

PERANAN EKOLOGIS SHIPWRECK ATAU EXPOSED SHIPWRECK SEBAGAI MEDIA HIDUP KARANG DI PULAU BAWEAN DALAM UPAYA PERLINDUNGAN, PENGEMBANGAN DAN PEMANFAATAN SHIPWRECK ATAU EXPOSED SHIPWRECK

ECOLOGICAL ROLES OF SHIPWRECK OR EXPOSED SHIPWRECK AS CORAL LIVING MEDIA AT BAWEAN ISLAND, IN TERMS OF THEIR CONSERVATION, DEVELOPMENT AND UTILIZATION

Heny Budi Setyorini¹, Heri Priswanto² dan Ahmad Surya Ramadhan³

¹Dosen Program Studi Teknik Kelautan, Institut Teknologi Yogyakarta

²Staf Balai Arkeologi Daerah Istimewa Yogyakarta

³Mahasiswa Program Master of Maritime and Coastal Archaeology,
Universitas Aix Marseille

henybudi.s@gmail.com

ABSTRACT

Metal salvage and theft activities have eliminated most shipwrecks at Nusa Island, and exposed shipwrecks in Gosong Gili, Bawean Island. In order to give recommendations for its conservation efforts, this study aims to identify the remaining shipwrecks or exposed shipwrecks at Nusa Island and Gosong Gili, and the types of corals and fishes in it. This study aims to prove that shipwrecks or exposed shipwrecks is not only having historical and economical value, but also ecological value for the survival of coral reef ecosystem. This is a descriptive-explorative research, data were gathered by underwater survey using GPS Map Sounder, and SCUBA diving. Shipwrecks at Nusa Island is only 30% left in fragmented form of mast, machine, boiler, propeller, ivory vessel, and bricks in the bow area. While the exposed shipwrecks at Gosong Gili is only 20% left in fragmented form boilers, machine, and ivory vessel that might be a cultural heritage according to the UU RI Number 11 of 2010 on Cultural Heritage. At Nusa Island, the corals are consisted of Poritidae and Acroporidae families, and various species reef fishes. While at Gosong Gili, there are more coral families including Merulinidae, Poritidae and Acroporidae, but their reef fishes species are fewer than Nusa island.

Keyword: Shipwrecks, Exposed Shipwrecks, Corals, Nusa Island, Gosong Gili, Bawean Island

ABSTRAK

Aktivitas perburuan dan pencurian besi tua telah mengakibatkan hilangnya sebagian besar *shipwreck* di perairan Pulau Nusa dan *exposed shipwreck* di Gosong Gili, Pulau Bawean. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagian *shipwreck* atau *exposed shipwreck* yang masih tersisa di perairan Pulau Nusa dan Gosong Gili serta berbagai jenis karang dan ikan yang hidup di *shipwreck* atau *exposed shipwreck*, sehingga dapat menjadi rekomendasi bagi upaya pelestariannya. Penelitian ini juga bertujuan untuk membuktikan *shipwreck* atau *exposed shipwreck* tidak hanya memiliki nilai historis dan ekonomis, tetapi juga nilai ekologis terutama bagi kelangsungan ekosistem terumbu karang. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif-eksploratif. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah survei bawah air menggunakan GPS Map Sounder dan melakukan penyelaman menggunakan peralatan selam SCUBA untuk merekam temuan materi *shipwreck* atau *exposed shipwreck* dan berbagai jenis karang dan ikan disekitar *shipwreck* atau *exposed shipwreck*. Kondisi *shipwreck* di Pulau Nusa hanya bersisa 30% berupa fragmen tiang

Peranan Ekologis Shipwreck atau Exposed Shipwreck Sebagai Media Hidup Karang di Pulau Bawean dalam Upaya Perlindungan, Pengembangan dan Pemanfaatan Shipwreck atau Exposed Shipwreck

(Heny Budi Setyorini, Heri Priswanto, Ahmad Surya Ramadhan)

kapal, fragmen mesin kapal, komponen boiler kapal, fragmen baling-baling (*propeller*), fragmen gading-gading dan temuan bata di area haluan, sedangkan *exposed shipwreck* di Gosong Gili hanya bersisa 20% berupa fragmen *boiler*, komponen mesin dan fragmen gading-gading kapal yang berpotensi sebagai cagar budaya menurut Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2010 tentang Cagar Budaya. Beberapa jenis karang yang terdapat disekitar *shipwreck* Pulau Nusa terdiri dari famili *Poritidae* dan *Acroporidae* dan ditemukan berbagai jenis ikan hias karang dan ikan konsumsi, sedangkan jenis karang yang terdapat di *exposed shipwreck* Gosong Gili terdiri dari famili *Merulinidae*, *Poritidae* dan *Acroporidae* dan ditemukan berbagai jenis ikan hias karang yang lebih sedikit dibanding Pulau Nusa.

Kata Kunci: *Shipwreck, Exposed Shipwreck, Karang, Pulau Nusa, Gosong Gili, Bawean*

Tanggal Masuk : 17 Januari 2018

Tanggal Diterima : 24 Agustus 2018

PENDAHULUAN

Pulau Bawean memiliki letak strategis di perairan Laut Jawa karena berada diantara Pulau Jawa dan Pulau Kalimantan. Kondisi ini mendukung Pulau Bawean sebagai lokasi transit, jalur perdagangan kuno dan jalur pelayaran sejak masa lampau hingga sekarang, yang diperkuat oleh gambar Harmar (2010: G258:6/16) tentang keberadaan pelabuhan dan bangunan pemecah ombak yang dibangun pada masa kolonial sekitar tahun 1780 di depan pesanggrahan dan gambar Siberg (2015: 1620-1) tentang keberadaan Gudang Militer VOC di Pelabuhan Sangkapura pada tahun 1851.

Tulisan (Cribb dan Ford, 2009: 4), juga menyebutkan Pulau Bawean sebagai jantung di perairan Laut Jawa pada era kolonial. Beberapa peristiwa kapal tenggelam di Pulau Bawean seperti kapal Belanda *De Ruyter, Java* dan *Kortanaer* pada tanggal 27 Februari 1942 akibat torpedo yang disampaikan oleh Commodore Commanding China Force (1948: 3937); Denlay (2010: 3); Priswanto (2015: 2), serta kapal *SS Bengal* pada tanggal 2 Maret 1885, kapal *Janbi Maru, Langkoeas* dan *Leeds City* yang disampaikan oleh Hocking (1969) dan Priswanto (2016: 75), juga turut menjadi bukti keramaian jalur pelayaran di Pulau Putri tersebut. Penyebutan Pulau Bawean sebagai Pulau Putri berkaitan dengan keputusan sebagian besar laki-laki untuk pergi merantau ke Pulau Jawa, Malaysia dan Singapura yang telah berlangsung sejak awal abad XIX kemudian tinggal menetap dan melahirkan keturunan di wilayah perantauan tersebut hingga saat ini (Abdullah, 2006: 288; dan Salazar, 2016: 26).

