

Emergencies in The Maritime Field

Rika Kamila Salsabila^{1*}, Nilam Nurmilatun Kamilah^{1*}, Atina Rizki Putri^{1*}, Prananda Rizki Pramudia^{1*}, Rian Pramudya^{1*}, Ni Wayan Citra Ayu Saraswati^{1*}, Tazkiyah Arafah Amatullah^{1*}, Ilsa Hunaifi,^{2*}

¹Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

²Departemen Neurologi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

Article History

Received : November 02th, 2024

Revised : November 30th, 2024

Accepted : December 20th, 2024

*Corresponding Author:

Rika Kamila Salsabila,
Program Studi Pendidikan
Dokter, Fakultas Kedokteran,
Universitas Mataram, Mataram,
Nusa Tenggara Barat, Indonesia;
Email: rikabima484@gmail.com

Abstract: Indonesia is the largest archipelagic country in the world, with extensive coastal and oceanic areas and a high diversity of marine biodiversity. The coastal regions of Indonesia serve as habitats for various types of marine animals that possess both beauty and potential dangers, particularly from marine animal stings. In addition to marine animal stings, decompression sickness also poses a serious emergency in the maritime context. The purpose of this article is to provide new insights into the importance of understanding and recognizing decompression syndrome, as well as the bites and stings caused by marine animals, as early indicators of emergencies in the maritime field. This understanding can enhance early detection, appropriate treatment, and awareness of complications arising from maritime emergencies. The article will focus on marine animals such as the blue-ringed octopus, sea urchins, pufferfish, lionfish, jellyfish, stingrays, and stonefish, which are associated with emergencies in the maritime field. Data sources were gathered through electronic searches on library databases including Google Scholar, ProQuest, MDPI, and PubMed to find articles discussing "Emergencies in the maritime field."

Keywords: Blue ring octopus, decompression sickness, emergencies in the maritime field, jellyfish, stings and bites of marine animals, sea urchins, puffer fish, lionfish, stingray, stone fish.

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara Kepulauan terbesar di dunia dengan wilayah pesisir dan lautan yang luas serta memiliki keanekaragaman hayati laut yang sangat tinggi (Deliana *et al.*, 2023). Wilayah pesisir Indonesia menjadi tempat tinggal bagi berbagai jenis hewan laut yang memiliki keindahan sekaligus memiliki potensi bahaya, terutama sengatan hewan laut. Sengatan hewan laut merupakan salah satu kasus medis yang cukup sering terjadi saat melakukan aktivitas air di daerah pantai, perairan dangkal maupun laut (Lingar *et al.*, 2023). Sengatan hewan laut adalah suatu proses dimana bisa atau racun disuntikan ke makhluk lain melalui gigitan,

tusukan atau sengatan. Sengatan dapat terjadi karena kontak langsung dengan hewan seperti tentakel ubur-ubur, atau dapat pula berupa hewan yang dapat mengeluarkan racun melalui 2 mekanisme yaitu mekanisme injeksi aktif hewan seperti ubur-ubur atau siput kerucut atau injeksi pasif seperti lionfish atau bulu babi (Otani *et al.*, 2020)

Selain sengatan hewan laut, dekompresi juga menjadi salah satu kegawatdaruratan serius dalam konteks maritim, terutama bagi para penyelam. Dekompresi adalah suatu kondisi medis yang dapat terjadi pada penyelam ketika mereka naik ke permukaan terlalu cepat setelah berada di kedalaman yang signifikan (Hutomo *et al.*, 2023). Penyakit ini beresiko tinggi terjadi pada nelayan yang

mencari ikan dengan cara menyelam pada laut yang dalam (Linggayani *et al.*, 2017). Dekompresi memiliki dua penyakit utama yang disebabkan oleh perubahan tekanan selama menyelam yaitu, Decompression Sickness (DCS) dan Arterial Gas Embolism (AGE). Decompression Sickness (DCS) disebabkan oleh pembentukan gelembung nitrogen di jaringan dan darah yang dengan cepat naik ke permukaan, sementara Arterial Gas Embolism (AGE) terjadi ketika masuknya gelembung gas udara ke dalam arteri (Neuman, 2002).

Hasil dan Pembahasan

Sindrom Dekompresi

Definisi

Decompression Sickness (DCS) atau yang disebut sebagai penyakit dekompresi adalah sekumpulan gejala yang diakibatkan oleh terbentuknya gelembung udara ke dalam aliran darah atau jaringan selepas elevasi mendadak yang biasanya terjadi pada penyelam laut dalam dan pada kondisi yang menyebabkan penurunan tekanan atmosfer secara signifikan (Hutomo *et al.*, 2023). Pembentukan gelembung udara akan menyumbat aliran darah serta sistem saraf sehingga menimbulkan gejala seperti rasa sakit di persendian, sakit kepala, gatal-gatal, mati rasa (numbness) kelumpuhan (paralysis) bahkan dapat menyebabkan kematian (Wijaya *et al.*, 2019).

Epidemiologi

DCS dibagi menjadi 2 tipe, yaitu tipe I dan tipe II. Angka kejadian DCS tipe II (berat) di Amerika Serikat dilaporkan mencapai 2.280 kasus per 10.000 penyelam sedangkan untuk tipe I (ringan) tidak diketahui karena banyak penyelam yang tidak mencari pengobatan (Isrumanti Duke *et al.*, 2017). Apabila prosedur dekompresi yang tepat diikuti maka DCS jarang terjadi. Menurut Divers Alert Network yang berpusat di North Carolina, AS, kurang dari 1% penyelam mengalami DCS apabila mengikuti prosedur dekompresi. Tingkat insiden per penyelaman bervariasi di antara populasi penyelam yaitu 0,0015% terjadi pada penyelam ilmiah, 0,001-0,019% untuk penyelam rekreasi, 0,030% untuk penyelam angkatan laut AS, dan 0,095% untuk penyelam komersial. Insiden kejadian DCS lebih tinggi terjadi pada penyelam

di air dingin dibanding di air hangat (Fitriasari *et al.*, 2024).

Jumlah nelayan di Indonesia yang menunjukkan gejala penyakit dekompresi yaitu sekitar 15,3%. (Widyastuti *et al.*, 2019). Hasil penelitian dari Kementerian Kesehatan menunjukkan bahwa beberapa penyakit dan kecelakaan yang dialami oleh nelayan dan penyelamatan tradisional. Di Pulau Bungin, Nusa Tenggara Barat, sebanyak 57,5% nelayan mengalami gejala penyakit dekompresi yaitu nyeri pada persendian, dan 11,3% mengalami gangguan pendengaran, mulai dari yang ringan hingga ketulian. Sementara itu, di Kepulauan Seribu, DKI Jakarta, ditemukan kasus barotrauma sebesar 41,37% dan penyakit dekompresi yang kerap dialami oleh penyelam sebanyak 6,91%. Kemudian keluhan yang paling sering dilaporkan di antaranya adalah pusing atau sakit kepala (21,2%), kelelahan (12,6%), penurunan pendengaran (12,5%), nyeri sendi (10,8%), mimisan (10,2%), sakit dada atau sesak napas (9,7%), penurunan penglihatan (6,4%), bercak merah pada kulit (6,0%), gigitan binatang (5,6%), kelumpuhan (3,2%), dan hilang kesadaran (Isrumanti Duke *et al.*, 2017).

Etiologi dan Faktor Risiko

Penyakit dekompresi merupakan penyakit yang disebabkan oleh pelepasan dan pengembangan gelembung-gelembung gas dari fase larut dalam darah atau jaringan akibat penurunan tekanan dengan cepat disekitarnya (Isrumanti Duke *et al.*, 2017). udara yang kita hirup (oksigen dan nitrogen) lebih banyak dari biasanya, sedangkan nitrogen tidak digunakan oleh tubuh akibatnya, gas nitrogen akan terakumulasi di dalam tubuh peselam sesuai dengan proporsi, durasi menyelam dan kedalaman penyelaman. Terdapat beberapa faktor risiko yang dapat meningkatkan terjadinya DCS yaitu berupa kedalaman menyelam, durasi, dan penyelaman berulang. Adapun faktor risiko lain yang juga berpengaruh yaitu suhu rendah, jenis kelamin perempuan, usia tua, obesitas, konsumsi alkohol, dehidrasi, sebelumnya pernah menderita DCS, kecepatan naik turun penyelaman, dan penggunaan kompresor sebagai alat bantu nafas (Jusmawati *et al.*, 2016).

Kedalaman menyelam meningkatkan risiko terjadinya DCS pada penyelam dikarenakan semakin dalamnya tingkat

penyelaman maka tekanan dalam tubuh akan meningkat sehingga menimbulkan terbentuknya gelembung gelembung gas dalam tubuh dan terjadi penyumbatan dalam pembuluh darah serta dapat merusak jaringan tubuh dan sistem syaraf, sehingga banyak penyelam yang mengalami penyakit dekompresi (Ahmad *et al.*, 2023). Faktor risiko selanjutnya yaitu durasi/lama penyelaman, semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelam maka akan semakin banyak nitrogen yang terakumulasi di dalam jaringan, pembebanan nitrogen yang tinggi akan menyebabkan terjadinya penyakit dekompresi. Faktor lama penyelaman adalah lama penyelam dihitung sejak penyelam berenang turun selama di dasar sampai penyelam mulai mencapai permukaan (Isrumanti *et al.*, 2017) Kecepatan naik turun penyelaman juga berpengaruh terhadap kejadian DCS semakin cepat penyelam melakukan penyelaman maka rongga telinga juga perlu untuk menyesuaikan tekanan (ekualisasi) dengan cepat. Akibatnya kesehatan telinga akan menurun dan membuat penyelam lebih berisiko mengalami barotrauma telinga (Ahmad *et al.*, 2023).

