



## RESPON IKAN KARANG PADA AREA APARTEMEN IKAN DI PERAIRAN TOBOLOLO DAN GAMALAMA KOTA TERNATE

Aditiyawan Ahmad<sup>a1</sup>

<sup>a</sup>Staf Pengajar Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Khairun Ternate, Maluku Utara

### **ABSTRACT**

Fish apartment is a management actions to maintain the presence of coral fish that serves as a new habitat well as shelter and spawning. The number of fish apartment at each location is 20 units. The present study aimed at assessment the response of coral fish to the fish apartment based on the species and number of individuals coral fish. Total species found in the area of fish apartment as much as 7 families and 9 species with a total of 241 individual coral fish in the Tobololo, while 12 families and 23 species with a total of 567 individual. Moreover, the juvenile of coral fish is not identified with a size of 2-3 cm, the number of individuals in Tobololo 154 and 275 in Gamalama. The response of coral fish positively to the fish apartment evidenced by an increase in abundance and the percentage of the number and types of coral fish. So that management action with fish apartment approach provides a positive impact on the presence of coral fish as a new habitat and supports the corals juvenile.

©2017 The Authors.

Peer-review under responsibility of the editor-in chief COJ-CCMRS IPB.

*Keywords:* coral fish, responsibility, fish apartment, Tobololo, Gamalama

*Article history:* Received 14 Juli 2017; Received in revised from 9 Juni 2017; Accepted 14 Juni 2017

### **1. Pendahuluan**

Fungsi utama dari apartemen ikan atau rumah ikan buatan adalah tempat berkumpulnya organisme terutama ikan sehingga dapat menambah efisiensi penangkapan, meningkatkan produktivitas alam dengan menyediakan habitat baru untuk penempelan organisme yang berkontribusi pada rantai makanan, menyediakan habitat baru spesies target, melindungi organisme kecil atau juvenil dan sebagai tempat pembesaran (nursery ground), pelindung pantai dari gelombang serta sebagai tempat berlindung organisme dari arus yang kuat dan pemangsaan, meningkatkan kompleksitas habitat dasar sehingga berfungsi seperti komponen lingkungan fisik terumbu (Pickering et al, 1998; Jensen, 2002; McLean et al, 2014; Rendle dan Rodwell, 2014; Wu et al, 2015).

Secara fisik, penggunaan apartemen ikan berfungsi untuk pemulihan habitat dan mitigasi degradasi habitat secara alami (Jelks et al, 2008; Munday, 2004; Powels et al, 2000; Bassett 1994; Palmer et al, 2005). Selain itu, apartemen ikan juga merupakan salah satu aksi respon strategi dalam pengelolaan perikanan untuk meningkatkan keberadaan stok ikan karang secara alami yang sebagai target tangkapan dalam proses perikanan karang (Fitzsimons, 1996; Gannon, 1990; NOAA, 2007; Kelch, 2012; Hughes et al, 2014; Jähnig et al, 2011; Whiteway et al, 2010).