Aktivitas perburuan dan pencurian besi tua di perairan Pulau

Bawean telah mengakibatkan hilangnya sebagian besar bangkai kapal karam terutama bila berada pada kedalaman perairan kurang dari 30 meter termasuk bangkai kapal karam yang berada di perairan Pulau Nusa dan Gosong Gili. Hal ini dibuktikan dengan hasil penelitian Priswanto (2015); Priswanto (2016); dan Taufiq (2017), bahwa *shipwreck* atau *exposed shipwreck* di perairan Pulau Nusa dan Gosong Gili hanya tersisa kurang dari 50%.

Aktivitas perburuan dan pencurian tersebut tidak hanya berdampak pada hilangnya informasi dan data deskripsi kapal, tujuan pelayaran kapal dan muatan kapal, tetapi juga berdampak pada hubungan bilateral antara Indonesia dengan Belanda. Sebagaimana tulisan Edy (2016: 1-2), yang menyatakan bahwa Pemerintah Belanda mengajukan protes ke Pemerintah Indonesia akibat hilangnya tiga bangkai kapal Belanda, yaitu *De Ruyter, Java* dan *Kortanaer* pada saat menjelang peringatan 75 tahun peristiwa tenggelamnya kapal-kapal tersebut.

Hilangnya bangkai kapal juga berdampak secara ekologi berupa berkurangnya media hidup berbagai jenis karang dan keragaman ikan yang menghuni *shipwreck* atau *exposed shipwreck* di perairan Pulau Bawean. Beberapa penelitian seperti yang dilakukan oleh Oakley (1988), Work, Aeby, dan Maragos (2008), dan Hadi, Hartati dan Widianingsih (2011), telah membuktikan peranan kapal karam sebagai salah satu media yang mendukung kelangsungan hidup ekosistem terumbu karang melalui keberadaan berbagai jenis biota laut disekitar kapal tersebut.

Secara berkelanjutan, peranan histori dan ekologi dari kapal karam ini juga dapat memberikan

peluang sebagai lokasi penanaman terumbu karang buatan, pengembangan ekowisata bahari maupun penetapan kawasan konservasi maritim. Beberapa tulisan (Müller dan Pickell, 1999; Dillenia dan Kusuma, 2009: 426 dan Ardiwidjaja, 2017: 140), telah membuktikan bahwa Indonesia memiliki sumberdaya arkeologi bawah air yang telah dimanfaatkan menjadi lokasi penyelaman terkenal antara lain: *Liberty Wreck*, *Manado Wreck* dan *Karimunjawa Wreck*. Selain itu, (Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan, 2018) juga telah menetapkan Kawasan Konservasi Maritim *HMAS Perth* di Perairan Provinsi Banten sebagai upaya perlindungan, pelestarian dan pemanfaatan potensi situs kerangka kapal HMAS yang tenggelam dalam peristiwa *The Battle of Sunda Strait* pada Februari 1942.

Berkaitan dengan uraian tersebut, maka diperlukan adanya kajian tentang peranan ekologis *shipwreck* atau *exposed shipwreck* sebagai media hidup karang di Pulau Bawean. Kajian ini sebagai langkah awal yang bertujuan untuk mengetahui bagian *shipwreck* atau *exposed shipwreck* yang masih tersisa di perairan Pulau Nusa dan Gosong Gili serta berbagai jenis karang dan ikan yang hidup di bagian *shipwreck* atau *exposed shipwreck* tersebut, sehingga dapat menjadi rekomendasi bagi upaya pelestarian *shipwreck* atau *exposed shipwreck* maupun keanekaragaman berbagai jenis karang melalui penetapan lokasi penanaman terumbu karang buatan dan apabila memungkinkan ditetapkan menjadi kawasan konservasi

maritim. Kajian ini juga dapat membuktikan bahwa *shipwreck* atau *exposed shipwreck* tidak hanya memiliki nilai historis dan nilai ekonomis, tetapi juga nilai ekologis terutama bagi kelangsungan ekosistem terumbu karang di Pulau Bawean yang selanjutnya dapat memberikan peluang bagi pengembangan ekowisata bahari.

METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

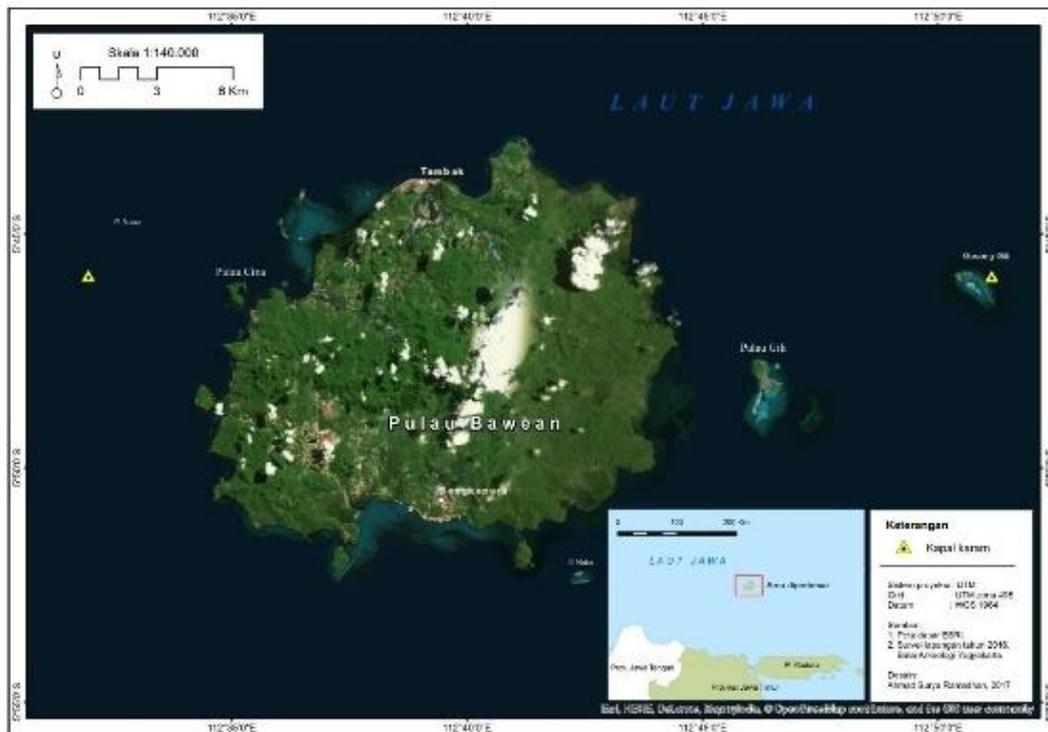
Penelitian ini dilakukan pada tanggal 4-11 Mei 2017 di Pulau Nusa dan Gosong Gili, Pulau Bawean, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur. Kegiatan ini merupakan rangkaian penelitian Identifikasi Potensi Arkeologi Maritim di Pulau Bawean: Bentuk dan Karakternya yang dilakukan oleh Balai Arkeologi Daerah Istimewa Yogyakarta pada tahun 2017.