Usia saat menyelam juga berpengaruh pada kesehatan seorang peselam. Batas umur yang ideal untuk melakukan penyelaman yaitu antara 16 hingga 35 tahun. Apabila kurang dari 16 tahun atau lebih dari 35 tahun maka hal tersebut berisiko meningkatkan kejadian DCS. Umur yang masih muda memiliki fungsi tubuh dan organ yang belum siap untuk menerima beban kerja berat (Jusmawati *et al.*, 2016). Selanjutnya faktor lain yang berpengaruh terhadap kejadian DCS yaitu dehidrasi. Dehidrasi dapat merubah removal gas inert dengan mengurangi aliran darah ke jaringan perfusi buruk, atau dapat menurunkan tegangan permukaan sehingga dapat menyebabkan pembentukan gelembung dan meningkatkan risiko terjadinya penyakit dekompresi (Widyastuti *et al.*, 2019). Faktor obesitas juga berpengaruh dikarenakan orang yang lebih gemuk memiliki cadangan nitrogen yang lebih banyak didalam tubuhnya saat menyelam sehingga dapat meningkatkan risiko terjadinya DCS. Obesitas juga mempengaruhi metabolisme tubuh, termasuk melarutkan dan menghilangkan gas dalam darah dan jaringan hal tersebut dapat mempengaruhi respon tubuh terhadap zat terlarut (Fitriasari *et al.*, 2024).

Mengonsumsi alkohol juga menjadi salah satu faktor yang dapat meningkatkan risiko terjadinya DCS pada penyelam. Seseorang yang mengonsumsi alkohol dalam kadar tinggi dan waktu lama, akan mengalami kelemahan pada beberapa fungsi intelektual seperti emosi yang labil, penurunan persepsi, dan bias sampai pada tingkat amnesia. Sedangkan untuk melakukan penyelaman seseorang membutuhkan konsentrasi serta kepekaan dalam menilai suatu kondisi darurat demi keselamatan penyelaman (Ahmad *et al.*, 2023). Yang terakhir yaitu riwayat memiliki DCS sebelumnya, karena kemampuan tubuh untuk mengimbangi formasi gelembung berikutnya menjadi berkurang sehingga meningkatkan risiko terjadinya DCS kembali. (Widyastuti *et al.*, 2019).

Patofisiologi

DCS dan AGE (Arterial Gas Embolism) merupakan bagian dari yang merupakan suatu kegawatdaruratan yang timbul akibat penyelaman pada kedalaman yang tinggi (Zhang *et al.*, 2016). Pada saat penyelaman, terjadi dua macam hukum fisika yang dapat mengganggu kondisi fisiologis tubuh manusia. Kedua hukum tersebut adalah hukum Boyle dan hukum Henry (Pollock and Buteau, 2017; Fitriasari *et al.*, 2024). Perlu untuk diketahui bahwa semakin dalam penyelaman seseorang, maka tekanan sekitarnya semakin besar. Hukum Boyle memiliki rumus ($P_1V_1=P_2V_2$) yang berarti semakin besar tekanan (semakin dalam penyelaman), maka semakin kecil volume (khususnya paru-paru). Pengambilan dan eliminasi gas saat menyelam diperankan oleh kerja paru-paru yang adekuat. Volume gas di dalam paru-paru terkompresi saat berada dalam tekanan yang tinggi. Hal ini menyebabkan gas yang terkonsentrasi di dalam paru-paru mengalir ke dalam aliran darah dan selanjutnya ke jaringan tubuh. Gas akan terus terserap oleh jaringan sampai hingga level kejenuhan tercapai (Pollock and Buteau, 2017). Hukum Henry menjelaskan bahwa di saat suhu yang konstan, jumlah gas yang terlarut sebanding dengan tekanan parsialnya. Ketika diaplikasikan dalam penyelaman, gas akan mencapai kesetimbangan atau kejenuhan jika dihirup dalam lingkungan yang bertekanan. Selanjutnya, perpindahan seseorang dari lingkungan bertekanan tinggi ke rendah akan menyebabkan gas yang terlarut keluar dari kondisi larutannya

dan pembentukan gelembung akan terjadi (Fitriasari *et al.*, 2024).

Hal yang mendasari kejadian DCS adalah terbentuknya gelembung gas inert akibat dari proses naik ke permukaan ketika gas terlarut mencapai supersaturasi. Gelembung-gelembung gas terbentuk di aliran pembuluh darah (termasuk vena) dan akhirnya ke jaringan. Hal ini dapat menyebabkan obstruksi mekanik dan perdarahan lokal pada white matter di sumsum tulang belakang. Selain itu, gelembung juga dapat merusak susunan sel-sel endotel sehingga tonus pembuluh darah, kebocoran plasma, dan hipovolemia berpotensi terjadi (Howle *et al.*, 2017; Mitchell, 2022). Dalam hal ini, peran paru-paru yang adekuat dibutuhkan agar gelembung gas tersebut dapat dieliminasi oleh pembuluh darah kapiler pulmonalis (Mitchell, Bernnett and Moon, 2022).

Emboli gas vena dapat berpindah ke pembuluh darah arteri dalam kondisi paru-paru tidak adekuat untuk melakukan proses eliminasi gas. Selain itu, seseorang dengan kelainan jantung bawaan seperti atrial septal defects (ASD) atau patent foramen ovale (PFO) menjadi faktor risiko perindahan gas dari vena ke arteri karena adanya shunt (Tyastara *et al.*, 2022). Ketika hal tersebut terjadi, maka pasien akan mengalami AGE (Edgar., 2021). Emboli gas pada arteri akan terdistribusi secara merata pada sistemik dan gejala dapat muncul dalam lima menit pertama setelah naik permukaan (Mitchell, Bernnett and Moon, 2022). Selain itu, gejala yang khas timbul dari organ yang paling sensitif terhadap gelembung gas, yaitu sistem saraf pusat dan arteri koroner. Akibatnya, kondisi AGE memiliki tanda-tanda yang mirip dengan sindrom koroner akut dan sindrom stroke (Bralow and Piehl, 2018).

Manifestasi Klinis

DCS merupakan suatu kondisi kegawatdaruratan yang terjadi secara mendadak, namun onsetnya juga berbeda di setiap individunya dan sebagian besar sudah terjadi pada 24 jam pertama setelah menyelam. DCS terbagi menjadi dua jenis, yaitu DCS tipe I (gejala yang timbul pada kulit, muskuloskeletal, dan sistem limfatik) dan tipe II (gejala yang timbul pada saraf, kardiovaskular, dan sistem pulmonal) (Howle *et al.*, 2017; Fitriasari *et al.*, 2024). Gejala DCS tipe I yang khas adalah timbulnya ruam

ringan disertai rasa gatal, pembengkakan dan nyeri terlokalisasi pada jaringan ekstremitas akibat manifestasi dari obstruksi limfatik. Tanda seseorang mengalami DCS I yang berpeluang menjadi DCS II adalah timbulnya cutis marmorata, suatu ruam berbintik dengan pola marmer disertai perubahan kulit yang jelas. Regio untuk terjadinya myalgia bervariasi, namun bahu dan siku menjadi tempat tersering terjadinya nyeri sendi. Selain itu, risiko osteonekrosis lebih besar pada pasien yang memiliki riwayat DCS (Pollock and Buteau, 2017; Fitriasari *et al.*, 2024).

DCS tipe II memiliki gejala yang lebih parah karena manifestasi klinisnya melibatkan sistem neurologi dan kardiopulmonal sehingga morbiditas dan mortalitas lebih rentan untuk terjadi (Zhang *et al.*, 2016). Sumsum tulang belakang yang mempersarafi bagian lumbal dan punggung belakang menjadi lokasi tersering DCS tipe II sehingga manifestasi yang akan muncul adalah parestesia, inkontinensia kandung kemih, seksual impotensi, dan paraplegia. Gejala-gejala lain seperti ataksia, nistagmus, gangguan penglihatan, gangguan bicara dan tingkah laku, kejang, hingga koma dapat timbul jika penyakit sudah mengenai otak. Sistem kardiopulmonal menjadi terganggu karena adanya obstruksi vaskuler oleh gas yang ada pada pembuluh darah vena. Akibat dari hal tersebut adalah nyeri dada, dispnea, dan batuk (Pollock and Buteau, 2017; Fitriasari *et al.*, 2024).

Salah satu faktor risiko AGE adalah durasi penyelaman yang lama atau disebut juga excessive bottom time. Pada saat itu, terjadi cedera parenkim paru-paru karena saturasi nitrogen yang berlebihan. Manifestasi klinis yang muncul akibat AGE memiliki onset yang lebih akut dibandingkan DCS (Zhang *et al.*, 2016). Beberapa gejala yang umum untuk muncul adalah nyeri kepala, pusing, gangguan penglihatan, hemiplegi, penurunan kesadaran, bahkan kejang. Kasus-kasus AGE biasanya disertai dengan kondisi nyeri dada dan hemoptisis. Kasus AGE perlu diwaspadai karena dalam beberapa kasus dapat timbul kekambuhan (Mitchell, Bernnett and Moon, 2022).