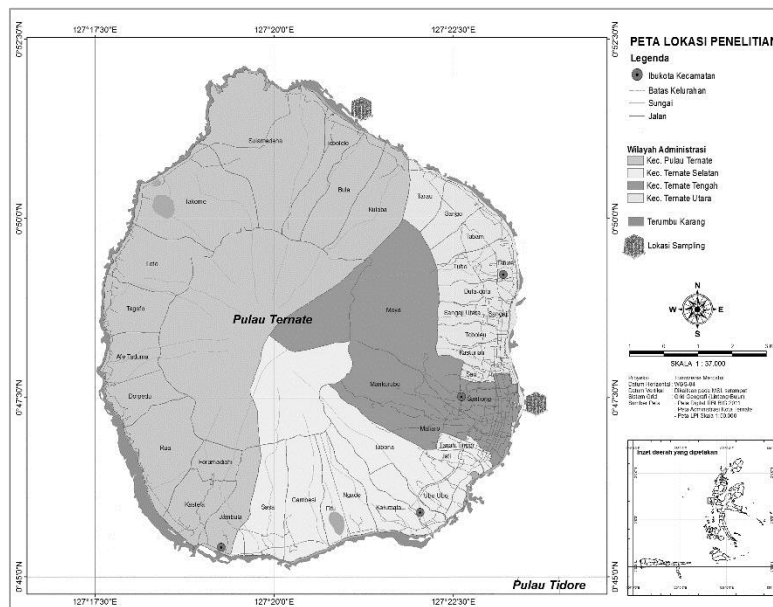
Berdasarkan fungsinya, apartemen ikan telah terbukti sebagai habitat buatan dalam menarik untuk berkumpulnya ikan dan meningkatkan hasil tangkapan masyarakat nelayan (Kuhl, 1992; Bombace et al, 1994; Pickering dan Whitmarsh, 1997; Brickhill et al, 2005; Creque et al, 2006; Dumont et al, 2011; Kelch, 2012). Akan tetapi kemampuan apartemen ikan untuk meningkatkan kelimpahan ikan karang tidak terdokumentasi dengan baik, hal ini disebabkan setelah kegiatan peletakan apartemen ikan dilakukan tidak lagi dilanjutkan dengan pemantauan dan penilaian keberhasilan dari apartemen ikan baik secara kontruksi maupun keberadaan ikan karang yang menempati habitat buatan ini. Kerusakan apartemen ikan dapat disebabkan oleh sedimentasi, gelombang, perubahan tingkat permukaan perairan (Rutherford et al., 2004), dan akumulasi alga (Marsden dan Chotkowski, 2001).

<sup>1</sup> Corresponding author. Tel.: +62 812-8473-3446.  
E-mail address: [aditgifa@gmail.com](mailto:aditgifa@gmail.com)

Apartemen ikan yang diletakan telah berumur 6 bulan untuk perairan Tobololo dan 18 bulan untuk perairan Gamalama dengan kedalaman perairan berkisar 15 – 25 m. Berdasarkan penelitian sebelumnya diperoleh bahwa organisme awal yang memanfaatkan rumah ikan buatan adalah hewan sesil, alga, krustasea, kerang, cumi, setel karang, spesies ikan (Fabi dan Fiorentini, 1994; Relini et al., 1997; McLean et al, 2014; Rendle dan Rodwell, 2014; Wu et al, 2015). Tujuan dari penelitian ini adalah menilai respon ikan karang berdasarkan jenis dan jumlah individu ikan karang sebagai data dasar dalam penilaian efektifitas penggunaan apartemen ikan.

## 2. Bahan dan Metode

Kegiatan peletakan apartemen ikan merupakan salah satu kegiatan Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Maluku Utara pada Tahun 2015 dan 2016, kegiatan dilakukan pada perairan Tobololo dan Gamalama (Gambar 1). Pada tahun 2015 peletakan dilakukan di perairan Gamalama telah berumur 18 bulan dan tahun 2016 di perairan Tobololo telah berumur 6 bulan. Apartemen ikan yang digunakan merupakan buatan Balai Besar Penangkapan Ikan Kementerian Kelautan dan Perikanan (BBPI-KKP) Semarang, daya tahan diperkirakan bisa mencapai 30-50 tahun. Peletakan apartemen ikan sebanyak 20 modul pada tiap lokasi dengan luas  $\pm 50 \text{ m}^2$  pada areal hamparan yang berdekatan dengan areal terumbu karang.



Gambar 1. Lokasi peletakan apartemen ikan

Proses pengambilan data menggunakan penggabungan 3 metode yaitu permanent quadrat (Quadratic Permanent), Sensus Visual Ikan Karang (Coral Reef Fish Visual Census), dan Underwater Video Transect (UVT) (English et al., 1997; Clua et al., 2006; Leujak and Ormond, 2007; Kulbicki, 1998; Tessier et al., 2005; Pelletier et al., 2011; Lowry et al., 2012; Giraldes et al., 2015; Pink and Fulton, 2015). Analisis data yang digunakan adalah analisis kelimpahan spesies ikan karang dan respon ikan karang berdasarkan nilai persentase kemunculan.