Pulau Nusa berada di Desa Dedawang dan Gosong Gili berada di Desa Sidogedongbatu, sebelah tenggara Pulau Bawean (**Gambar 1**). Berdasarkan catatan *Dictionary of Disaster at The Sea during Age of The Steam* oleh (Hocking, 1969) dan hasil penelitian (Priswanto, 2016), diduga *exposed shipwreck* di Gosong Gili adalah *SS Bengal* yang tenggelam pada Maret 1885, sedangkan *shipwreck* di Pulau Nusa masih dalam proses identifikasi. Perbedaan istilah *shipwreck* dan *exposed shipwreck* terletak pada lokasi penemuan *wreck* tersebut, dimana *exposed*

shipwreck adalah *wreck* yang masih nampak di permukaan baik pada saat pasang maupun surut, sedangkan *shipwreck* adalah *wreck* yang tenggelam di kedalaman perairan tertentu.

Hasil penelitian (Priswanto, 2016: 57), menyatakan materi *shipwreck* di Pulau Nusa yang masih tersisa meliputi blok mesin bagian bawah dengan poros engkol (*crankshaft* atau *Kruk As*) dan roda penggerak mesin (*fly wheel*), sebuah baling-baling

mengungkapkan materi *exposed shipwreck* di Gosong Gili meliputi *boiler* 3 buah, roda penggerak mesin, gading-gading kapal dan tiang berbentuk silinder yang ditemukan di kedalaman 2-5 meter dengan dimensi kapal berukuran panjang ± 80 meter dan lebar 13 meter. Selanjutnya hasil penelitian (Priswanto, 2016: 51), juga mengungkapkan bahwa materi di *exposed shipwreck* tersebut berupa fragmen besi, paku logam, fragmen keramik



Gambar 1. Lokasi Penelitian

(Sumber: Hasil Analisis Ahmad Surya Ramadhan (2017))

(*blade propeller*), as gardan baling-baling, gading-gading kapal, pipa-pipa, 2 buah *boiler*, dan beberapa bagian kapal yang belum teridentifikasi, dimana seluruh materi tersebut ditemukan pada kedalaman 7 meter. Begitu pula dengan hasil penelitian (Priswanto, 2015: 41), yang

asing bagian tepian, fragmen kayu dengan dugaan kapal tersebut merupakan jenis kapal uap.

Temuan seluruh materi *shipwreck* di Pulau Nusa dan *exposed shipwreck* di Gosong Gili diduga sebagai cagar budaya dengan mengacu pada Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2010

Peranan Ekologis Shipwreck atau Exposed Shipwreck Sebagai Media Hidup Karang di Pulau Bawean dalam Upaya Perlindungan, Pengembangan dan Pemanfaatan Shipwreck atau Exposed Shipwreck

(Heny Budi Setyorini, Heri Priswanto, Ahmad Surya Ramadhan)

tentang Cagar Budaya, sehingga perlu upaya perlindungan dari ancaman kerusakan (Priswanto, 2016: 51). Secara ekologi, materi yang tersisa dari *shipwreck* di Pulau Nusa dan *exposed shipwreck* di Gosong Gili saat ini juga telah ditumbuhi berbagai jenis karang sehingga perlu dikaji lebih lanjut mengenai jenis-jenis karang dan ikan di sekitar *shipwreck* atau *exposed shipwreck* tersebut.

Sifat Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif-eksploratif yang dimaksudkan untuk memberikan gambaran seluas-luasnya tentang temuan materi *shipwreck* di Pulau Nusa dan *exposed shipwreck* di Gosong Gili serta berbagai jenis karang dan ikan disekitar *shipwreck* atau *exposed shipwreck* tersebut.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah survei bawah air dengan menggunakan GPS *Map Sounder* dan melakukan penyelaman menggunakan peralatan selam SCUBA (*self contained underwater breathing apparatus*) untuk merekam temuan materi *shipwreck* atau *exposed shipwreck* dan berbagai jenis karang dan ikan disekitar *shipwreck* atau *exposed shipwreck* tersebut. Hal ini berkaitan dengan posisi *shipwreck* di Pulau Nusa yang tenggelam pada kedalaman 5-7 meter, dimana kondisi seluruh bagian kapal berada di bawah permukaan air, sedangkan *exposed shipwreck* di Gosong Gili berada pada kedalaman 3-5 meter, dimana kondisi sepertiga bagian mesin terekspose ke permukaan air.

Pengamatan *shipwreck* atau *exposed shipwreck* tersebut dilakukan dengan pengukuran dan penggambaran detail pada seluruh bagian yang tersisa. Pengukuran kapal menggunakan teknik *datum framework* untuk *shipwreck* di Pulau Nusa dan *baseline* untuk *exposed shipwreck* di Gosong Gili. Selain itu, dilakukan pula perekaman data dengan dokumentasi foto dan video untuk memudahkan saat proses analisis dan interpretasi. Pengamatan dan perekaman data berbagai jenis karang dan ikan disekitar *shipwreck* atau *exposed shipwreck* dilakukan bersamaan pada saat pengamatan kedua *shipwreck* atau *exposed shipwreck* tersebut.

Metode Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan mengidentifikasi bagian *shipwreck* atau *exposed shipwreck* yang tersisa, berbagai jenis karang dan ikan disekitar *shipwreck* atau *exposed shipwreck* yang dilengkapi dengan studi literatur. Identifikasi bagian *shipwreck* atau *exposed shipwreck* yang tersisa juga dilengkapi dengan hasil penelitian Priswanto (2015); Priswanto (2016) dan Taufiq (2017). Selanjutnya, identifikasi berbagai jenis karang mengacu pada deskripsi jenis-jenis karang di Indonesia menurut Suharsono (2008), sedangkan untuk jenis ikan yang berada disekitar *shipwreck* atau *exposed shipwreck* mengacu pada identifikasi ikan karang di perairan tropis Pasifik menurut Allen, Steene, Humann, & DeLoach (2005).