Tatalaksana

Pertolongan pertama

Penyelam bisa datang ke petugas pertolongan pertama dalam berbagai situasi,

gejala dan tingkat keparahan yang bervariasi (Simon, 2024). Cepat dan tepatnya pertolongan pertama yang diberikan sangat mempengaruhi tinggi rendahnya tingkat keberhasilan dari tindakan awal dan penanganan lanjutan pada penderita Decompression Illness (DCI) (Jüttner *et al.*, 2023). Umumnya, Langkah-langkah utama dalam pertolongan pertama pada kasus DCI, meliputi pemberian bantuan hidup segera, oksigen normobarik, pemberian cairan, reposisi, pengumpulan informasi, dan pelaporan kepada dokter spesialis yang bersangkutan (Tawar and Gokulakrishna, 2019; Simon, 2024). Namun, secara spesifik, pertolongan pertama yang diberikan dapat disesuaikan dengan ringan atau beratnya gejala klinis yang muncul (Mitchell *et al.*, 2018; Jüttner *et al.*, 2023).

a. Bantuan hidup segera

Pada kasus DCI, pemeriksaan sekilas dengan pendekatan Airway, Breathing, Circulation, Disability dan Exposure (ABCDE) sangat penting untuk dilakukan (Jüttner *et al.*, 2023). Hal tersebut bertujuan untuk mempertahankan jalan napas dengan memastikan ventilasi terjaga dan sirkulasi yang optimal (PDPI, 2021). Untuk penyelam yang tidak sadarkan diri atau dengan pernapasan independen yang tidak teridentifikasi, sangat direkomendasikan untuk memberikan tindakan resusitasi sesuai dengan pedoman internasional yang berlaku (Jüttner *et al.*, 2023). Penerapan bantuan hidup dasar dan lanjutan juga diperlukan jika terjadi henti nafas atau henti jantung, seperti melakukan resusitasi jantung paru atau PCR (Simon, 2024). Melakukan penilaian neurologis dasar untuk penyelam, seperti memeriksa kesadaran, kemampuan bergerak dan persepsi dapat dilakukan jika memang memungkinkan (Jüttner *et al.*, 2023).

b. Pemberian oksigen normobarik (oksigenasi 100%)

Penyelam yang datang dengan gejala-gejala DCI dapat diberikan penanganan pertama berupa oksigenasi 100% (Mitchell *et al.*, 2018; Tawar and Gokulakrishna, 2019; Jüttner *et al.*, 2023; Simon J, 2024) atau minimal menggunakan pernapasan gas dengan kandungan oksigen tertinggi yang tersedia, tanpa harus memikirkan campuran gas yang digunakan selama penderita menyelam (Jüttner *et al.*, 2023). Tindakan

pemberian oksigen murni (oksigenasi 100%) bertujuan untuk mempercepat bubble implosion atau involusi gelembung (sebagian besar mengandung nitrogen atau gas inert lainnya yang sempat dihirup penyelam) dengan mengurangi fraksi gas inert dalam alveoli hingga mendekati nol (Simon J, 2024). Kemudian, ketegangan gas inert dalam darah arteri nantinya akan berkurang secara signifikan (Simon, 2024) dan meningkatkan pembersihan gas inert dari jaringan, serta memudahkan difusi gas inert ke jaringan dengan meningkatkan gradien tekanan parsial (Tawar and Gokulakrishna, 2019; Simon J, 2024). Penyelam yang menerima oksigen lebih awal pada pertolongan pertama seringkali meningkatkan efektifitas rekompresi dengan kebutuhan rekompresi yang lebih sedikit untuk mencapai pemulihan maksimal (Tawar and Gokulakrishna, 2019; Simon, 2024).

c. Reposisi

Penyelam dengan gejala DCI yang muncul beberapa jam pertama setelah penyelaman harus dibaringkan dalam posisi horizontal atau terlentang sejajar dengan tanah dan dipertahankan selama evakuasi (Mitchell *et al.*, 2018; Tawar and Gokulakrishna, 2019; Simon, 2024). Berdasarkan penelitian sebelumnya, diketahui bahwa pembuangan gas inert pada manusia lebih efektif saat posisi berbaring (Mitchell *et al.*, 2018) dibandingkan dengan posisi duduk akibat adanya peningkatan aliran balik vena, peningkatan curah jantung, dan peningkatan perfusi jaringan (Simon, 2024). Posisikan penyelam untuk berbaring miring (posisi pemulihan) jika ada indikasi kesadaran terganggu (Mitchell *et al.*, 2018; Jüttner *et al.*, 2023). Hindari adanya Gerakan-gerakan yang tidak perlu, seperti kepala menunduk atau posisi kepala yang lebih rendah dari badan (Jüttner *et al.*, 2023; Simon, 2024) untuk menghindari masuknya gelembung arteri (intravascular) ke dalam sirkulasi serebral (Tawar and Gokulakrishna, 2019).

d. Pemberian cairan

Umumnya, cairan intravena (IV) tidak mungkin tersedia di lapangan dalam situasi pertolongan pertama. Selain itu, penyelam yang masih dalam kondisi terkejut dan sangat tidak sehat, tidak memungkinkan untuk menyerap cairan yang diberikan secara oral (Simon J, 2024). Cairan oral juga tidak diperbolehkan untuk

diberikan kepada penyelam dengan indikasi kesadaran yang menurun atau terganggu (Mitchell *et al.*, 2018; Simon, 2024). Meskipun demikian, untuk penyelam dengan kesadaran penuh dan mampu minum tanpa bantuan, harus segera diberikan hidrasi oral sebanyak 0,5-1 liter cairan/jam (Jüttner *et al.*, 2023). Hal tersebut bertujuan untuk menghindari adanya dehidrasi yang memperburuk DCI dan mengurangi emboli gas vena pasca menyelam (Mitchell *et al.*, 2018; Simon, 2024).

Idealnya, cairan yang diberikan adalah cairan isotonic (Jüttner *et al.*, 2023), namun umumnya air minum atau air putih juga tetap boleh diberikan (Mitchell *et al.*, 2018; Simon, 2024). Oleh karena itu, dehidrasi oral atau pemberian cairan juga direkomendasikan sebagai salah satu Tindakan pertolongan pertama pada kasus DCI, kecuali jika ada indikasi gangguan kesadaran pada penderita (Mitchell *et al.*, 2018; Simon, 2024). Selain itu, cairan yang diberikan juga harus dipastikan non-karbonasi, non-kafein dan non-alkohol (Mitchell *et al.*, 2018; Jüttner *et al.*, 2023; Simon, 2024). Sedangkan untuk kasus penyelam yang datang dengan gejala yang meliputi hipotensi, hemokonsentrasi maupun syok, penanganan yang dapat dilakukan sebagai Upaya penyelamatan nyawa adalah dengan resusitasi cairan IV yang agresif (Mitchell *et al.*, 2018; Simon, 2024).

e. Tindakan pertolongan pertama lainnya

Tindakan pertolongan pertama lainnya yang dapat dilakukan adalah menjaga suhu tubuh penyelam agar tetap hangat dan menghindari adanya indikasi hipertermi, terutama pada kasus dengan tanda dan gejala neurologis yang parah (Mitchell *et al.*, 2018; Jüttner *et al.*, 2023; Simon J, 2024). Hal tersebut dikarenakan adanya penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa gas inert akan lebih cepat mengalami pelepasan pada suhu hangat dibandingkan suhu dingin (Mitchell *et al.*, 2018; Simon J, 2024). Selain itu, pembentukan vena emboli gas pasca penyelaman juga terbukti lebih besar pada suhu dingin dibandingkan suhu yang hangat (Simon J, 2024). Meskipun demikian, suhu yang terlalu panas atau hipertermi juga berpotensi merusak sistem saraf pusat yang cedera (Mitchell *et al.*, 2018). Tindakan lainnya yang dapat dilakukan adalah dengan memberikan obat anti inflamasi (NSAID) intraoral (Tawar and Gokulakrishna, 2019),

namun harus sesuai dengan indikasi dan tidak ada kontraindikasi (Mitchell *et al.*, 2018; Simon, 2024).

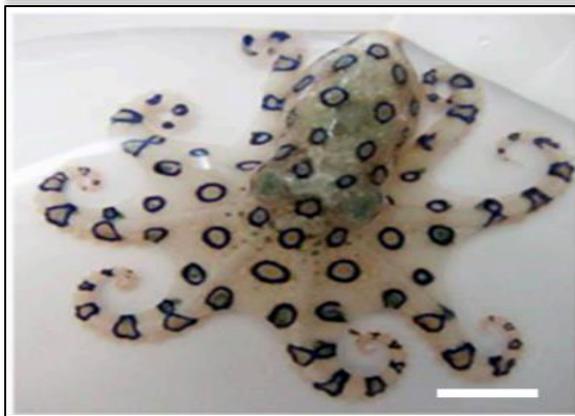
Gigitan dan Sengatan Hewan Laut

1. Blue Ring Octopus

Gurita cincin biru adalah gurita dalam genus *Hapalochlaena*, gurita ini menampilkan warna biru cerah pada tubuhnya saat merasa terancam. Mereka tinggal di air pasang dan terumbu dangkal, gurita cincin biru lebih suka suhu air yang sedang, dan sering bersembunyi di tempat yang tenang. Gurita cincin biru persebarannya ada di zona tropis hingga subtropis indo-pasifik barat dan terutama di perairan Australia (Asakawa *et al.*, 2019). Dengan ukuran tubuh seukuran bola golf dan panjang lengan antara 3 hingga 4 inci, mereka memakan kepiting dan udang. Gurita ini dapat ditemukan di dasar dangkal dan terumbu berpasir di Laut Pasifik. Meski biasanya bersembunyi, mereka akan menunjukkan cincin biru yang bercahaya di sekeliling tubuhnya sebagai tanda peringatan jika merasa terganggu (Kanta, 2017).