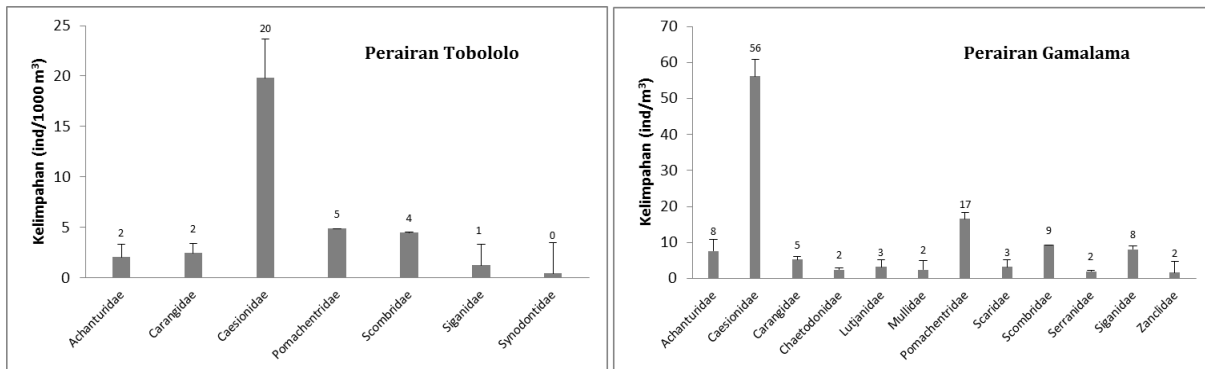
## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Komposisi dan Kelimpahan Ikan Karang

Berdasarkan hasil identifikasi menunjukkan bahwa komposisi ikan karang yang ditemukan pada areal apartemen ikan di perairan Tobololo berjumlah 7 famili dan juvenil ikan yang tidak teridentifikasi, berjumlah 9 spesies ikan karang (Tabel 1). Sedangkan pada perairan Gamalama ditemukan 12 famili dan juvenil ikan yang tidak teridentifikasi, berjumlah 23 spesies ikan karang (Tabel 2). Jumlah total individu ikan karang pada perairan Tobololo adalah 241 individu dan pada perairan Gamalama berjumlah 567 individu ikan karang.

Nilai Kelimpahan ikan karang dari hasil analisis menunjukkan bahwa juvenil ikan paling banyak ditemukan pada areal apartemen ikan di kedua perairan tersebut dengan nilai kelimpahan  $62 \text{ ind/m}^3$  dari jumlah 154 individu ikan karang pada perairan Tobololo dan  $111 \text{ ind/m}^3$  dari jumlah 275 individu ikan karang. Komposisi keberadaan juvenil ikan pada perairan Tobololo adalah 63,90% sedangkan pada perairan Gamalama 48,50%. Ukuran panjang juvenil ikan berkisar antara 2-3 cm.

Apartemen ikan pada perairan Tobololo ditemukan jumlah total individu ikan karang adalah 241 dari 9 spesies ikan karang dan juvenil ikan, sedangkan pada perairan Gamalama ditemukan 567 individu dari 23 spesies ikan karang dan juvenil ikan. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa nilai kelimpahan ikan karang tertinggi di area apartemen ikan pada kedua perairan adalah famili Caesionidae yaitu 20 ind/m<sup>3</sup> pada perairan Tobololo dan pada perairan Gamalama 56 ind/m<sup>3</sup> (Gambar 2).