HASIL PENELITIAN

Kondisi *Shipwreck* dan Jenis Karang di Pulau Nusa

Shipwreck di Pulau Nusa berada di kedalaman 5-7 meter pada

saat pengamatan bersandar diantara gosong karang. Berdasarkan hasil observasi dan hasil penelitian Priswanto (2016: 53) dan Taufiq (2017: 62), *shipwreck* tersebut berjenis kapal uap dengan sebaran komponen dan fragmen seluas 95 x 26 meter dengan orientasi haluan kapal menghadap ke arah selatan. Kondisi *shipwreck* hanya bersisa 30% berupa fragmen tiang kapal, fragmen mesin kapal, komponen *boiler* kapal, fragmen baling-baling (*propeller*), fragmen gading-gading dan temuan bata di area haluan (**Gambar 2-7**). Hasil penelitian Priswanto (2016), juga menyampaikan bahwa sebenarnya *shipwreck* di Pulau Nusa telah terpetakan dalam *Ducth Colonial Maps* tahun 1911 di Leiden University akan tetapi belum dapat teridentifikasi akibat observasi bawah

laut baru dilakukan pada tahapan penelitian tahun 2016.

Hasil observasi juga menunjukkan bahwa sebagian besar fragmen dan komponen *shipwreck* telah ditumbuhi oleh berbagai jenis karang *massive* maupun *branching* yang didukung dengan material sedimen dasar perairan berupa pasir, *gravel* dan pecahan karang yang berfungsi sebagai media hidup karang. Selain itu, keberhasilan berbagai jenis karang juga didukung pula dengan tingkat kejernihan perairan yang mencapai lebih dari 7 meter.



Gambar 2. Fragmen Tiang Kapal
(Sumber: Balai Arkeologi Yogyakarta, 2017)



Gambar 3. Fragmen Mesin Kapal
(Sumber: Balai Arkeologi Yogyakarta, 2017)



Gambar 4. Komponen Boiler Kapal
(Sumber: Balai Arkeologi Yogyakarta, 2017)



Gambar 5. Fragmen baling-baling (*Propeller*)
(Sumber: Balai Arkeologi Yogyakarta, 2017)

Peranan Ekologis Shipwreck atau Exposed Shipwreck Sebagai Media Hidup Karang di Pulau Bawean dalam Upaya Perlindungan, Pengembangan dan Pemanfaatan Shipwreck atau Exposed Shipwreck

(Heny Budi Setyorini, Heri Priswanto, Ahmad Surya Ramadhan)



Gambar 6. Fragmen Gading-Gading
(Sumber: Balai Arkeologi Yogyakarta, 2017)



Gambar 7. Temuan Bata di Area Haluan
(Sumber: Balai Arkeologi Yogyakarta, 2017)



Gambar 8. Bentuk Dasar Pulau Nusa
(Sumber: Balai Arkeologi Yogyakarta, 2017)



Gambar 9. Jenis Karang *Porites sp.*, *Acropora gemmifera* dan *Acropora humilis*
(Sumber: Balai Arkeologi Yogyakarta, 2017)



Gambar 10. Jenis Karang *Acropora humilis*
(Sumber: Balai Arkeologi Yogyakarta, 2017)



Gambar 11. Jenis Karang *Acropora caroliniana*
(Sumber: Balai Arkeologi Yogyakarta, 2017)



Gambar 12. Jenis Karang *Acropora loripes*
(Sumber: Balai Arkeologi Yogyakarta, 2017)



Gambar 13. Jenis Karang *Acropora pulchra*, *Acropora granulosa* dan *Acropora gemmifera*
(Sumber: Balai Arkeologi Yogyakarta, 2017)

Beberapa jenis karang yang terdapat di fragmen dan komponen *shipwreck* Pulau Nusa terdiri dari famili *Poritidae* dan *Acroporidae* seperti *Porites sp.*, *Acropora gemmifera*, *Acropora humilis*, *Acropora caroliniana*, *Acropora loripes*, *Acropora pulchra*, *Acropora granulosa*, *Acropora formosa*, *Acropora sarmentosa*, *Acropora millepora* dan *Acropora palifera* yang tercantum pada **Gambar 9-17.**



Gambar 14. Jenis Karang *Acropora formosa* (Sumber: Balai Arkeologi Yogyakarta, 2017)



Gambar 15. Jenis Karang *Acropora sarmentosa* (Sumber: Balai Arkeologi Yogyakarta, 2017)



Gambar 16. Jenis Karang *Acropora millepora* (Sumber: Balai Arkeologi Yogyakarta, 2017)



Gambar 17. Jenis Karang *Acropora palifera* (Sumber: Balai Arkeologi Yogyakarta, 2017)

Beberapa jenis ikan yang berada di sekitar *shipwreck* saat observasi berlangsung antara lain: ikan hias seperti ikan kepe-kepe layar kuning (*Zanclus cornutus*), ikan sersan mayor (*Abudefduf vaigiensis*), ikan gobi (*Elacatinus evelynae*), *Damselfishes* (*Pomacentrus moluccensis*), *Parrotfishes*, *Surgeonfishes*, ikan karang konsumsi seperti ikan kerapu (*Epinephelus fusco-*

Kondisi *Exposed Shipwreck* dan Jenis Karang di Gosong Gili

Exposed shipwreck di Gosong Gili berada di kedalaman 3-5 meter dibagian *reef flat* dengan kondisi juga bersandar diantara gosong karang. Berdasarkan hasil observasi dan hasil penelitian Priswanto (2016) dan Taufiq (2017), *exposed shipwreck* tersebut juga berjenis kapal uap yang telah

terpetakan dalam *Ducth Colonial Maps* tahun 1911 di Leiden University. Pendugaan *exposed shipwreck* di Gosong Gili sebagai SS *Bengal* mengacu pada karakter roda penggerak mesin uap dan beberapa boiler yang ditemukan (Priswanto, 2016: 75). Kapal SS *Bengal* memiliki dimensi ukuran 94,49 x 11,95 x 7,74 meter dengan kapasitas 2103 GT dan tenggelam pada saat perjalanan

dari Saigon, Vietnam menuju ke Jawa, Indonesia dengan muatan berupa penumpang dan beras (Hocking, 1969: 79 dan Priswanto, 2016: 75). Kondisi *exposed shipwreck* di Gosong Gili cenderung lebih memprihatikan dikarenakan hanya tersisa 20% berupa fragmen *boiler*, komponen mesin dan fragmen gading-gading kapal. (**Gambar 18-20**).



