, saat dilakukan pengecekan ke puskesmas ternyata jenazah tersebut adalah kakak kandung saksi yang hilang kontak sejak tujuh hari sebelum ditemukan.

Adik almarhum dapat mengenali dari pakaian yang digunakan dan aksesoris berupa gelang tangan yang digunakan oleh almarhum sebelum pergi dari rumah.

3. METODE

Dilakukan Analisa studi kasus pada jenazah laki-laki yang ditemukan meninggal di Pantai, kemudian dilakukan pemeriksaan luar jenazah dengan melakukan pemeriksaan secara cermat dengan metode top to toe mulai dari identifikasi, pemeriksaan luka dan dokumentasi. Dari pemeriksaan luar ditemukan adanya memar pada bagian kepala akibat kekerasan tumpul, jaringan kuku tampak berwarna keunguan, bintik perdarahan pada konjungtiva palpebra.

Pada pemeriksaan dalam dilakukan dengan menggunakan metode pengambilan organ satu per satu kemudian dianalisis, dan ditemukan kondisi beberapa organ yang sudah dalam kondisi membusuk dan sulit dinilai, dilakukan pemeriksaan penunjang histopatologi dengan mengambil sebagian potongan jaringan dan organ yang dicurigai terdapat kelainan atau berpotensi mengalami abnormalitas untuk mencari penyebab kematian, dilakukan pemeriksaan dengan menggunakan teknik pewarnaan HE pada bagian otak, trakea, esofagus, paru kanan, paru kiri, jantung, hepar, lien, ginjal kanan, ginjal kiri dan lambung untuk mengetahui

adanya kelainan pada tubuh jenazah dan menentukan sebab pasti kematian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pemeriksaan Luar

Pada pemeriksaan luar jenazah ditemukan lecet geser yang disertai memar pada bagian kepala, wajah dan ditemukan bintik perdarahan pada konjungtiva palpebra kedua mata (Gambar 1.), dan ditemukan tanda mati lemas pada jaringan bawah kuku yang berwarna kebiruan (Gambar 2). Kondisi tersebut menjadi suatu penanda bahwa terjadi proses mekanisme kematian berupa asfiksia mekanik pada korban sebelum kematian yang terjadi akibat adanya gangguan oksigen yang masuk kedalam tubuh secara mendadak dan terus menerus sehingga menyebabkan adanya gambaran kebiruan pada jaringan bawah kuku dan meningkatnya tekanan intrakranial sehingga terjadi kondisi pecahnya kapiler atau pembuluh darah kecil hingga akhirnya terbentuk adanya bintik perdarahan pada konjungtiva.



Gambar 1. Bintik perdarahan pada konjungtiva (Tardieu Spots)



Gambar 2. Jaringan bawah kuku warna biru kebiruan



Gambar 3. Washer Women Hands pada telapak tangan jenazah

Pada kasus ini, pemeriksaan luar menunjukkan adanya keriput pada ujung-ujung jari tangan (*washerwoman's hands*) (Gambar 3), disertai perubahan warna kebiruan gelap pada kuku tangan serta pucat pada kuku jari-jari kaki. Fenomena pengelupasan kulit telapak tangan biasanya muncul setelah beberapa jam terendam dalam air dingin, dan terjadi lebih cepat dalam air hangat. Mekanisme ini berkaitan dengan penyerapan cairan ke dalam lapisan kulit, khususnya pada stratum korneum yang tebal di telapak tangan dan kaki. Proses tersebut menyebabkan kulit tampak lembab, memucat, kemudian berkeriput, dan pada tahap lebih lanjut dapat mengalami pengelupasan sehingga menyerupai sarung tangan (*gloving*) [9].