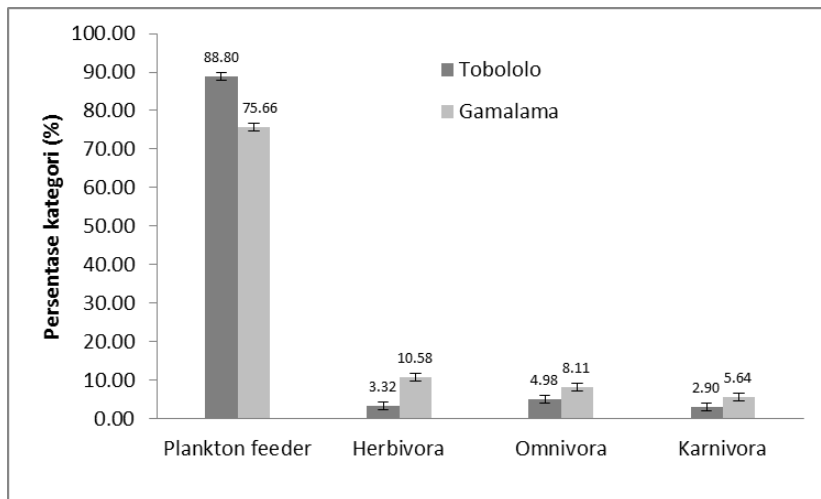


Gambar 2. Nilai kelimpahan ikan karang pada apartemen ikan

Berdasarkan komposisi dan nilai kelimpahan dapat dijelaskan bahwa terjadi penambahan jumlah ikan karang baik jenis maupun jumlah individu dan juvenil ikan, karena keberadaan apartemen ikan di perairan Tobololo baru berumur 6 bulan dan 18 bulan pada perairan Gamalama pada saat pengamatan. Dari hasil penelitian dapat dinyatakan bahwa keberadaan apartemen ikan mampu memberikan kontribusi baik sebagai tempat mencari makan, pemijahan dan pembesaran.

### 3.2. Respon Ikan Karang

Respon ikan karang terhadap apartemen ikan menunjukkan pola yang positif, hal ini dibuktikan bahwa terjadi penambahan pada persentase kategori ikan karang herbivora, omnivora, dan karnivora berdasarkan umur peletakan apartemen ikan (Gambar 3). Nilai persentase kategori ikan karang plankton feeder di dominasi oleh juvenil ikan dengan persentase 63,90% dan sisanya dari ikan karang famili Caesionidae dan Scombridae pada perairan Tobololo, sedangkan pada perairan Gamalama juvenil ikan dengan persentase 48,50% dan sisanya dari ikan karang famili Caesionidae dan Pomacentridae.



Gambar 3. Persentase kategori kemunculan ikan karang pada area apartemen ikan

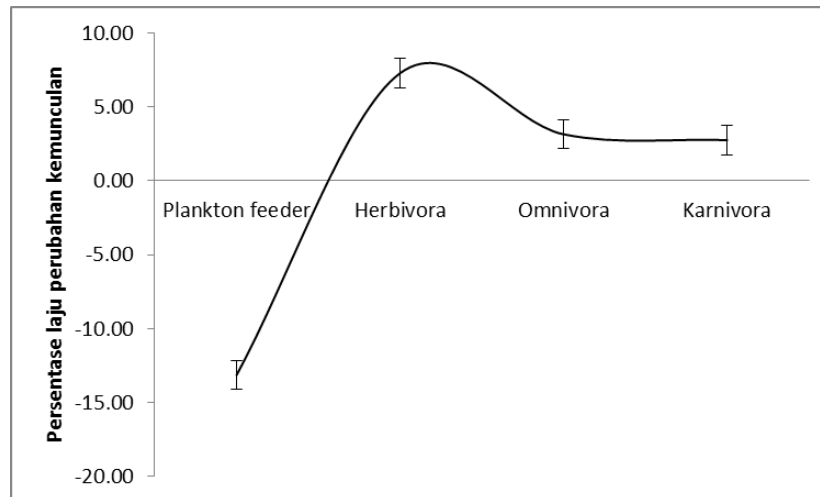
Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan dari famili Caesionidae yang banyak ditemukan hal ini disebabkan karena Caesionidae merupakan ikan plankton feeder yang mengkonsumsi plankton baik fitoplankton maupun zooplankton. Sehingga dapat dijelaskan bahwa apartemen ikan merupakan area yang baik untuk keberadaan organisme yang bersifat planktonik, yang menarik perhatian ikan dan organisme plankton feeder untuk mencari makan di area ini.