Gambar 18. Fragmen Boiler SS *Bengal*
(Sumber: Guslan-Jawa Pos, 2017)



Gambar 19. Komponen Mesin SS *Bengal*
(Sumber: Guslan-Jawa Pos, 2017)



Gambar 20. Fragmen Gading-Gading SS *Bengal*
(Sumber: Guslan-Jawa Pos, 2017)



Gambar 21. Bentuk Dasar Perairan Gosong Gili
(Sumber: Guslan-Jawa Pos, 2017)



Gambar 22. Jenis Karang *Acropora hyacinthus*, *Acropora humilis*, *Hydnophora microconos* dan *Goniopora tenuidens*
(Sumber: Guslan-Jawa Pos, 2017)



Gambar 23. Jenis Karang *Porites lutea*, *Acropora humilis* dan *Acropora hyacinthus*
(Sumber: Guslan-Jawa Pos, 2017)



Gambar 24. Jenis Karang *Platygyra sinensis*, *Porites lutea*, *Acropora palifera* dan *Acropora hyacinthus*
(Sumber: Guslan-Jawa Pos, 2017)



Gambar 25. Jenis Karang *Platygyra sinensis* dan *Acropora gemmifera*
(Sumber: Guslan-Jawa Pos, 2017)



Gambar 26. Jenis Karang *Acropora tenuis* dan *Acropora palifera*
(Sumber: Guslan-Jawa Pos, 2017)



Gambar 27. Jenis Karang *Acropora intermedia*, *Acropora samoensis* dan *Acropora hyacinthus*
(Sumber: Guslan-Jawa Pos, 2017)



Gambar 28. Jenis Karang *Acropora palifera* dan *Acropora aspera*
(Sumber: Guslan-Jawa Pos, 2017)



Gambar 29. Jenis Karang *Acropora palifera* dan *Acropora gemmifera*
(Sumber: Guslan-Jawa Pos, 2017)



Gambar 30. Jenis Karang *Acropora tenuis*, *Acropora palifera* dan *Acropora hyacinthus*
(Sumber: Guslan-Jawa Pos, 2017)

Exposed shipwreck di Gosong Gili juga telah ditumbuhi oleh berbagai jenis karang. Pertumbuhan karang juga didukung dengan material sedimen dasar perairan berupa pasir dan memiliki tingkat kejernihan mencapai lebih dari 5 meter. Topografi perairan Gosong Gili cenderung lebih terbuka tanpa adanya penghalang atau pelindung seperti keberadaan pulau atau gosong pasir, sehingga kondisi hidrooseanografi bersifat lebih dinamis. Lokasi tersebut juga dihindari oleh nelayan sekitar karena memiliki mitos dapat menyesatkan navigasi kapal dan mengkandaskan kapal (Priswanto, 2015: 15).

Jenis karang yang tumbuh disekitar *exposed shipwreck* Gosong

Gili cenderung lebih banyak bila dibandingkan dengan Pulau Nusa, antara lain: *Acropora hyacinthus*, *Acropora humilis*, *Hydnophora microconos*, *Goniopora tenuidens*, *Porites lutea*, *Platygyra sinensis*, *Acropora palifera*, *Acropora gemmifera*, *Acropora tenuis*, *Acropora intermedia*, *Acropora samoensis* dan *Acropora aspera* (**Gambar 21-30**). Pada saat observasi, jenis ikan yang ditemui disekitar *exposed shipwreck* Gosong Gili cenderung lebih sedikit dibanding dengan Pulau Nusa, antara lain: *Longfin Damselfish*, ikan sersan mayor (*Abudefduf vaigiensis*), ikan gobi (*Elacatinus evelynae*) dan *Surgeontfishes*. Kondisi ini berkaitan dengan arus perairan Gosong Gili

yang cenderung mengalami *swing* sehingga tidak banyak ikan yang melintas di sekitar *exposed shipwreck*.

Karang disekitar *shipwreck* Pulau Nusa maupun *exposed shipwreck* Gosong Gili dapat membentuk ekosistem terumbu karang yang memungkinkan kehadiran berbagai jenis biota laut untuk tinggal atau transit. Kualitas pertumbuhan karang tersebut juga sangat dipengaruhi oleh kualitas lingkungan perairan terutama faktor hidrooseanografi dan keberadaan polutan seperti potasium.

DISKUSI DAN PEMBAHASAN

Beberapa peristiwa kapal tenggelam di perairan Pulau Bawean terutama di Pulau Nusa dan Gosong Gili tidak terlepas dari faktor kondisi hidrooseanografi yang cukup dinamis, tingkat kerapatan karang cukup tinggi dan adanya kesalahan navigasi saat kapal sedang berlayar. Hal ini dibuktikan dengan lokasi penemuan *shipwreck* maupun *exposed shipwreck* yang bersandar di gosong karang dengan kedalaman perairan berkisar 3-7 meter.

Berdasarkan konstruksi kapal yang diketahui dari temuan fragmen dan komponen yang tersisa, temuan muatan kapal berupa bata dan nilai historis yang terkandung pada kedua jenis kapal uap tersebut, maka *shipwreck* di Pulau Nusa dan *exposed shipwreck* di Gosong Gili memiliki potensi sebagai cagar budaya sehingga diperlukan upaya perlindungan dan pelestarian terlebih bila melihat bagian-bagian *shipwreck* atau *exposed shipwreck* yang masih tersisa di kedua lokasi. Hal ini sesuai dengan kriteria cagar budaya yang terdapat pada Pasal 5 Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2010 tentang Cagar Budaya, antara lain:

berusia 50 tahun atau lebih, mewakili masa gaya paling singkat berusia 50 (lima puluh) tahun; memiliki arti khusus bagi sejarah, ilmu pengetahuan, pendidikan, agama, dan/atau kebudayaan; dan memiliki nilai budaya bagi penguatan kepribadian bangsa.

Kondisi *shipwreck* di Pulau Nusa dan *exposed shipwreck* di Gosong Gili yang memprihatikan disebabkan adanya aktivitas perburuan dan pencurian besi tua dalam kurun waktu cukup lama yang dilatarbelakangi oleh nilai jual besi tua cukup tinggi baik dipasar domestik maupun internasional. Hal ini menunjukkan masih rendahnya tingkat kesadaran dan kepedulian masyarakat terhadap *shipwreck* atau *exposed shipwreck* yang memiliki nilai historis sebagai cagar budaya dan nilai ekologis sebagai media tumbuhnya berbagai jenis karang, sehingga diperlukan upaya perlindungan, pengembangan dan pemanfaatan *shipwreck* atau *exposed shipwreck* yang melibatkan seluruh pihak terkait untuk melestarikan dan meningkatkan nilai fungsi *shipwreck* atau *exposed shipwreck*.