Pemeriksaan luar pada korban tenggelam umumnya menunjukkan sejumlah tanda makroskopis khas. Memar sering kali tampak dengan

warna sianosis, namun pada kasus submersi di air bersuhu sangat rendah dapat berwarna merah muda. Paparan air dingin juga menstimulasi kontraksi otot *erector pili*, sehingga menimbulkan fenomena *cutis anserina* pada lengan, paha, maupun bahu. Selain itu, dari mulut dan hidung biasanya keluar busa putih halus yang bersifat lengket. Pada tangan dapat ditemukan kejang kadaver (*cadaveric spasm*), bahkan tidak jarang disertai adanya genggaman material atau benda asing [10].

Penentuan kasus tenggelam tidak mengharuskan seluruh tubuh korban terendam dalam air, melainkan cukup apabila mulut dan hidung berada di bawah permukaan air. Keadaan tersebut memungkinkan masuknya cairan ke dalam saluran pernapasan, yang selanjutnya mengakibatkan gangguan pada mekanisme pertukaran gas oksigen dan karbon dioksida dalam tubuh [11].

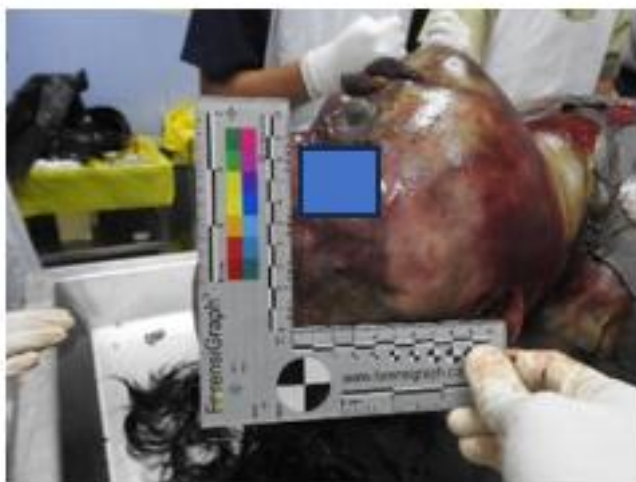
Otak merupakan organ yang paling sensitif terhadap keadaan asfiksia, sehingga kerusakan neurologis terjadi lebih awal dibandingkan gangguan fungsi jantung pada peristiwa submersi. Kematian umumnya merupakan konsekuensi sekunder dari hipoksia serebral yang menimbulkan kerusakan otak irreversible. Proses tenggelam sendiri berlangsung melalui beberapa tahap, dimulai dari fase penahanan napas, dilanjutkan dengan inhalasi involunter, usaha bernapas dengan megap-megap untuk memperoleh oksigen, hingga akhirnya terjadi kehilangan kesadaran [12].



Gambar 4. Memar pada bagian wajah



Gambar 5. Memar pada bagian dahi kiri



Gambar 6. Memar pada bagian dahi kanan

Pada jenazah ini ditemukan memar pada bagian kepala dengan warna kehitaman seperti yang tercantum pada gambar 4,5 dan 6. Memar (kontusi) merupakan kerusakan jaringan tanpa disertai diskontinuitas permukaan kulit. Memar ditandai dengan bentuk yang tidak beraturan, batas tidak tegas, warna merah kebiruan, setelah 4-5 hari menjadi kuning kehijauan dan ≥ 7 hari akan tampak kekuningan [13].

Pada kasus tenggelam sering dijumpai adanya tanda khas berupa memar pada bagian tubuh yang bisa terjadi akibat adanya benturan benda-benda yang memiliki sifat tumpul saat proses tenggelam berlangsung, namun untuk menentukan apakah memar tersebut menjadi faktor yang menyebabkan kematian atau tidak perlu adanya kajian ulang dari temuan-temuan lain yang mendukung seperti adanya

perdarahan pada bagian otak atau patah tulang tengkorak.

4.2. Pemeriksaan Dalam

Pada pemeriksaan dalam ditemukan kondisi organ otak dalam kondisi membusuk, organ paru-paru, ginjal, hepar, limpa dan jantung dalam kondisi sebagian membusuk sehingga sulit dinilai secara makroskopik.