Ikan herbivora yang mendominasi di area apartemen ikan adalah famili Siganiidae dan Achanturiidae dengan mengkonsumsi fitoplankton, mikroalga, makroalga, alga filamen, dan alga bentic. Hal ini membuktikan bahwa organisme awal yang membentuk ekosistem adalah organisme produsen yaitu alga yang menempel pada apartemen ikan. Dengan keberadaan produsen (alga) sehingga ikan herbivora jadikan apartemen ikan sebagai tempat mencari makan, selain itu ada beberapa organisme invertebrata

yang mengkonsumsi alga seperti gastropoda, moluska, dan ekinodermata hidup dan menetap di area apartemen ikan. Dengan keberadaannya merasng hewan konsumen pada level yang lebih tinggi untuk datang dan berada di area ini yaitu ikan omnivora dan karnivora.

Ikan omnivora adalah ikan yang mengkonsumsi tumbuhan maupun hewan. Ikan omnivora yang ditemukan pada saat pengamatan di area apartemen ikan adalah famili Chaetodonidae dan Pomacentridae yang merupakan ikan pemakan alga, zooplankton, zoobentos, dan moluska kecil. Sedangkan ikan karnivora yang mendominasi adalah famili Serranidae, Lutjanidae, dan Mullidae, ikan karnivora yang ditemukan adalah karnivora tingkat rendah dan karnivora tingkat tinggi. Ikan karnivora tingkat rendah mengkonsumsi zooplankton, bentik invertebrata, bentik crustacea, bentik moluska, polip karang, sedangkan ikan karnivora tingkat tinggi mengkonsumsi ikan, crustacea, moluska, cacing, dan sebagainya. Dari hasil analisis persentase kemunculan menunjukkan bahwa ikan karang yang ada di area apartemen ikan secara ekologis telah membentuk suatu ekosistem baru karena telah mewakili dari level terendah sampai pada top level yaitu produsen, ikan herbivora, ikan omnivora dan ikan karnivora.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi perubahan kemunculan ikan karang pada peletakan apartemen ikan di perairan Tobololo dan Gamalama yang masing-masing berumur 6 bulan dan 18 bulan. Dari gambar 3 dan 4 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan jumlah individu dan spesies ikan karang dari ikan herbivora, omnivora, dan karnivora, sedangkan terjadi penurunan pada ikan plankton feeder. Hal ini dapat dijelaskan bahwa laju perubahan kemunculan ikan karang yang terjadi pada area apartemen ikan merupakan proses menuju kestabilan ekosistem baru. Penurunan ikan plankton feeder disebabkan oleh terjadinya peningkatan ikan karnivora karena terjadi proses rantai makanan, ikan karnivora rata-rata mengkonsumsi juvenil ikan yang bersifat plankton feeder yang mendominasi pada apartemen ikan.



Gambar 4. Persentase laju perubahan kemunculan ikan karang pada area apartemen ikan

Keberadaan apartemen ikan merespon positif terhadap kemunculan ikan karang yang awalnya dijadikan sebagai tempat mencari makan bagi ikan plankton feeder dibuktikan dengan tingginya persentase kemunculan dan diikuti oleh ikan herbivora, omnivora, dan karnivora. Selanjutnya apartemen ikan dijadikan sebagai tempat pembesaran bagi juvenil ikan, dan tempat pemijahan bagi ikan karang dewasa.