Upaya tersebut dapat direalisasikan dengan pengembangan *shipwreck* atau *exposed shipwreck* menjadi museum bawah air secara *in situ* sebagai sarana edukasi bagi masyarakat untuk mempelajari nilai historis dan budaya masa lampau yang terkandung dalam *shipwreck* atau *exposed shipwreck*. Penetapan *shipwreck* atau *exposed shipwreck* menjadi museum bawah air secara *in situ* didasarkan pada *Convention on the Protection of the Underwater Cultural Heritage* oleh (UNESCO, 2001b: 11), yang mendefinisikan warisan budaya bawah air sebagai keseluruhan jejak eksistensi manusia yang memiliki

nilai budaya, sejarah ataupun karakter arkeologi dimana baik sebagian atau keseluruhan bagian tersebut berada di bawah air yang secara berkala atau terus menerus telah berusia minimal 100 tahun. Selain itu, penetapan tersebut juga didasarkan pada nilai historis yang terkandung dalam *shipwreck* di Pulau Nusa dan *exposed shipwreck* di Gosong Gili antara lain: konstruksi kapal, muatan kapal dan tujuan pelayaran kapal sebagaimana yang telah disampaikan oleh Hocking (1969); Priswanto (2015); Priswanto (2016) dan Taufiq (2017). Beberapa contoh penetapan *shipwreck* atau *exposed shipwreck* menjadi museum bawah air secara *in situ* dan lokasi penyelaman antara lain: *Yongala shipwreck* yang telah ditetapkan menjadi lokasi penyelaman nomor 1 diseluruh dunia pada tahun 2006 oleh website www.scubatravel.com, sedangkan *Thistlegorm wreck* di Laut Merah dan *Liberty wreck* di Bali yang ditetapkan menjadi lokasi penyelaman nomor 9 (UNESCO, 2001a: 20) dan Kawasan Konservasi Maritim *HMAS Perth* di Perairan Provinsi Banten (Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan, 2018).

Shipwreck atau *exposed shipwreck* juga dapat dikembangkan menjadi lokasi penanaman terumbu karang buatan yang sekaligus menjadi upaya rehabilitasi ekosistem terumbu karang di Pulau Bawean. Berdasarkan observasi di lapangan, kerusakan ekosistem terumbu karang di Pulau Bawean disebabkan oleh teknik penangkapan ikan menggunakan potasium yang dibuktikan dengan bentuk dan warna pecahan karang yang cenderung berwarna gelap dan keputihan dibagian ujung karang. Kondisi tersebut juga berdampak pada hilangnya berbagai jenis biota perairan penghuni ekosistem

terumbu karang dan lokasi *fishing ground* bagi nelayan juga semakin jauh sehingga pendapatan nelayan berkurang. Hal ini didukung dengan hasil penelitian Hoffmann (2002: 1291), bahwa kesehatan terumbu karang dipengaruhi oleh aktivitas manusia seperti industri dan penggunaan lahan, yang berkelanjutan dapat berdampak pada tingkat perekonomian masyarakat di Pulau Cook dan Fiji.

Pengembangan *shipwreck* atau *exposed shipwreck* menjadi lokasi penanaman terumbu karang buatan juga didasarkan pada peranan ekologis *shipwreck* atau *exposed shipwreck* sebagai media hidup karang dan keanekaragaman karang yang hidup disekitar *shipwreck* di Pulau Nusa maupun *exposed shipwreck* di Gosong Gili. Pertumbuhan karang disekitar *shipwreck* atau *exposed shipwreck* umumnya diawali dengan proses korosi pada seluruh bagian kapal yang berbahan besi kemudian diikuti dengan tumbuhnya lumut yang menyelimuti besi tersebut hingga adanya karang yang menempel pada salah satu sisi besi dan membentuk terumbu karang. Sebagaimana hasil penelitian (MacLeod, Selman, dan Selman, 2017: 111), bahwa bangkai kapal besi yang tenggelam di *Chuuk Lagoon* telah mengalami korosi, dimana proses korosi menurun secara linier seiring dengan peningkatan kedalaman hingga 32 m. Selanjutnya hasil penelitian (Schroeder, dkk, 2008: 351), juga menunjukkan bahwa pada tahun 1995, populasi *surgeonfishes* jenis herbivora telah menghuni dan mendominasi *shipwreck* di *Rose Atoll* yang diakibatkan ketertarikan ikan tersebut terhadap *blooming* alga. Penelitian tersebut juga mengungkapkan bahwa pada tahun 2002-2006 jumlah dan biomassa

ikan-ikan herbivora meningkat signifikan di lokasi *shipwreck* bila dibandingkan di lokasi *reef-slope* yang lain karena bagian puing-puing baja yang berkarat telah ditutupi oleh ganggang oportunistik (rumput dan *cyanobacteria*) (Schroeder dkk., 2008: 356).

Pertumbuhan karang yang cukup baik terutama disekitar *exposed shipwreck* di Gosong Gili juga didukung oleh tingkat kejernihan perairan dan material sedimen dasar perairan. Beberapa penelitian juga telah melaporkan keterkaitan faktor lingkungan dengan kelangsungan hidup karang antara lain: Yentsch, dkk (2002), Siringoringo (2007), Alamaru, dkk (2009), Harborne, dkk (2011), Ben-Zvi, Eyal, dan Loya (2015) dan Bessell-Browne, dkk (2017).

Pembentukan terumbu karang pada *shipwreck* atau *exposed shipwreck* secara berkelanjutan dapat menjadi faktor penarik bagi organisme yang berasosiasi dengan karang untuk sekedar transit ataupun tinggal menetap dilokasi tersebut sehingga secara alami akan terbentuk ekosistem terumbu karang. Hal ini dikarenakan pada lokasi *shipwreck* atau *exposed shipwreck* tersedia suplai pakan alami dari fitoplankton dan mikroalga yang berasosiasi dengan karang sehingga dapat dijadikan sebagai tempat untuk mencari makan (*feeding ground*) ataupun tempat asuhan (*nursery ground*) bagi biota penghuni ekosistem terumbu karang seperti berbagai jenis ikan hias maupun ikan karang konsumsi (Emmanuel dan Onyema, 2007; Chaves, Pereira, dan Feitosa, 2013). Selain itu, *shipwreck* atau *exposed shipwreck* juga seringkali menjadi tempat transit bagi organisme peruyaya seperti ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) yang

muncul di sekitar *shipwreck* Pulau Nusa.