Pembusukan (dekomposisi) terbentuk oleh dua proses yaitu autolisis (penghancuran sel dan organ oleh enzim intraseluler) dan putrefaction (disebabkan oleh bakteri dan fermentasi), dimana hal tersebut akan tampak kira-kira 24 jam pasca kematian, berupa warna kehijauan pada perut kanan bawah, secara bertahap akan menyebar ke seluruh perut dan dada serta menimbulkan bau busuk. Pada korban tanda pembusukan yang ditemukan berupa kulit berwarna kehijauan dari bagian dada sampai paha, kulit ari terkelupas, rambut mudah dicabut, wajah menggembung, bibir tebal, serta ditemukan telur lalat pada belakang [13].

Tubuh yang terendam air tidak selalu membusuk dengan pola sama seperti di darat. Air dingin atau laut dalam cenderung memperlambat pembusukan, sedangkan kondisi tropis hangat, aktivitas biota laut, dan trauma mekanis dapat mempercepat kerusakan jaringan termasuk otak [14].

Pada laut tropis yang hangat tanpa pengaruh mekanis, likuefaksi otak biasanya menunjukkan Postmortem Submersion Interval (PMSI) ≥ 7 hari, dengan kisaran umum 7–21 hari [15].

Jika tubuh berada di air dingin atau laut dalam, dekomposisi berlangsung lebih lambat, sehingga likuefaksi otak baru tampak setelah beberapa minggu hingga bulan [14].

Kerusakan akibat fauna laut atau faktor mekanis dapat mempercepat kehancuran otak, sehingga likuefaksi dapat muncul dalam hitungan hari [16].

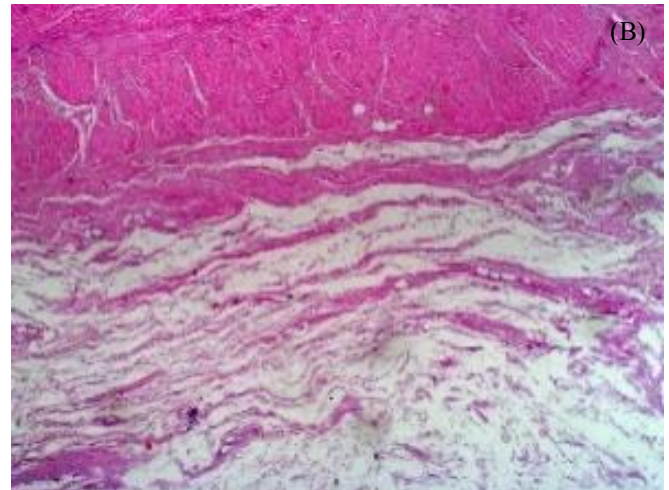
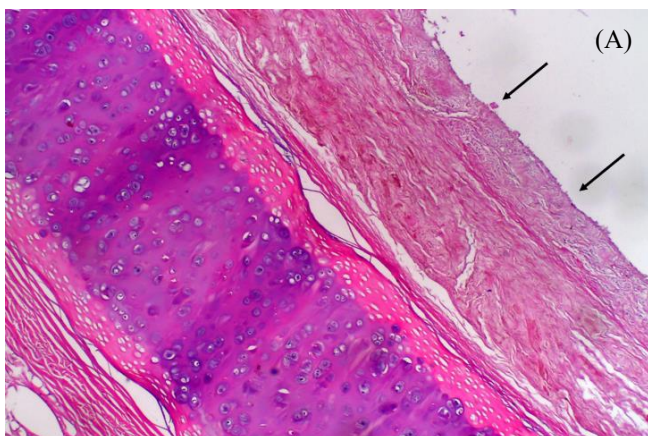
4.3. Pemeriksaan Histopatologi

Dilakukan pemeriksaan penunjang histopatologi untuk mengetahui adanya kelainan pada tubuh jenazah dan menentukan sebab pasti kematian, pada