Gurita bercincin biru memiliki racun yang sangat mematikan. Racun ini disebut tetrodotoksin, Zat ini, secara eksklusif memblokir konduksi saraf dengan mengurangi pergerakan natrium melalui saluran membran. Hal ini menyebabkan kelumpuhan otot termasuk diafragma, yang menyebabkan gagal napas dan kematian (Jacups and Currie, 2008). Saat berburu, gurita ini menggigit mangsanya dan menyuntikkan racun. Gejala yang muncul akibat gigitan termasuk kehilangan fungsi otot, mual, gangguan penglihatan, dan masalah pernapasan (Kanta, 2017).

Gurita cincin biru dapat menyebabkan kegawatdaruratan medis akibat toksin, yang dapat berujung pada fatalitas. Gejala yang muncul dibagi menjadi dua fase: fase lokal, di mana korban mengalami mati rasa pada wajah dan leher, paralisis, serta disfagia dalam waktu 10-15 menit setelah digigit; dan fase sistemik, yang ditandai dengan sesak napas dan gagal bernapas, biasanya terjadi dalam rentang 4 hingga 12 jam. Penatalaksanaan awal meliputi penggunaan Pressure Bandage Immobilisasi (PBI), diikuti dengan terapi simptomatis dan suportif, karena saat ini belum ada antivenom yang tersedia di dunia (Kemenkes RI, 2019).



Gambar 1. Gurita cincin biru (Asakawa *et al.*, 2019)

2. Bulu babi

Bulu babi (Sea urchins) termasuk kedalam filum Echinodermata kelas Echinoidea, tersebar mulai dari perairan dangkal hingga laut dalam, keanekaragaman hewan ini sering ditemui di zona intertidal (Suryanti, Fatimah and Rudiyan, 2020). Bulu babi jenis *Strongylocentrotus intermedius* adalah salah satu bulu babi yang paling sering ditemui di perairan pesisir Pasifik Jepang, Korea, dan Cina timur laut (Wang *et al.*, 2021). Persebaran bulu babi di suatu wilayah ditentukan oleh kualitas air dan makanannya. Oleh karena itu, biota ini dapat ditemukan di berbagai macam habitat seperti dataran terumbu, daerah pertumbuhan alga, padang lamun, koloni karang hidup, dan karang mati (Suryanti, Fatimah and Rudiyan, 2020).

Secara morfologi, bulu babi memiliki tubuh berbentuk bulat atau pipih bundar, tidak bertangan, dan mempunyai duri-duri panjang yang dapat digerakkan. Semua organ tubuhnya terdapat di dalam cangkang yang terdiri dari 10 pelat ganda yang saling terhubung erat yaitu pelat ambulakral yang berlubang-lubang sebagai tempat keluarnya kaki tabung (Padang *et al.*, 2019). Pada permukaan cangkang terdapat tonjolan bulat pendek yang ditempel duri. Kebanyakan bulu babi memiliki dua duri yaitu duri panjang atau utama dan duri pendek atau sekunder (Padang *et al.*, 2019). Bulu babi mempunyai racun dengan efek hipotensi, hemolitik, neurotoksik, dan kardiotoxik, yang dihasilkan oleh racun yang terdapat di pedicellaria, yaitu tentakel kecil yang terdapat di antara duri-duri. Berbagai racun bulu babi mengandung glikosida steroid, hemolisin, protease, serotonin, dan zat kolinergik (Horn Beak and Auerbach, 2017).

3. Ikan buntal

Puffer fish (ikan buntal) atau yang sering juga disebut fugu merupakan jenis ikan dari famili Tetraodontidae yang dianggap sebagai salah satu vertebrata paling beracun di dunia (Nader *et al.*, 2012; Al Dhuhaiyat and Zarzour, 2023). Ikan ini memiliki tubuh dengan Panjang 110 cm dan berat 7 kg, serta bagian samping yang sedikit menyempit. Selain itu, ikan buntal juga mampu mengembungkan tubuhnya dengan menelan air sebagai bentuk pertahanan diri agar terlihat lebih besar bagi predator (Nader *et al.*, 2012). Sebagian besar ikan buntal umumnya berasal dari perairan tropis, namun ada juga yang ditemukan di perairan beriklim sedang (Rambla-Alegre *et al.*, 2017). Ikan ini mudah ditemukan dengan garis lateral yang khas di tubuhnya yang berwarna coklat tua kecuali perutnya yang berwarna putih, serta adanya bercak-bercak khas teratur di punggungnya (Nader *et al.*, 2012).



Gambar 2. Puffer fish (Ikan Buntal) (Nader, Indary and Boustany, 2012)

Ikan yang dianggap sebagai suatu hidangan yang mewah di asia ini juga dikenal sebagai sumber keracunan makanan yang fatal dan mematikan (Nader *et al.*, 2012; Al Dhuhaiyat and Zarzour, 2023; Homsy *et al.*, 2023). Hal tersebut dikarenakan adanya kandungan racun tetrodotoxin (TTX) pada organ dalam ikan tersebut yang dapat memicu suatu rangkaian gejala keracunan yang ekstrim (Rambla-Alegre *et al.*, 2017; Al Dhuhaiyat and Zarzour, 2023; Homsy *et al.*, 2023). Sebagian besar organ seperti mata, darah, hati, dan usus dari ikan tersebut mengandung racun sehingga proses pengolahannya hanya boleh dilakukan oleh koki yang terlatih dan sudah berlisensi (Al Dhuhaiyat and Zarzour, 2023; Homsy *et al.*, 2023). Meskipun demikian, terlepas dari usaha pencegahan yang ada, akhir-akhir ini ratusan kasus keracunan ikan buntal dengan puluhan kematian telah dilaporkan di Jepang dan beberapa negara Asia Timur lainnya (Homsy *et al.*, 2023).

TTX merupakan suatu racun saraf atau neurotoxin yang paling kuat dan bertanggung

jawab atas kematian akibat keracunan pada manusia (Rambla-Alegre *et al.*, 2017; Al Dhuhaihat and Zarzour, 2023; Lako *et al.*, 2023). Racun jenis neurotoksin ini memiliki efek sentral langsung pada zona pemicu kemoreseptornya (Homsy *et al.*, 2023). Jika tertelan, racun ini dapat memicu munculnya serangkaian tanda dan gejala ekstrim, seperti sakit kepala, diaforesis (keringat dingin atau berlebih), kelemahan, disartria, disfagia, kelelahan, nyeri perut, parestesia pada wajah dan ekstremitas, pusing, mual-muntah, hipotensi, aritmia jantung, dan disfungsi saraf kranial seperti gangguan respon atau hilangnya refleksi (Al Dhuhaihat and Zarzour, 2023; Homsy *et al.*, 2023). Pada kasus keracunan yang parah, kematian dapat terjadi akibat dari adanya gagal napas dan henti jantung mendadak (kolaps kardiovaskular) sebagai respon masuknya racun tersebut dalam tubuh (Zhu *et al.*, 2021; Al Dhuhaihat and Zarzour, 2023; Homsy *et al.*, 2023).

TTX mempengaruhi tubuh manusia dengan mengikat saluran ion natrium (Na⁺) secara ekstraseluler pada lokasi reseptor saluran Na⁺ sehingga menghambat lewatnya ion Na⁺ dan menyebabkan potensial aksi terhenti, serta eksitabilitas saraf ditekan (Al Dhuhaihat and Zarzour, 2023; Homsy *et al.*, 2023). Kondisi tersebut dapat mempengaruhi jaringan yang terkena, terutama kardiomyosit, otot rangka, sistem saraf pusat dan perifer yang akan merelaksasi otot polos pembuluh darah serta menghalangi saraf otonom perifer (Homsy *et al.*, 2023). Oleh karena itu, TTX umumnya menimbulkan gejala-gejala yang berbasis pada jantung, lambung, dan sistem saraf pusat (Al Dhuhaihat and Zarzour, 2023). Durasi dan tingkat keparahan gejala ditentukan oleh jumlah racun yang dikonsumsi dan biasanya akan muncul 30 menit sampai 6 jam setelah mengkonsumsi ikan buntal (Zhu *et al.*, 2021; Homsy *et al.*, 2023).

Sampai saat ini, belum ditemukan antitoksin atau obat khusus untuk kasus keracunan ikan buntal (Zhu *et al.*, 2021; Al Dhuhaihat and Zarzour, 2023; Homsy *et al.*, 2023). Penanganan utama yang diberikan hanya dengan terapi suportif, khususnya bantuan pernapasan sampai racun TTX diekskresikan melalui urin (Al Dhuhaihat and Zarzour, 2023; Homsy *et al.*, 2023). Pemberian arang aktif dan lavage/bilas lambung yang bertujuan menginduksi muntah juga telah disarankan untuk

membantu penanganan keracunan ikan buntal (Homsy *et al.*, 2023). Selain itu, intubasi endotrakeal juga direkomendasikan untuk menangani gagal napas akut yang disebabkan karena akumulasi TTX dalam tubuh (Al Dhuhaihat and Zarzour, 2023). Untuk pasien dengan kasus keracunan yang parah, sangat diutamakan untuk dilakukan pemasangan jalan napas buatan dan penggunaan ventilasi mekanis tepat waktu (Zhu *et al.*, 2021).

Prognosis dari keracunan ikan buntal yang parah adalah buruk (Zhu *et al.*, 2021; Al Dhuhaihat and Zarzour, 2023). Akibat belum ada antitoksin atau penanganan khusus untuk kasus ini, cara terbaik adalah dengan mencegahnya (Al Dhuhaihat and Zarzour, 2023). Pencegahan bisa dilakukan dengan menghindari dan mewaspadaai toksisitas dari ikan tersebut, terutama hindari untuk mengonsumsi organ dalamnya, seperti hati atau ovariumnya (Zhu *et al.*, 2021).