Beberapa penelitian juga telah melaporkan keberadaan organisme asosiasi ekosistem terumbu karang di sekitar *shipwreck* atau *exposed shipwreck*. Hasil penelitian dari Oakley (1988: 77), menunjukkan adanya populasi karang hitam *Antipathes pennacea* (Pallas) disekitar *shipwreck* yang telah tenggelam selama 37 tahun di Perairan Jamaika. Selanjutnya hasil penelitian Work, Aeby, dan Maragos (2008: 1), juga menunjukkan bahwa terdapat pergeseran fasa dari karang ke *corallimorpharian Rhodactis howesii* yang berasosiasi dengan *long line vessel wreck* yang tenggelam pada tahun 1991 di bagian *atol Palmyra* (bagian tengah) Samudra Pasifik. Begitu pula dengan hasil penelitian Hadi, Hartati dan Widianingsih (2011: 239), yang dilakukan pada tahun 2005 juga telah menunjukkan keberadaan *Echinodermata* sebanyak 12 spesies dari 4 kelas, yaitu *Asteroidea*, *Crinoidea*, *Echinoidea* dan *Holothuroidea*, sedangkan pada tahun 2006 hasil penelitian menunjukkan 13 spesies dari 4 kelas, yaitu *Asteroidea*, *Crinoidea*, *Echinoidea* dan *Holothuroidea* yang terdapat disekitar bangkai kapal *Indonoor* yang tenggelam di bagian tubir Pulau Kemujan, Kepulauan Karimunjawa pada tahun 1960.

Kondisi inilah yang mendasari pengembangan *shipwreck* atau *exposed shipwreck* menjadi lokasi pengembangan ekowisata bahari, selain wisatawan dapat mempelajari tentang nilai historis *shipwreck* atau *exposed shipwreck* juga dapat berinteraksi secara langsung dengan ekosistem terumbu karang. Pengembangan ekowisata bahari juga dapat berintegrasi dengan lokasi yang lain di Pulau Bawean seperti Gili Noko

untuk menarik kedatangan wisatawan. Berdasarkan penjelasan di atas, maka sudah sepatutnya *shipwreck* di Pulau Nusa dan *exposed shipwreck* di Gosong Gili mendapat upaya perlindungan untuk melestarikan nilai historis, ekologis dan ekonomis yang terkandung di dalamnya dengan meningkatkan peran serta seluruh pihak terkait baik dari instansi pemerintah hingga masyarakat setempat.

KESIMPULAN

Kondisi *shipwreck* di Pulau Nusa hanya bersisa 30% berupa fragmen tiang kapal, fragmen mesin kapal, komponen boiler kapal, fragmen baling-baling (*propeller*), fragmen gading-gading dan temuan bata di area haluan, sedangkan *exposed shipwreck* di Gosong Gili hanya bersisa 20% berupa fragmen boiler, komponen mesin dan fragmen gading-gading kapal yang berpotensi sebagai cagar budaya menurut Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2010 tentang Cagar Budaya. Beberapa jenis karang yang terdapat di Pulau Nusa terdiri dari famili *Poritidae* dan *Acroporidae* dan ditemukan berbagai jenis ikan hias karang dan ikan konsumsi, sedangkan jenis karang yang terdapat di perairan Gosong Gili terdiri dari famili *Merulinidae*, *Poritidae* dan *Acroporidae* dan ditemukan berbagai jenis ikan hias karang yang lebih sedikit dibanding Pulau Nusa.

SARAN/REKOMENDASI

Shipwreck di Pulau Nusa dan *exposed shipwreck* Gosong Gili memiliki potensi sebagai cagar budaya dan peranan ekologis sebagai media hidup karang dan rumah ikan karang, sehingga

diperlukan upaya perlindungan, pengembangan dan pemanfaatan melalui penetapan *shipwreck* atau *exposed shipwreck* menjadi museum bawah air secara *in situ* dengan meningkatkan peran serta seluruh pihak terkait baik dari instansi pemerintah hingga masyarakat setempat. Sebagai upaya pengembangan dan pemanfaatan *shipwreck* atau *exposed shipwreck* menjadi lokasi penanaman terumbu karang buatan dan ekowisata bahari, maka diperlukan kajian tentang struktur komunitas karang yang berada disekitar *shipwreck* atau *exposed shipwreck* sebagai pertimbangan upaya rehabilitasi ekosistem terumbu karang, kajian tentang hidro-oseanografi perairan Pulau Bawean terutama Gosong Gili untuk mempertimbangkan keamanan penyelaman serta kajian tentang potensi dan strategi pengembangan ekowisata bahari Pulau Bawean secara keseluruhan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Balai Arkeologi Daerah Istimewa Yogyakarta atas kesempatan yang diberikan untuk mengikuti rangkaian penelitian di Pulau Bawean. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada civitas akademika Institut Teknologi Yogyakarta yang telah memberikan ijin untuk mengikuti kegiatan tersebut. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada tim Sentra Selam Jogja yang telah membantu dalam pengambilan data kondisi *shipwreck* atau *exposed shipwreck*, jenis karang dan ikan atau biota perairan di sekitar *shipwreck* atau *exposed shipwreck*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Rokhsana Bibi Bte. 2006. "Pengalihan Bahasa Di Kalangan Masyarakat Bawean Di Singapura: Sebab Dan Akibat." Singapore. https://repository.nie.edu.sg/bitstream/10497/15651/1/PABSB-2006-285_a.pdf.
- Alamaru, Ada, Yossi Loya, Eran Brokovich, Ruth Yam, and Aldo Shemesh. 2009. "Carbon and Nitrogen Utilization in Two Species of Red Sea Corals along a Depth Gradient: Insights from Stable Isotope Analysis of Total Organic Material and Lipids." *Geochimica et Cosmochimica Acta* 73 (18):5333–42. <https://doi.org/10.1016/j.gca.2009.06.018>.
- Allen, Gerald, Roger Steene, Paul Humann, and Ned DeLoach. 2005. *Reef Fish Identification Tropical Pacific*. Florida: New World Publications.
- Ardiwidjaja, Roby. 2017. "Pelestarian Tinggalan Budaya Bawah Air: Pemanfaatan Kapal Karam Sebagai Daya Tarik Wisata Selam." *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Arkeologi* 35 (2):75–148.
- Ben-Zvi, Or, Gal Eyal, and Yossi Loya. 2015. "Light-Dependent Fluorescence in the Coral *Galaxea Fascicularis*." *Hydrobiologia* 759 (1):15–26. <https://doi.org/10.1007/s10750-014-2063-6>.
- Bessell-Browne, Pia, Andrew P. Negri, Rebecca Fisher, Peta L. Clode, Alan Duckworth, and Ross Jones. 2017. "Impacts of Turbidity on Corals: The Relative Importance of Light Limitation and Suspended Sediments." *Marine Pollution Bulletin* 117 (1–2). Elsevier Ltd:161–70. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.01.050>.
- Chaves, L. T.C., P. H.C. Pereira, and J. L.L. Feitosa. 2013. "Coral Reef Fish Association with Macroalgal Beds on a Tropical Reef System in North-Eastern Brazil." *Marine and Freshwater Research* 64 (12):1101–11. <https://doi.org/10.1071/MF13054>.
- Commodore Commanding China Force. 1948. "Battle of The Java Sea, 27th February, 1942." *H.M. Stationery Office*, July 1948.
- Cribb, Robert, and Michele Ford. 2009. *Indonesia Beyond the Water's Edge Managing an Archipelagic State*. Singapore: Institute of Southeast Asian Studies.
- Denlay, Kevin. 2010. "Summary of Expedition 'Operation Dukedom' - Explorers Club Flag #52." Malacca Strait.
- Dillenia, Ira, and Luh Putu Ayu Savitri Chitra Kusuma. 2009. "Sumberdaya Arkeologi Laut Untuk Pengembangan Ekowisata Bahari Di Indonesia: Tinjauan Konsep Dan Studi Kasus." In *Pertemuan Ilmiah Tahunan VI ISOI 2009*, edited by Bisman Nababan, 423–34. Bogor: Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia (ISOI).