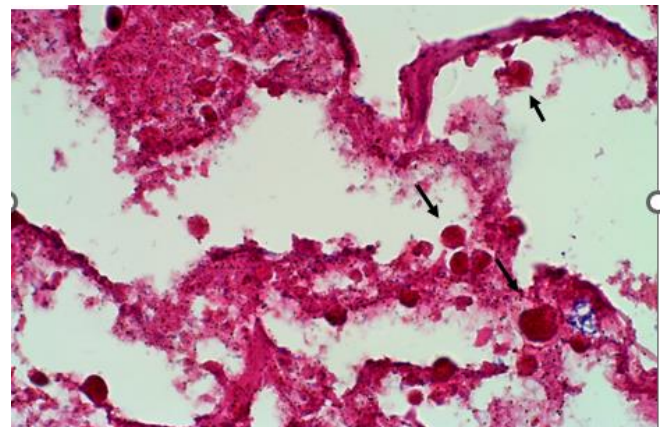
gambar 7A dan 7B menunjukkan adanya tanda degeneratif akibat dari suatu proses pembusukan.

Organ dalam bisa mulai melunak dan mengalami liquefaction dalam hitungan hari-minggu. Secara umum, dilaporkan bahwa otak dapat menjadi lunak dan bahkan terliquefaksi sebagai bagian dari proses pembusukan; pada kondisi darat/temperatur hangat beberapa perubahan organ dapat terlihat dalam 18–36 jam, tetapi liquefaction otak yang jelas sering dilaporkan memerlukan waktu lebih lama (dalam hitungan hari sampai minggu) [17].

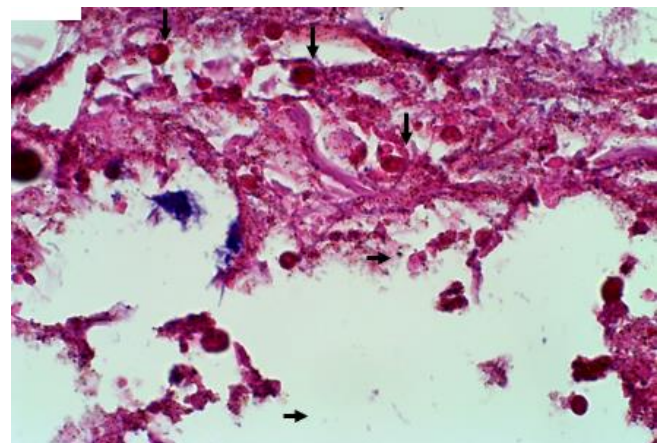
Penelitian eksperimental dan observasional menunjukkan bahwa likuefaksi otak biasanya mulai tampak setelah 7–10 hari. Studi mikrobioma pascakematian menemukan bahwa autolisis masih minimal hingga sekitar lima hari pertama, kemudian pelembekan ringan jaringan otak muncul pada hari ke-7 sampai ke-10, sehingga temuan “otak membubur” sering konsisten dengan perkiraan waktu kematian ≥ 7 –10 hari [15][18].



Gambar 7. Jaringan trakea dengan mukosa degeneratif (A), Jaringan esofagus tanpa epitel mukosa kesan degeneratif (B). dilakukan dengan menggunakan pewarnaan HE dan perbesaran 40x



Gambar 8. Diatomae (tanda panah) yang ditemukan pada jaringan paru kiri



Gambar 9. Diatomae (tanda panah) yang ditemukan pada jaringan paru kanan

Jaringan paru dengan lumen alveoli berisi darah yang lisis, sebagian berisi ganggang/ diatomae yang disertai pneumosit dan epitel bronkus degeneratif

sampai lisis dengan menggunakan pengecatan HE perbesaran 400x, seperti pada gambar 8 dan 9.