4. Lionfish

Lionfish, yang termasuk dalam genus *Pterois*, *Dendrochirus*, dan *Parapterois*, merupakan ikan yang menarik perhatian tidak hanya karena penampilannya yang mencolok tetapi juga dampaknya terhadap ekosistem dan kesehatan manusia. Dikenal dengan duri beracun di siripnya, lionfish memiliki potensi untuk menyebabkan cedera yang menyakitkan, meskipun kejadian envenomasi yang serius jarang terjadi. Dalam beberapa tahun terakhir, penyebaran lionfish di perairan Atlantik, terutama spesies *Pterois volitans* dan *Pterois miles*, telah menyebabkan kekhawatiran akan dampak ekologis yang dapat ditimbulkannya (Junior, 2021).



Gambar 3. Lion fish (Junior, 2021)

Lionfish berasal dari perairan tropis dan subtropis di Indo-Pasifik, tetapi telah berhasil beradaptasi dan berkembang biak dengan baik di perairan Karibia dan Atlantik. Lionfish dapat dikenali dari sirip panjang dan pola warna beragam yang tidak hanya berfungsi untuk menarik perhatian tetapi juga untuk pengelabuan terhadap predator. Spesies ini memiliki kemampuan reproduksi yang tinggi, dengan satu betina mampu melepaskan hingga 30.000 telur dalam satu kali pemijahan. Keberhasilan reproduksi ini berkontribusi pada invasi mereka di luar habitat asli mereka (Albins and Hixon, 2008).

Racun lionfish terdiri dari protein berberat molekul tinggi yang dapat mempengaruhi sistem saraf dan otot. Ketika lionfish menyengat, racun dapat mengakibatkan nyeri lokal yang intens, pembengkakan, dan dalam beberapa kasus, gejala sistemik yang ringan seperti perubahan pada tekanan darah, dan detak jantung. Meskipun terdapat laporan tentang kematian akibat envenomasi, seperti yang terjadi pada seorang anak setelah beberapa hari pasca cedera, sebagian besar kasus tidak berakibat fatal. Penelitian menunjukkan bahwa gejala yang ditimbulkan biasanya lebih ringan dibandingkan dengan racun dari ikan scorpion (Mantas et al., 2019).

Lionfish yang bersifat invasif memiliki dampak yang signifikan terhadap keanekaragaman hayati lokal. Studi menunjukkan bahwa mereka dapat mengurangi populasi ikan kecil yang merupakan spesies penting dalam ekosistem terumbu karang. Morris dan Whitfield (2009) menemukan bahwa lionfish tidak hanya bersaing dengan spesies lokal untuk sumber daya tetapi juga dapat mengurangi biomassa ikan yang berperan dalam menjaga kesehatan terumbu karang. Invasi ini dapat mempengaruhi keseimbangan ekosistem dan menyebabkan penurunan keragaman spesies, yang pada gilirannya berdampak pada seluruh rantai makanan di perairan tersebut (Morris, 2009; Junior, 2021).

5. Ubur-ubur

Ubur-ubur merupakan salah satu invertebrata laut beracun yang tergolong dalam filum Cnidaria. Jumlah hewan ini mengalami peningkatan dalam beberapa tahun terakhir dan racunnya dapat menimbulkan masalah kesehatan di daerah pesisir. Kebanyakan jenis ubur-ubur

hidup di daerah laut tropis (Lakkis et al., 2015). Filum Cnidaria dibagi ke dalam beberapa kelas, yaitu Hydrozoa, Scyphozoa, Cubozoa, Anthozoa, Staurozoa. Contoh jenis ubur-ubur terkenal dari kelas Hydrozoa adalah *Physalia physalis* yang memiliki nama lain Portuguese man-of-war dan *Physalia utriculus* dengan nama lain Blue bottle. *Carukia barnesi* dan *Chironex fleckeri* adalah dua spesies mematikan dari kelas Cubozoa yang banyak tersebar di daerah regio Indo-Pasifik dan Australia. Selain itu, *Nemopilema nomurai* masuk ke dalam kelas Scyphozoa yang memiliki enzim yang berbahaya bagi otot (Cunha and Dinis-Oliveira, 2022; Hwai et al., 2022).

Ubur-ubur memiliki bentuk badan yang menyerupai agar-agar disertai tentakel-tentakel yang mengandung organel knidosit beracun (Badran et al., 2022). Kontak dengan ubur-ubur secara mekanik maupun kimiawi dapat memicu aktivasi knidosit. Hal ini terjadi karena kontak tersebut menyebabkan aliran gradien konsentrasi kalsium yang besar melintasi knidosit. Selanjutnya, tercipta tekanan osmotik yang menyebabkan menggulungnya tubulus knidosit sehingga penetrasi lokal ke kulit dapat terjadi (Lakkis et al., 2015; Cunha and Dinis-Oliveira, 2022). Elemen bioaktif seperti serotonin, histamin, enzim metaloproteinase, dan tetramine terkandung dalam racun ubur-ubur (Jr., 2016). Envenomasi ubur-ubur dapat menyebabkan gejala-gejala seperti nyeri, bengkak, lesi kulit, gejala sistemik, bahkan kematian. Rangsangan nyeri dapat timbul karena adanya aktivasi Transient Receptor Potential Vanilloid-1 (TRPV1) yang terdapat dalam neuron nosiseptif (Cunha and Dinis-Oliveira, 2022; DeLoughery, 2022; Hwai et al., 2022).

Sindrom Irukandji merupakan sebuah kegawatdaruratan jantung akibat envenomasi ubur-ubur berjenis box jellyfish, khususnya spesies *Carukia barnesi* yang ditandai dengan hipertensi dan takikardia (Habib et al., 2018; Cunha and Dinis-Oliveira, 2022). Gejala-gejala tersebut muncul 20 sampai 30 menit setelah penetrasi racun. Selain dua gejala tersebut, nyeri pada perut, dada, kepala, punggung, dan ekstremitas juga dapat terjadi. Keparahan toksisitas racun ubur-ubur bisa sampai menyebabkan edema pulmoner dan syok kardiogenik (Lakkis et al., 2015; Hwai et al., 2022). Kardiotoksitas berpotensi untuk terjadi karena racun mengakibatkan sel jantung menjadi

berpori sehingga kalsium dan natrium berlebih dapat masuk ke dalam sel. Hal tersebut juga mencetuskan vasokonstriksi dan pelepasan katekolamin. Sengatan ubur-ubur spesies ini terlihat seperti jejak ulat, namun ada juga yang terlihat seperti jerawat kecil saja (Cunha and Dinis-Oliveira, 2022).

Nemopilema nomurai merupakan salah satu spesies ubur-ubur beracun di Cina, Jepang, dan Korea. Spesies ini mengandung sebuah protein berbahaya, yaitu metalloproteinase (MMP) yang bersifat fibrinolitik sehingga dapat mencetuskan perdarahan pada luka, edema, dan inflamasi (Cunha and Dinis-Oliveira, 2022). MMP juga dikatakan berpotensi mengakibatkan paralisis, nekrosis, mengganggu vaskularisasi mikro jaringan otot, dan bahkan mengganggu regenerasi otot skeletal (Li *et al.*, 2022). Envenomasi ubur-ubur kelas Scyphozoa dapat meninggalkan bekas tentakel dan akan bermanifestasi sebagai eritema dan lepuhan lokal pada kulit yang disertai rasa nyeri (Cunha and Dinis-Oliveira, 2022; Hwai *et al.*, 2022).

Physalia physalis yang juga disebut sebagai Bluebottle atau Portuguese man-of-war memiliki warna yang cantik dan datang dari kelas hydrozoa (Lakkis *et al.*, 2015). Racun yang terkandung dalam spesies ini bersifat hemolitik, kardiotoxik, dan neurotoksik. Gejala sistemik yang berpotensi muncul adalah nyeri dan spasme otot perut, disritmia, gagal jantung, henti napas, mual, dan muntah (Hwai *et al.*, 2022). Manifestasi pada kulit yang timbul dapat berupa urtikaria linear disertai rasa nyeri (Cunha and Dinis-Oliveira, 2022).

Penatalaksanaan sengatan ubur-ubur harus diberikan kepada pasien, termasuk pertolongan pertama yang tepat. Sebelum menolong, penolong sebaiknya menggunakan alat perlindungan diri seperti sarung tangan. Hal yang pertama dilakukan adalah stabilisasi pasien terlebih dahulu dengan menjauhkannya dari lokasi sengatan untuk mencegah terjadinya sengatan lain dan mencegah potensi tenggelam (Lakkis *et al.*, 2015). Jika pasien mengalami gejala kritis, maka terapkanlah bantuan hidup dasar dan segera rujuk ke fasilitas kesehatan terdekat (Habib *et al.*, 2018). Gunakanlah air laut dan jangan gunakan air tawar untuk mencuci tentakel yang berada pada anggota tubuh yang tersengat. Hal ini disebabkan karena air tawar dapat mencetuskan keluarnya toksin nematosit melalui proses osmosis. Penanganan sengatan

ubur-ubur yang bertujuan untuk mencegah pelepasan toksin lebih lanjut dapat dilakukan dengan vinegar (asam asetat). Pembilasan daerah sengatan dengan vinegar tidak disarankan untuk ubur-ubur dari kelas Scyphozoa, namun boleh dilakukan jika sengatan berasal dari kelas Hydrozoa dan Cubozoa seperti Carukia barnesi. Setelah itu, tentakel dapat dilepaskan satu persatu menggunakan pinset setelah dilakukan inaktivasi nematosit (Cunha and Dinis-Oliveira, 2022).