### 3.3. Pengelolaan Apartemen Ikan

Penggunaan apartemen ikan merupakan salah satu aksi dalam pengelolaan perikanan untuk mengatasi permasalahan tentang kerusakan dan degradasi sumberdaya ikan karang, sehingga tujuannya adalah rehabilitasi habitat ikan karang yang ada di perairan Pulau Ternate serta meningkatkan kelimpahan ikan karang sebagai target tangkapan perikanan artisanal. Apartemen ikan berfungsi sebagai tempat pembesaran, tempat mencari makan, tempat pemijahan, dan tempat berlindung bagi juvenil ikan dan ikan karang kategori plankton feeder, herbivora, omnivora, dan karnivora. Selain sebagai rumah ikan, apartemen ikan berfungsi sebagai media tumbuh dari karang muda, sehingga dapat memperkokoh apartemen ikan dan bertahan lama serta membentuk ekosistem yang sempurna.

Keberadaan apartemen ikan dapat memberikan nilai tambah baik secara ekologi maupun sosial ekonomi masyarakat yang dijadikan sebagai daerah penangkapan. Aksi pengelolaan ini harus didukung oleh seluruh stakeholder yang memiliki kepentingan, dengan tujuan membentuk ekosistem baru yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat. Proses pemanfaatan ini perlu dilakukan secara berkelanjutan. Dari hasil penelitian, beberapa saran pengelolaan apartemen ikan yang dapat dilakukan berdasarkan permasalahan di lapangan, diantaranya :

- 1) Melakukan pendataan tentang penentuan areal peletakan apartemen ikan sehingga dapat bertahan lama;
- 2) Melakukan penambahan modul apartemen ikan di area perairan lainnya guna mengganti fungsi terumbu karang yang telah rusak;

- 3) Melakukan monitoring setiap semester sehingga mengetahui keberhasilan apartemen ikan dari kegiatan yang telah dibuat;
- 4) Melibatkan masyarakat dengan membentuk kelompok pengelola apartemen ikan serta menyerahkan sepenuhnya kepada kelompok masyarakat dalam pengelolaan baik aktivitas pengontrolan maupun pemanfaatan; dan
- 5) Mengatur area penangkapan yang tidak langsung dilaksanakan pada area apartemen ikan, tetapi berjarak  $\pm$  300 m dengan tujuan agar memberikan peluang ikan-ikan yang belum layak konsumsi tidak tertangkap sehingga keberlangsungan sumberdaya ikan karang tetap dimanfaatkan secara berkelanjutan.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa respon ikan karang positif terhadap apartemen ikan dibuktikan dengan terjadi peningkatan kelimpahan dan persentase kemunculan jumlah dan jenis ikan karang, serta apartemen ikan efektif diterapkan sebagai habitat ikan karang dan membentuk ekosistem baru.

#### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Maluku Utara sebagai pelaksana kegiatan pembuatan apartemen ikan, Haryadi dan Adrianto Sudin sebagai Team Diving dalam penelitian, serta masyarakat nelayan Tobololo dan Gamalama yang berpartisipasi dalam menyampaikan informasi pada saat penelitian.