Pemeriksaan laboratorium tambahan dapat dilakukan terhadap getah paru yang diambil dari area subpleura untuk mendeteksi adanya partikel asing, seperti pasir, lumpur, telur cacing, maupun fragmen tumbuhan air. Namun, keberadaan benda asing tidak selalu teridentifikasi pada analisis tersebut, karena hasilnya dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk kondisi iklim, jumlah air yang masuk ke saluran pernapasan, serta tingkat polusi pada perairan laut maupun sungai. Pada pemeriksaan mikroskopis, keberadaan alga hijau merupakan temuan yang paling sering dijumpai pada kasus tenggelam [19][20].

5. KESIMPULAN

Kematian akibat tenggelam sulit ditentukan karena ketiadaan tanda khas yang konsisten, terutama pada jenazah yang sudah membusuk. Kasus ini menunjukkan bahwa diagnosis hanya dapat ditegakkan melalui pemeriksaan multiparameter, meliputi pemeriksaan luar, dalam, serta penunjang seperti histopatologi, toksikologi, dan analisis diatomae.

Pada jenazah laki-laki yang ditemukan mengambang di perairan selatan Yogyakarta, pemeriksaan luar menunjukkan tanda-tanda mati lemas, memar akibat trauma tumpul di kepala yang terjadi sebelum kematian namun dari kondisi luka yang ada tidak dapat dipastikan sebagai penyebab kematian karena tidak ditemukan adanya patah tulang pada tengkorak dan kondisi otak yang sudah membubur menyebabkan tidak dapat dilihat keparahan trauma tersebut pada bagian otak, serta ditemukan adanya fenomena khas tenggelam seperti washerwoman's hands. Pemeriksaan dalam menunjukkan sebagian besar organ dalam sudah membusuk, dengan temuan otak dalam kondisi liquefied yang konsisten dengan Postmortem Submersion Interval (PMSI) ≥ 7 hari dan ditemukan adanya diatomae pada bagian paru-paru sebagai tanda khas seseorang yang meninggal akibat tenggelam. Hal ini sejalan dengan literatur yang menyebutkan bahwa likuefaksi otak biasanya mulai

tampak setelah 7–10 hari pasca kematian pada lingkungan tropis.

Implikasi praktisnya, dokter forensik perlu melakukan pencatatan kondisi jenazah dan lingkungan secara teliti, mengambil sampel organ lengkap, serta menjalin kolaborasi lintas disiplin guna meningkatkan akurasi diagnosis dan mendukung proses investigasi hukum.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami ucapkan kepada seluruh jajaran pimpinan di RS Bhayangkara POLDA Daerah Istimewa Yogyakarta beserta kepala instalasi dan staff Bhayangkara Forensic Medical Center POLDA DIY, dan juga dr. Pande Putu Roykce Sp.FM atas semua bantuan dan supportnya.

7. REFERENCES

- [1]. A. Tyr, N. Heldring, C. Winskog, and B. Zilg, "Diagnosing fatal drownings: A review of the postmortem findings," *Forensic Science International*, vol. 364, Art. no. 112251, 2024, doi: 10.1016/j.forsciint.2024.112251.
- [2]. C. Liu and B. Cong, "Review and prospect of diagnosis of drowning deaths in water," *Fa Yi Xue Za Zhi*, vol. 38, no. 1, pp. 3–13, 2022, doi: 10.12116/j.issn.1004-5619.2021.410625.
- [3]. Badan Pusat Statistik, *Statistik Lingkungan Hidup Indonesia 2022*. Jakarta, Indonesia: Badan Pusat Statistik, 2022.
- [4]. World Health Organization Regional Office for South-East Asia, *South-East Asia Regional Status Report on Drowning 2025*. New Delhi, India: WHO Regional Office for South-East Asia, 2025.
- [5]. Institute for Health Metrics and Evaluation, *GBD Compare*. Seattle, WA, USA: IHME, 2024. [Online]. Available: <https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/>.
- [6]. P. Saukko and B. Knight, *Knight's Forensic Pathology*, 4th ed. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2016.
- [7]. R. W. Byard, "Investigation of drowning deaths: A practical review," *Academic Forensic Pathology*, vol. 9, no. 1–2, pp. 8–43, 2019, doi: 10.1177/1925362119833703.
- [8]. M. Y. Arrozhi, *Panduan Belajar Blok Ilmu Kedokteran Forensik dan Medikolegal*.