Komplikasi sengatan ubur-ubur dapat berupa rasa nyeri sehingga pada kasus-kasus tersebut dibutuhkan pengontrolan nyeri. Salah satu metode yang terkenal adalah dengan merendam anggota tubuh yang tersengat dengan air hangat bersuhu 42-45°C selama 30-90 menit (Habib *et al.*, 2018). Analgetik sederhana seperti ibuprofen dan acetaminophen direkomendasikan untuk dikonsumsi. Analgetik lainnya seperti morfin juga bisa diberikan kepada pasien dengan sindrom irukandji atau pasien dengan manifestasi kulit yang parah. Selain itu, pada kasus reaksi lokal yang berlangsung terus menerus tanpa adanya gejala infeksi bisa diresepkan antihistamin, nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAID), dan kortikosteroid topikal atau sistemik (Lakkis *et al.*, 2015). Jika ada gejala infeksi, kloramfenikol atau eritromisin dapat menjadi opsi dalam pemberian antibiotik (DeLoughery, 2022).

6. Stingray

Stingray atau ikan pari merupakan salah satu ikan berkartilago yang berasal dari kelas Chondrichthyes dan subordo Myliobatoidei yang memiliki penyengat atau “stinger” (DAN). Stingray memiliki 1-4 spina penyengat yang dilapisi oleh lapisan integumen dengan jaringan glandular pada bagian ekor yang mengandung racun di dalamnya (medical emergency). Ukuran penyengat pada bagian ekor ini bervariasi tergantung ukuran stingray yang dapat mencapai enam kaki atau dua meter dengan ukuran spina hingga 20 cm (DAN dan medical emergency). Spina ini berupa tulang keras dengan bentuk seperti bergerigi dan runcing pada bagian ujungnya yang akan mempermudah terjadinya penetrasi pada tubuh manusia (Stingray Injury and Its Multimodal Management Jani, Bharat Khemji; Mohanty, Chandrashekar).

Stingray diketahui banyak ditemukan pada garis pantai di daerah tropis dan subtropis (JANI).

Di Amerika Serikat dilaporkan sebanyak 1.500 kasus pertahun akibat serangan stingray terjadi. Habitat alami stingray adalah pada perairan dangkal yang keruh dengan visibilitas yang rendah. Stingray biasanya mengubur dirinya di pasir pada perairan dangkal tersebut sehingga terkadang sulit untuk dilihat secara kasat mata (DAN dan JANI dan Stingray Habitat Use Is Dynamically Influenced by Temperature and Tides : Chantel Elston Chantel Elston). Habitat alami dari stingray ini menjadikannya menjadi faktor risiko yang harus dihindari ketika akan melakukan penyelaman pada perairan dangkal. Penyelam yang akan melakukan penyelaman pada perairan dangkal disarankan untuk melakukan pengguncangan pada area yang dicurigai terdapat stingray untuk menghindari terjadinya penyerangan (DAN dan Habitat Use Is Dynamically Influenced by Temperature and Tides : Chantel Elston Chantel Elston).

Penyerangan oleh stingray akan menyebabkan kerusakan jaringan pada korban melalui dua cara yaitu secara mekanis melalui spina penyengat dan melalui komponen kimia yang terdapat pada spina tersebut (Jani). Penyerangan ini merupakan bentuk pertahanan diri mereka terhadap sesuatu yang dianggap mengancam (Jani dan *Injuries by marine and freshwater stingrays: history, clinical aspects of the envenomations and current status of a neglected problem in Brazil*). Ketika stingray mendapati situasi yang mengancam, mereka akan dengan cepat melakukan penusukan menggunakan spina yang menyebabkan penetrasi pada bagian tubuh korban. Pelapis spina yang tertancap kemudian akan terbuka sehingga memungkinkan keluarnya racun yang terkandung di dalam jaringan glandular lapisan tersebut dan menyebabkan terjadinya envenomasi terlokalisir pada sekitar area tusukan (JANI, *EMERGENCY, Injuries by marine and freshwater stingrays: history, clinical aspects of the envenomations and current status of a neglected problem in Brazil*). Racun pada stingray mengandung beberapa polipeptida seperti serotonin, fosfodiesterase, hialuronidase, dan 5-nukleotidase yang bersifat neurotoksik sehingga dapat menyebabkan terjadinya nyeri hebat yang segera dirasakan terutama pada luka penetrasi spina. Selain itu, racun ini bersifat kardiotoksik sehingga dapat menyebabkan terjadinya peningkatan detak jantung dan keringat dingin. Selain itu, efek

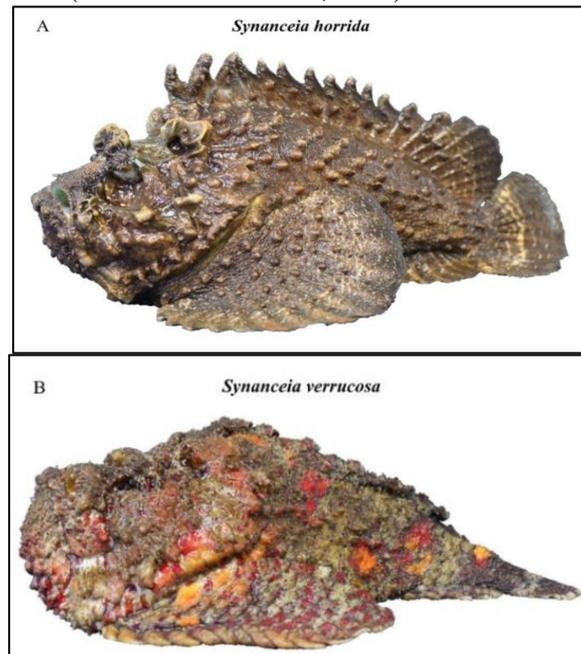
sistemik seperti diare, keringat berlebih, lemas, mual, muntah, vertigo, nyeri perut, kejang, aritmia, dan hipotensi mungkin saja terjadi. Adanya edema, kemerahan, dan kulit yang teraba hangat juga sangat mungkin ditemukan pada area sekitar penetrasi spina stingray sebagai penanda terjadinya inflamasi (*EMERGENCY, Injuries by marine and freshwater stingrays: history, clinical aspects of the envenomations and current status of a neglected problem in Brazil*). Semakin banyak deposit racun yang tersisa pada lokasi penetrasi, maka nyeri dan gejala lain yang dirasakan dapat bertahan semakin lama hingga lebih dari 48 jam setelah serangan terjadi (JANI).

Penanganan awal pada kasus penyerangan stingray harus segera dilakukan. Racun pada stingray bersifat termolabil atau dipengaruhi oleh suhu sehingga kompres atau perendaman dengan menggunakan air panas 40-45°C menjadi salah satu penanganan awal, tetapi perlu untuk memastikan suhu air panas tidak menyebabkan lepuhan pada kulit dan perlu untuk diuji oleh orang lain (JANI dan *emergency*). Selanjutnya dapat dilakukan tindakan debridemen pada luka terbuka akibat tusukan dan mengeluarkan sisa benda asing yang terdapat pada luka tersebut (JANI). Dalam mengeluarkan sisa fragmen benda asing pada lokasi tusukan memungkinkan untuk dilakukannya tindakan di ruang operasi agar semua fragmen dapat terangkat dan pembersihan luka optimal (JANI dan *emergency*). Jangan menunda untuk membawa pasien menuju ke fasilitas kesehatan untuk mencegah terjadinya infeksi sekunder akibat bakteri yang dapat memperburuk kondisi pasien (*emergency dan DAN*).

7. Stone Fish

Stonefish atau ikan batu merupakan ikan dari genus *Synanceia*, ikan ini biasanya ditemukan di wilayah pesisir samudera Indo-Pasifik serta di pantai lepas Florida dan Karibia. Ikan batu terbagi menjadi lima spesies yaitu *Synanceia horrida* (sebelumnya disebut sebagai *S. trachynis*), *S. verrucosa*, *S. alula*, *S. nana* dan *S. platyrhyncha*. *Synanceia* memiliki hingga 15 duri di punggungnya yang akan berdiri ketika ikan ini merasa terganggu (Saggiomo *et al.*, 2021). Dinamai ikan batu karena ikan ini memiliki kemampuan untuk berkamuflase dengan warna abu-abu dan berbintik-bintik yang mirip dengan batu (Tay *et al.*, 2016). Dari lima spesies ikan batu

terdapat 2 spesies yang dianggap menjadi ikan paling mematikan di dunia yaitu *S. horrida* (ikan batu muara) yang memiliki 13 hingga 14 duri beracun serta *S. verrucosa* (ikan batu karang) yang memiliki 12-14 duri beracun. Kedua spesies ini biasanya banyak ditemukan di terumbu karang (Lennox-Bulow *et al.*, 2023). Laporan dari Institut Kesehatan dan Kesejahteraan Australia menyatakan bahwa 81% kasus rawat inap karena cedera akibat kontak dengan tumbuhan dan hewan laut berbisa dari tahun 2017-2018 disebabkan oleh ikan menyengat dan 30 dari 320 kasus (9,3%) disebabkan oleh envenomasi ikan batu (Pointer and Harrison, 2021).