#### Daftar Pustaka

- Bassett, C.E., 1994. Use and evaluation of fish habitat structures in the lakes of the eastern United States. *USDA For. Serv. Bull. Mar. Sci.* 55, 1137–1148.
- Bombace, G., Fabi, G., Fiorentini, L., Speranza, S., 1994. Analysis of the efficacy of artificial reefs located in five different areas of the Adriatic Sea. *Bull. Mar. Sci.* 55 (2-3), 559-580.
- Brickhill, M.J., Lee, S.Y., Connolly, R.M., 2005. Fishes associated with artificial reefs: attributing changes to attract ion or production using novel approaches. *J. Fish Bio l.* 67, 53–71.
- Clua, E., P. Legendre, L. Vigliola, F. Magron, M. Kulbicki, S. Sarramegna, P. Labrosse, R. Galzin, 2006. Medium scale approach (MSA) for improved assessment of coral reef fish habitat. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Vol. 333, 219–230.
- Creque, S.M., Raffenberg, M.J., Brofka, W.A., Dettmers, J.M., 2006. If you build it, will they come? Fish and angler use at a freshwater artificial reef. *N. Am. J. Fish. Manag.* 26, 702–713.
- Dumont, P., Amours, J.D., Thibodeau, S., Dubuc, N., Verdon, R., Garceau, S., Bilodeau, P., Mailhot, Y., Fortin, R. 2011. Effects of the development of a newly created spawning ground in the Des Prairies River (Quebec, Canada) on the reproductive success of lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*). *J. Appl. Ichthyol.* 27, 394–404.
- English, S., C. Wilkinson, V. Baker. 1997. *Survey Manual for Tropical Marine Resources*. Ed ke 2. Townsville: AIMS. 390p.
- Fabi, G., dan Fiorentini, L., 1994. Comparison between an artificial reef and a control site in the Adriatic Sea: analysis of four years of monitoring. *Bull. Mar. Sci.* 55 (2), 538-558.
- Fitzsimons, J.D., 1996. The significance of man-made structures for lake trout spawning in the Great Lakes: are they a viable alternative to natural reefs ? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53, 142–151.
- Gannon, J., 1990. International position statement and evaluation guidelines for artificial reef development in the Great Lakes. *Great Lakes Fish. Comm. Spec. Pub.* 90-92.
- Giraldes, B.W., A.Z. Silva, F.M. Corrêa, D.M. Smyth, 2015. Artisanal fishing of spiny lobsters with gillnets-A significant anthropic impact on tropical reef ecosystem. *Global Ecology and Conservation*, Vol. 4, 572–580.
- Hughes, R.M., Dunham, S., Maas-Hebner, K.G., Yeakley, J.A., Schreck, C., Harte, M., Molina, N., Shock, C.C., Kaczynski, V.W., Schaeffer, J., 2014. A review of urban water body challenges and approaches: (1) rehabilitation and remediation. *Fisheries* 39, 18–29.
- Jähnig, S.C., Lorenz, A.W., Hering, D., Antons, C., Sundermann, A., Jedicke, E., Haase, P., 2011. River restoration success: a question of perception. *Ecol. Appl.* 21, 2007 –2015.
- Jelks, H.L., Walsh, S.J., Burkhead, N.M., Contreras-Balderas, S., Diaz-Pardo, E., Hendrickson, D.A., Lyons, J., Mandrak, N.E., McCormick, F., Nelson, J.S., Platania, S.P., Porter, B.A., Renaud, C.B., Schmitter-Soto, J.J., Taylor, E.B., Warren, M.L., 2008. Conservation status of imperiled North American fresh water and diadromous fishes. *Fisheries* 33, 372-407.
- Jensen, A., 2002. Artificial reefs of Europe: perspective and future. *ICES J. Mar. Sci.* 59, S3-S13.
- Kelch, D.O., 2012. Lake Erie's artificial reef program: build it and they will come. *Ohio Sea Grant, Fact Sheet Series FS-072*.
- Kuhl, D., 1992. 14 years of artificial grain feeding in the Rhine downstream of the barrage Iffezheim. In: Larsen, P., Eisenhauer, N. (Eds.), *Proceedings of the 5th International Symposium on River Sedimentation*. Karlsruhe, Germany, pp. 1121–1129
- Kulbicki, M., 1998. How the acquired behaviour of commercial reef fishes may influence the results obtained from visual censuses. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Vol. 222, 11–30.