- Yogyakarta, Indonesia: Fakultas Kedokteran Universitas Ahmad Dahlan, 2022.
- [9]. R. Wulur, J. Mallo, and D. C. Tomuka, "Gambaran temuan autopsi kasus tenggelam di BLU RSU Prof. Dr. R. D. Kandou Manado periode Januari 2007–Desember 2011," *Jurnal Biomedik*, vol. 5, no. 3, pp. 1–7, 2013.
- [10]. W. Wilianto, "Pemeriksaan diatom pada korban diduga tenggelam," *Jurnal Pro Justitia*, vol. 14, no. 3, 2012.
- [11]. J. J. L. M. Bierens, D. Szpilman, J. P. Modell, J. F. Orlowski, A. Quan, P. M. Branstetter, et al., "A new definition of drowning: Towards documentation and prevention of a global public health problem," *Bulletin of the World Health Organization*, vol. 83, no. 11, pp. 853–856, 2005.
- [12]. M. Marrone, D. Ferorelli, A. Stellacci, and F. Vinci, "A fatal drowning filmed in a private pool: Analysis of the sequences of submersion," *Forensic Science International: Reports*, vol. 3, Art. no. 100189, 2021, doi: 10.1016/j.fsir.2021.100189.
- [13]. D. Novitasari, Istiqomah, and S. Trisnadi, "Analisa dan investigasi forensik dalam mengungkap sebab kematian pada kasus tenggelam," *Jurnal Cahaya Mandalika*, vol. 2, no. 1, pp. 1–8, 2023.
- [14]. N. Keough and R. W. Byard, "Decomposition changes in bodies recovered from water," *Forensic Sciences Research*, vol. 6, no. 3, pp. 189–197, 2021, doi: 10.1080/20961790.2020.1811565.
- [15]. R. K. Singh, P. Sinha, and A. Sharma, "Application of postmortem microbiome analysis in forensic science: A review," *Frontiers in Microbiology*, vol. 13, Art. no. 859372, 2022, doi: 10.3389/fmicb.2022.859372.
- [16]. V. Heaton, A. Lagden, C. Moffatt, and T. Simmons, "Predicting the postmortem submersion interval for human remains recovered from U.K. waterways," *Journal of Forensic Sciences*, vol. 55, no. 2, pp. 302–307, 2010, doi: 10.1111/j.1556-4029.2009.01261.x.
- [17]. S. Rutwik, K. Krishan, V. Warriar, and T. Kanchan, "Postmortem changes," in *StatPearls*. Treasure Island, FL, USA: StatPearls Publishing, 2023.
- [18]. J. L. Metcalf et al., "Microbial community assembly and metabolic function during mammalian corpse decomposition," *Science*, vol. 351, no. 6269, pp. 158–162, 2016, doi: 10.1126/science.aad2646.
- [19]. I. Jamaludin, "Pemeriksaan getah paru korban tenggelam yang diotopsi di RSUP Sanglah periode Januari 2010–November 2014," *Intisari Sains Medis*, vol. 2, no. 1, p. 9, 2015, doi: 10.15562/ism.v2i1.76.
- [20]. K. P. A. Suryo, N. A. Reski, A. A. Muthaer, D. Mathius, Z. Surdam, and A. M. Halifah, "Investigasi pemeriksaan luar pada korban tenggelam dan aspek medikolegal: Laporan kasus," *Fakumi Medical Journal*, vol. 5, no. 2, pp. 111–118, 2025.