Gambar 4. Stone Fish (Saggiomo *et al.*, 2021)

Ikan ini mengubur diri sebagian di dalam pasir serta memiliki kemampuan dalam berkamuflase sehingga mereka sulit untuk dideteksi (Tay *et al.*, 2016). Ikan ini memiliki duri yang terletak di punggungnya yang mengandung racun. Kelenjar racun yang dimiliki lebih maju, dengan ujung distal memendek membentuk struktur seperti saluran. Ketika terinjak atau bersentuhan dengan ikan batu, duri di punggungnya akan berdiri dan melepaskan racun yang akan masuk ke dalam korban sehingga menyebabkan envenomasi (Brighton Ndandala *et al.*, 2023). Setelah injeksi, racun dengan cepat menyebar melalui jaringan tubuh dan sistem limfatik. Hal ini menyebabkan reaksi lokal di area luka, termasuk pembengkakan dan rasa sakit. Gejala awal yang biasa muncul yaitu nyeri hebat,

pembengkakan dan memar, serta keringat berlebih dan mual yang merupakan respon tubuh terhadap racun (Saggiomo *et al.*, 2021).

Dalam famili ikan batu stonustoxin merupakan protein mematikan yang dimiliki oleh *S. horrida*, sedangkan protein yang dimiliki oleh *S. verrucosa* yaitu verrucotoxin. Stonustoxin merupakan racun yang bersifat hemolitik dan vasorelaksan, dapat menyebabkan edema yang luas setelah envenomasi. Stonustoxin juga merupakan agen hipotensi yang juga memiliki aktivitas miotoksik yang dapat merusak sel otot, menyebabkan nekrosis, dan menimbulkan rasa nyeri yang luar biasa serta bersifat neurotoksik yang dapat merusak saraf dan disfungsi saraf perifer sehingga mengakibatkan kelumpuhan lokal atau bahkan sistemik (Tay *et al.*, 2016). Edema yang terjadi pada envenomasi bisa berlangsung selama 2-4 hari bahkan setelah diberikan obat anti racun (Brighton Ndandala *et al.*, 2023). Tingkat keparahan gejala yang ditimbulkan akibat envenomasi ikan batu biasanya tergantung dari jumlah duri dalam envenomasi dan kedalaman penetrasi duri (Saggiomo *et al.*, 2021).

Venom dari ikan batu mengandung protein yang dapat terdenaturasi oleh panas. Oleh sebab itu, terapi dengan air hangat digunakan sebagai tatalaksana awal untuk mengurangi efek racun (Hifumi *et al.*, 2020). Air yang digunakan harus memiliki suhu antara 40-45°C sehingga mampu membantu denaturasi protein racun. Area yang terkena racun direndam dalam air hangat selama 30 hingga 90 menit. Lama waktu perendaman dapat bervariasi tergantung pada respons individu terhadap terapi dan tingkat keparahan gejala. Namun sebelum terapi, sebaiknya mengatasi luka yang diakibatkan oleh sengatan terlebih dahulu dengan memotong atau mengekstraksi duri, karena hal tersebut meningkatkan risiko infeksi.

Penelitian menunjukkan bahwa terapi dengan air hangat dapat mengurangi nyeri dan mempercepat pemulihan dengan cara mempercepat penguraian racun. Selanjutnya yaitu dapat diberikan antibisa *Synanceia* yang bekerja dengan menetralkan sifat hemolitik, mematikan, dan meningkatkan permeabilitas vaskular dari bisa. Antibisa dapat disuntikkan secara intramuskular atau diberikan melalui infus intravena pada kasus yang parah. Satu ampul yang berisi 2000 unit antibisa menetralkan sekitar 20 mg bisa, dan dosisnya diatur sesuai dengan

jumlah luka tusukan yang ada di anggota tubuh yang terkena (Saggiomo et al., 2021). Pasien juga disarankan untuk segera mencari pertolongan medis untuk penanganan lebih lanjut (Barnett et al., 2017).

Kesimpulan

Kegawatdaruratan di bidang maritim terdapat 2 yaitu, dekompresi dan sengatan hewan laut. Penyakit dekompresi merupakan salah satu penyakit yang sering dialami oleh penyelam. kondisi ini diakibatkan adanya pembentukan gelembung gas nitrogen pada jaringan atau pembuluh darah. Gejala dari dekompresi dapat berupa nyeri otot dan sendi, kelelahan, hingga sistem kardiovaskular. Selain dekompresi, sengatan hewan laut juga merupakan kegawatdaruratan di bidang maritim. Sengatan hewan laut dapat menimbulkan berbagai gejala, mulai dari nyeri dan kemerahan di area yang terkena hingga reaksi alergi serius yang dapat mengancam nyawa. Hal ini menjadi salah satu risiko bagi wisatawan dan orang-orang yang tinggal atau bekerja di perairan laut.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang membantu menulis dan menyusun artikel ini.

Referensi

- Ahmad, A., Gobel, F. A., & Mahmud, N. U. (2023). Faktor Risiko Terjadinya Dekompresi pada Penyelam di Kabupaten Kepulauan Selayar. *Journal of Muslim Community Health*, 4(4), 23-35.
- Al Dhuhaihat, Z., & Zarzour, T. (2023). Tetrodotoxin poisoning due to pufferfish ingestion in the United Arab Emirates. *Cureus*, 15(1).
- Albins, M.A. and Hixon, M.A. (2008) 'Lionfish not a roaring success for coral reefs', *Nature*, 454(7202), pp. 265–265. Available at: <https://doi.org/10.1038/454265f>.
- Asakawa, M., Matsumoto, T., Umezaki, K., Kaneko, K., Yu, X., Gomez-Delan, G., ... & Ohtsuka, S. (2019). Toxicity and toxin composition of the greater blue-ringed octopus *Hapalochlaena lunulata* from Ishigaki Island, Okinawa Prefecture, Japan. *Toxins*, 11(5), 245.
- Alvarez, F. and Estrada, R. (2018) Mobility for accessibility, Urban growth and access to opportunities: *A challenge for Latin America*.
- Badran, S., Eldos, Y., Hoffman, R. J., Obaray, S., Sivakumar, B., & Glass, G. E. (2022). Extremity Ischemia After Jellyfish Envenomation: A Case Report and Systematic Review of the Literature. *The Journal of Emergency Medicine*, 63(4), 507-519.
- Barnett, S., Saggiomo, S., Smout, M., & Seymour, J. (2017). Heat deactivation of the stonefish *Synanceia horrida* venom-implications for first-aid management. *Diving and hyperbaric medicine*, 47(3), 155.
- Bralow, L. M., & Piehl, M. (2018). Barotrauma and arterial gas embolism: a diving emergencies simulation case for emergency medicine residents. *MedEdPORTAL*, 14, 10788.
- Brighton Ndandala, C., Mustapha, U. F., Wang, Y., Assan, D., Zhao, G., Huang, C., ... & Chen, H. (2023). The perspective of fish venom: An overview of the physiology, evolution, molecular and genetics. *Frontiers in Marine Science*, 10, 1085669.
- Cunha, S. A., & Dinis-Oliveira, R. J. (2022). Raising awareness on the clinical and forensic aspects of jellyfish stings: A worldwide increasing threat. *International journal of environmental research and public health*, 19(14), 8430.
- Deliana, M., Pusparianda, D., & Putri, R. N. (2023). The Experience of Marine Tribe Communities Regarding Handling Emergencies Due to Venomous Marine Animal Stings on The Coast of Bintan Regency, Riau Islands. *Jurnal Keperawatan Dan Fisioterapi (JKF)*, 6(1), 100-108.
- Deliana, M., Pusparianda, D., & Santa Novita, Y. S. (2022). Kejadian Kegawatdaruratan Akibat Sengatan Hewan Laut Berbisa di Kabupaten Bintan Kepulauan Riau. *Jurnal Ilmiah JKA (Jurnal Kesehatan Aeromedika)*, 8(2), 60-63.
- DeLoughery, E. P. (2022). There's something in the water: an overview of jellyfish, their