- Edy, Catur Waskito. 2016. "Belanda Protes, Bangkai Kapal Perangnya Yang Tenggelam Di Laut Jawa Hilang 'Dikiloin' Warga," 2016. <http://jateng.tribunnews.com/2016/11/18/belanda-protas-bangkai-kapal-perangnya-yang-tenggelam-di-laut-jawa-hilang-dikiloin-warga?page=2>.
- Emmanuel, B E, and I C Onyema. 2007. "The Plankton and Fishes of a Tropical Creek in South-Western Nigeria." *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 113:105–13.
- Hadi, Abdul, and Retno Hartati. 2011. "Fauna Echinodermata Di Indonoor Wreck , Pulau Kemujan , Kepulauan Karimunjawa" 16 (4):236–42.
- Harborne, Alastair R., Peter J. Mumby, Emma V. Kennedy, and Renata Ferrari. 2011. "Biotic and Multi-Scale Abiotic Controls of Habitat Quality: Their Effect on Coral-Reef Fishes." *Marine Ecology Progress Series* 437:201–14. <https://doi.org/10.3354/meps09280>.
- Harmar, T. 2010. "Part of the Island Lubeck, Called by the Natives Babean." *Bibliothèque Nationale de France*. 2010. <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b5963377t.r=bawean.langEN>.
- Hocking, Charles. 1969. *Dictionary of Disasters at Sea During the Age of Steam: Including Sailing Ships and Ships of War Lost in Action, 1824-1962*. London: Lloyd's Register.
- Hoffmann, Tegan. 2002. "Coral Reef Health and Effects of Socio-Economic Factors in Fiji and Cook Islands." *Marine Pollution Bulletin* 44:1281–93. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(02\)00260-6](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(02)00260-6).
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan. 2018. *Keputusan Menteri Kelautan Dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 21/KepMen-KP/2018*.
- MacLeod, Ian D., Allison Selman, and Chris Selman. 2017. "Assessing the Impact of Typhoons on Historic Iron Shipwrecks in Chuuk Lagoon Through Changes in the Corrosion Microenvironment." *Conservation and Management of Archaeological Sites* 19 (4):269–87.
- Müller, Kal, and David Pickell. 1999. *Diving Indonesia: A Guide to World's Greatest Diving Diving Indonesia: A Guide to the World's Greatest Diving (Periplus Action Guides)*. Hong Kong: Periplus Editions.
- Oakley, S. G. 1988. "Settlement and Growth of Antipathes Pennacea on a Shipwreck." *Coral Reefs* 7 (2):77–79. <https://doi.org/10.1007/BF00301644>.
- Priswanto, Hery. 2015. "Bentuk Dan Karakter Tinggalan Arkeologi Maritim Di Pulau Bawean: Identifikasi Potensi (Tahap I)." Daerah Istimewa Yogyakarta.
- . 2016. "Bentuk Dan Karakter Tinggalan Arkeologi Maritim Di Pulau Bawean: Identifikasi Potensi (Tahap II)." Daerah Istimewa Yogyakarta.

- Salazar, Noel B. 2016. "The (Im) Mobility of Merantau as a Sociocultural Practice in Indonesia." https://lirias.kuleuven.be/bitstream/123456789/559306/1/Gregoric_01_Salazar.pdf.
- Schroeder, Robert E, Alison L Green, Edward E DeMartini, and Jean C Kenyon. 2008. "Long-Term Effects of a Ship-Grounding on Coral Reef Fish Assemblages at Rose Atoll, American Samoa." *Bulletin of Marine Science* 82 (3):345–64.
- Siberg, J.A. 2015. "Een Pasangrahan in de Dessa Kepoh Op Het Eiland Bawean." 2015. <http://collectie.tropenmuseum.nl/Default.aspx>.
- Siringoringo, Rikoh Manogar. 2007. "Pemutihan Karang Dan Beberapa Penyakit Karang." *Oseana* XXXII (4):29–37.
- Suharsono. 2008. *Jenis-Jenis Karang Di Indonesia*. Jakarta: LIPI Press.
- Taufiq, Muhammad. 2017. "Tinggalan Kapal Uap Di Perairan Pulau Bawean: Bentuk, Fungsi Dan Peranannya Dalam Aktivitas Pelayaran Di Masa Lalu." Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- UNESCO. 2001a. "The Benefit of the Protection of Underwater Cultural Heritage for Sustainable Growth, Tourism and Urban Development." France.
- . 2001b. "The UNESCO Convention on the the Protection of the Underwater Cultural Heritage." France.
- Work, Thierry M., Greta S. Aeby, and James E. Maragos. 2008. "Phase Shift from a Coral to a Corallimorph-Dominated Reef Associated with a Shipwreck on Palmyra Atoll." *PLoS ONE* 3 (8):1–5. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0002989>.
- Yentsch, C. S., C. M. Yentsch, J. J. Cullen, B. Lapointe, D. A. Phinney, and S. W. Yentsch. 2002. "Sunlight and Water Transparency: Cornerstones in Coral Research." *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 268 (2):171–83. [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(01\)00379-3](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(01)00379-3).