- Leujak, W., R.F.G. Ormond, 2007. Comparative accuracy and efficiency of six coral community survey methods. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Vol. 351, 168–187.
- Lowry, M., H. Folpp, M. Gregson, I. Suthers, 2012. Comparison of baited remote underwater video (BRUV) and underwater visual census (UVC) for assessment of artificial reefs in estuaries. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Vol. 416-417, 243–253.
- Marsden, J.E., Chotkowski, M.A., 2001. Lake trout spawning on artificial reefs and the effect of zebra mussels: fatal attraction? *J. Great Lakes Res.* 27, 33-43.
- McLean, M., Roseman, E.F., Pritt, J.J., Kennedy, G., Bruce A. Manny, B.A. 2014. Review: Artificial reefs and reef restoration in the Laurentian Great Lakes. *Journal of Great Lakes Research*.
- Munday, P.L., 2004. Habitat loss, resource specialization, and extinction on coral reefs. *Glob. Chang. Biol.* 10, 1642–1647.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), 2007. National artificial reef plan (as amended): guidelines for siting, construction, development, and assessment of artificial reefs. United States Department of Commerce (<http://www.nmfs.noaa.gov/sfa/PartnershipsCommunications/NARPwCover3.pdf>).
- Palmer, M.A., Bernhardt, E.S., Allan, J.D., Lake, P.S., Alexander, G., Brooks, S., Carr, J., Clayton, S., Dahm, C.N., Follstad Shah, J., Galat, D.L., Loss, S.G., Goodwin, P., Hart, D.D., Hassett, B., Jenkinson, R., Kondolf, G.M., Lave, R., Meyer, J.L., O'Donnell, T.K., Pagano, L., Sudduth, E., 2005. Standards for ecologically successful river restoration. *J. Appl. Ecol.* 42, 208-217.
- Pelletier, D., K. Leleu, G.M. Tham, N. Guillemot, P. Chabanet, 2011. Comparison of visual census and high definition video transects for monitoring coral reef fish assemblages. *Fisheries Research*, Vol. 107, 84–93.
- Pickering, H., Whitmarsh, D., 1997. Artificial reefs and fisheries exploitation: a review of the “attraction versus production” debate, the influence of design and its significance for policy. *Fish. Res.* 31, 39-59.
- Pickering, H., Marsh, D.W., Jensen, A. 1998. Artificial Reefs as a Tool to Aid Rehabilitation of Coastal Ecosystems: Investigating the Potential. *Marine Pollution Bulletin* Vol. 37, Nos. 8–12, pp. 505-514.
- Pink, J.R. and C.J. Fulton, 2015. Fin spotting: efficacy of manual and video-based visual assessments of reef fish swimming behavior. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Vol. 465, 92–98.
- Powels, H., Bradford, M.J., Bradford, R.G., Doubleday, W.G., Innes, S., Levings, C. D., 2000. Assessing and protecting endangered marine species. *ICES J. Mar. Sci.* 57, 669-676.
- Relini, G. (in press) Coal ash and stabilised harbour mud tested as materials for artificial reef construction. Paper presented to the Third International Ocean Pollution Symposium, Harbor Branch Oceanographic Institution, Florida, 7–11 April 1997. *Chemistry and Ecology*.
- Rendle, E.J., dan Rodwell, L.D. 2014. Artificial surf reefs: A preliminary assessment of the potential to enhance a coastal economy. *Marine Policy*, 45, 349-358.
- Rutherford, E.S., Marshall, E., Clapp, D., Horns, W., Gorenflo, T., Trudeau, T., 2004. Lake Michigan Environmental Objectives. Available from, <http://www.glf.org/research/reports/RutherfordEOs.pdf> [accessed 9 January 2013].
- Tessier, E., P. Chabanet, M. Soria, G. Lasserre, K. Pothin, 2005. Visual censuses of tropical fish aggregations on artificial reefs: slate versus video recording techniques. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Vol. 315, 17– 30.
- Whiteway, S.L., Biron, P.M., Zimmermann, A., Venter, O., Grant, J.W., 2010. Do in-stream restoration structures enhance salmonid abundance? A meta-analysis. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 67, 831-841.
- Wu, Z., Zhang, X., Lozano-Montes, M.H., Loneragan, N.R. 2015. Trophic flows, kelp culture and fisheries in the marine ecosystem of an artificial reef zone in the Yellow Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 16.