- stings, and treatment. *International Maritime Health*, 73(4), 199-202.
- Divers Alert Network (2012) Hazardous Marine Life Injuries Provider.
- 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.
- Edgar, M., Franco, M. A., & Dainer, H. M. (2021). Case series of arterial gas embolism incidents in US Navy pressurized submarine escape training from 2018 to 2019. *Military medicine*, 186(5-6), e613-e618.
- Elston, C., Cowley, P. D., von Brandis, R. G., & Lea, J. (2022). Stingray habitat use is dynamically influenced by temperature and tides. *Frontiers in Marine Science*, 8, 754404.
- Elston, D. M. (2006). Aquatic antagonists: lionfish (*Pterois volitans*). *Cutis*, 77(4), 215-216.
- Erlina, Y. (2018). Analisis Faktor Yang Berhubungan Dengan Kejadian Abortus Inkomplit Di RSUD Kota Bekasi. *Jurnal Ilmiah Keperawatan*, 7(1).
- Fitriasari, E., Untari, N. K. S. D., & Fitra, N. A. (2024). Risk Factors for Decompression Sickness. *Jurnal Multidisiplin Indonesia*, 3(2), 3806-3818.
- Habib, H., Salim, J., Nugroho, Y. D., Amansyah, F., & Pramana, G. A. (2018). Characteristics of Marine Envenomation Cases in Kepulauan Seribu District Hospital, Indonesia. *Cermin Dunia Kedokteran*, 45(12), 887-891.
- Haddad Junior, V., & Haddad Junior, V. (2021). Ingestion of Venomous Aquatic Animals: Toxinology, Clinical Aspects, and Treatment. *Medical Emergencies Caused by Aquatic Animals: A Biological and Clinical Guide to Trauma and Envenomation Cases*, 301-334.
- Homsy, A., Hassan, N., Hamad, I., & Qasem, R. (2023). A case of puffer fish poisoning from United Arab Emirates. *Oman medical journal*, 38(3), e510.
- Hornbeak, K. B., & Auerbach, P. S. (2017). Marine envenomation. *Emergency Medicine Clinics*, 35(2), 321-337.
- Hüseyinoğlu, M. F., & Öztürk, B. (2018). Lionfish Invasion and Its.
- Howle, L. E., Weber, P. W., Hada, E. A., Vann, R. D., & Denoble, P. J. (2017). The probability and severity of decompression sickness. *PLoS One*, 12(3), e0172665.
- Hutomo, F. P., Prasetyo, M. Z., Fariqhan, D. Z., Atmaja, I. M. B., Ambarah, G. Z., Utomo, D. H., ... & Gunawan, S. E. (2022). Stroke Terkait Penyakit Dekompresi pada Penyelam. *Lombok Medical Journal*, 1(3), 175-184.
- Hwai, A. T. S., Ismail, A. K., Miyake, H., Karunarathne, K. D., Na'im Ab Razak, M., Nilamani, N., ... & Kwang, S. Y. (2022). Harmful Jellyfish Stings.
- Indonesia, P. D. P. (2021). *Panduan umum praktik klinis penyakit paru dan pernapasan*. Jakarta: Perhimpunan Dokter Paru Indonesia.
- Jacups, S. P., & Currie, B. J. (2008). Blue-ringed octopuses: a brief review of their toxicology. *Northern Territory Naturalist*, (20), 50-57.
- Jani, B. K., & Mohanty, C. (2019). Hazardous Marine Life: Stingray Injury and Its Multimodal Management. *Journal of Marine Medical Society*, 21(2), 182-185.
- Jelinek, G.A. (1996) 'Marine envenomation', *Current Therapeutics*, 37(1), pp. 43-47. Available at: <https://doi.org/10.1007/s42399-020-00490-y>.
- Junior VH, Cardoso JLC, Neto D. Injuries by marine and freshwater stingrays: history, clinical aspects of the envenomations and current status of a neglected problem in Brazil. *J Venom Anim Toxins Incl Trop Dis*. 2013;19(1):16.
- Junior, V. H., Cardoso, J. L. C., & Neto, D. G. (2013). Injuries by marine and freshwater stingrays: history, clinical aspects of the envenomations and current status of a neglected problem in Brazil. *Journal of venomous animals and toxins including tropical diseases*, 19(00), 1-11.
- Junior, V. H. (2021). Medical Emergencies Caused by Aquatic Animals: A Biological and Clinical Guide to Trauma and Envenomation Cases. *Springer Nature*.
- Jusmawati, J., Arsin, A. A., & Naiem, F. (2016).

- Faktor risiko kejadian decompression sickness pada masyarakat nelayan peselam tradisional Pulau Saponda. *Media kesehatan masyarakat indonesia*, 12(2), 63-69.
- Jüttner, B., Wölfel, C., Camponovo, C., Schöppenthau, H., Meyne, J., Wohlrab, C., ... & Muche-Borowski, C. (2023). S2k guideline for diving accidents. *GMS German Medical Science*, 21.
- Lakkis, N. A., Maalouf, G. J., & Mahmassani, D. M. (2015). Jellyfish stings: a practical approach. *Wilderness & environmental medicine*, 26(3), 422-429.
- Lako, J. V., Naisililili, S., Vuki, V. C., Kuridrani, N., & Agyei, D. (2023). Local and Traditional Ecological Knowledge of Fish Poisoning in Fiji. *Toxins* 2023, 15, 223.
- Laloo, D. (2010). Venomous bites and stings. *Medicine*, 38(1), 52-55.
- Lennox-Bulow, D., Smout, M., Loukas, A., & Seymour, J. (2023). Stonefish (*Synanceia* spp.) Ichthyocrinotoxins: An ecological review and prospectus for future research and biodiscovery. *Toxicon*, 107329.
- Li, A., Yu, H., Li, R., Yue, Y., Yu, C., Geng, H., ... & Li, P. (2022). Jellyfish *Nemopilema nomurai* causes myotoxicity through the metalloprotease component of venom. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 151, 113192.
- Linggayani, N. M. A., & Ramadhian, M. R. (2017). Penyakit Caisson pada Penyelam. *Jurnal Kesehatan dan Agromedicine*, 4(2), 348-353.
- Mantas, A., Labbe, V., Loryan, I., & Mihranyan, A. (2019). Amorphisation of free acid ibuprofen and other profens in mixtures with nanocellulose: dry powder formulation strategy for enhanced solubility. *Pharmaceutics*, 11(2), 68.
- McDonagh, T., & Metra, M. (2023). 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Russian journal of cardiology*, 28(1), 5168.
- Mitchell, S. J., Bennett, M. H., Bryson, P., Butler, F. K., Doolette, D. J., Holm, J. R., ... & Lafère, P. (2018). Pre-hospital management of decompression illness: expert review of key principles and controversies. *Diving and Hyperbaric Medicine*, 48(1), 45.
- Mitchell, S. J., Bennett, M. H., & Moon, R. E. (2022). Decompression sickness and arterial gas embolism. *New England Journal of Medicine*, 386(13), 1254-1264.
- Mitchell, S. J. (2024). Decompression illness: a comprehensive overview. *Diving and Hyperbaric Medicine*, 54(1Suppl), 1.
- Nader, M. R., Indary, S., & Boustany, L. E. (2012). The puffer fish *Lagocephalus scleratus* (Gmelin, 1789) in the Eastern Mediterranean.
- Neuman, T. S. (2002). Arterial gas embolism and decompression sickness. *Physiology*, 17(2), 77-81.
- Otani N, Utama T. Keracunan Laut. 2020;2288–92.
- Padang, A., Tuasikal, T., & Subiyanto, R. (2019). Kandungan gizi bulu babi (Echinoidea). *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 12(2), 220-227.
- Pollock, N. W., & Buteau, D. (2017). Updates in decompression illness. *Emergency medicine clinics*, 35(2), 301-319.
- Rambla-Alegre, M., Reverté, L., Del Río, V., de la Iglesia, P., Palacios, O., Flores, C., ... & Diogène, J. (2017). Evaluation of tetrodotoxins in puffer fish caught along the Mediterranean coast of Spain. *Toxin profile of Lagocephalus scleratus. Environmental research*, 158, 1-6.
- Risdall, J.E. (2016) 'Decompression illness', *Ernsting's Aviation and Space Medicine: Fifth Edition*, pp. 567–577. Available at: <https://doi.org/10.1201/b13197-44>.
- Saggiomo, S. L., Firth, C., Wilson, D. T., Seymour, J., Miles, J. J., & Wong, Y. (2021). The geographic distribution, venom components, pathology and treatments of stonefish (*Synanceia* spp.) venom. *Marine Drugs*, 19(6), 302.
- Schult, R. F., Acquisto, N. M., Stair, C. K., & Wiegand, T. J. (2017). A case of lionfish envenomation presenting to an inland emergency department. *Case Reports in Emergency Medicine*, 2017(1), 5893563.
- Sümen, S. G., & Öztürk, B. (2020). How to Manage Lionfish Envenomation?. *International Journal of Environment and Geoinformatics*, 8(1), 106-109.
- Suryanti, S., Fatimah, P. N. P. N., & Rudiyantri, S. (2020). Morfologi, Anatomi dan Indeks Ekologi Bulu Babi di Pantai Sepanjang,

- Kabupaten Gunungkidul, Yogyakarta. *Buletin Oseanografi Marina*, 9(2), 93-103.
- Tay, T. K. W., Chan, H. Z., Ahmad, T. S. T., Teh, K. K., Low, T. H., & Wahab, N. A. (2016). Stonefish envenomation of hand with impending compartment syndrome. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 11, 1-4.
- Tomlison H, ELston DM. Aquatic Antagonists : Lionfish (Pterois volitans). *Cutis*. 2018;102(4):232–4.
- Tyastara, I. G. M., Mutiarayani, D., Utami, F. Y., Sungkar, H., Rizkika, L. H., Nazhifah, N., & Ommy, I. G. N. (2022). Caisson Disease among Recreational Divers: Review Literature. *Green Medical Journal*, 4(3), 93-99.
- Wang, H., Zhao, W., Ding, B., Zhang, Y., Huang, X., Liu, X., ... & Ding, J. (2021). Comparative lipidomics profiling of the sea urchin, *Strongylocentrotus intermedius*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part D: Genomics and Proteomics*, 40, 100900.
- Widyastuti, S. R., Hadisaputro, S., & Munasik, M. (2019). Berbagai Faktor yang Berpengaruh Terhadap Kualitas Hidup Penyelam Tradisional Penderita Penyakit Dekompresi (Doctoral dissertation, School of Postgraduate).
- Wijaya, D. R., Abdullah, A. Z., & Palutturi, S. (2018). Faktor Risiko Masa Kerja Dan Waktu Istirahat Terhadap Kejadian Penyakit Dekompresi Pada Nelayan Penyelam Di Pulau Barrang Lompo. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Maritim*, 1(3).
- Zhang, X. C., Golden, A., & Bullard, D. S. (2016). Neurologic deep dive: a simulation case of diagnosing and treating decompression sickness for emergency medicine residents. *MedEdPORTAL*, 12, 10473.
- Zhu, S., Yang, Y., Fan, Z., Zhou, Q., & Fan, X. (2021). A fatal case of severe pufferfish poisoning: A case report. *Medicine: case reports and study protocols*, 2(1), e0036.