

PROCEEDING OF INTERNATIONAL AND NATIONAL CONFERENCE ON MARINE SCIENCE AND FISHERIES

CLIMATE CHANGE, MARINE LIFE, AND LIVELIHOODS IN THE CENTER OF CORAL TRIANGLE

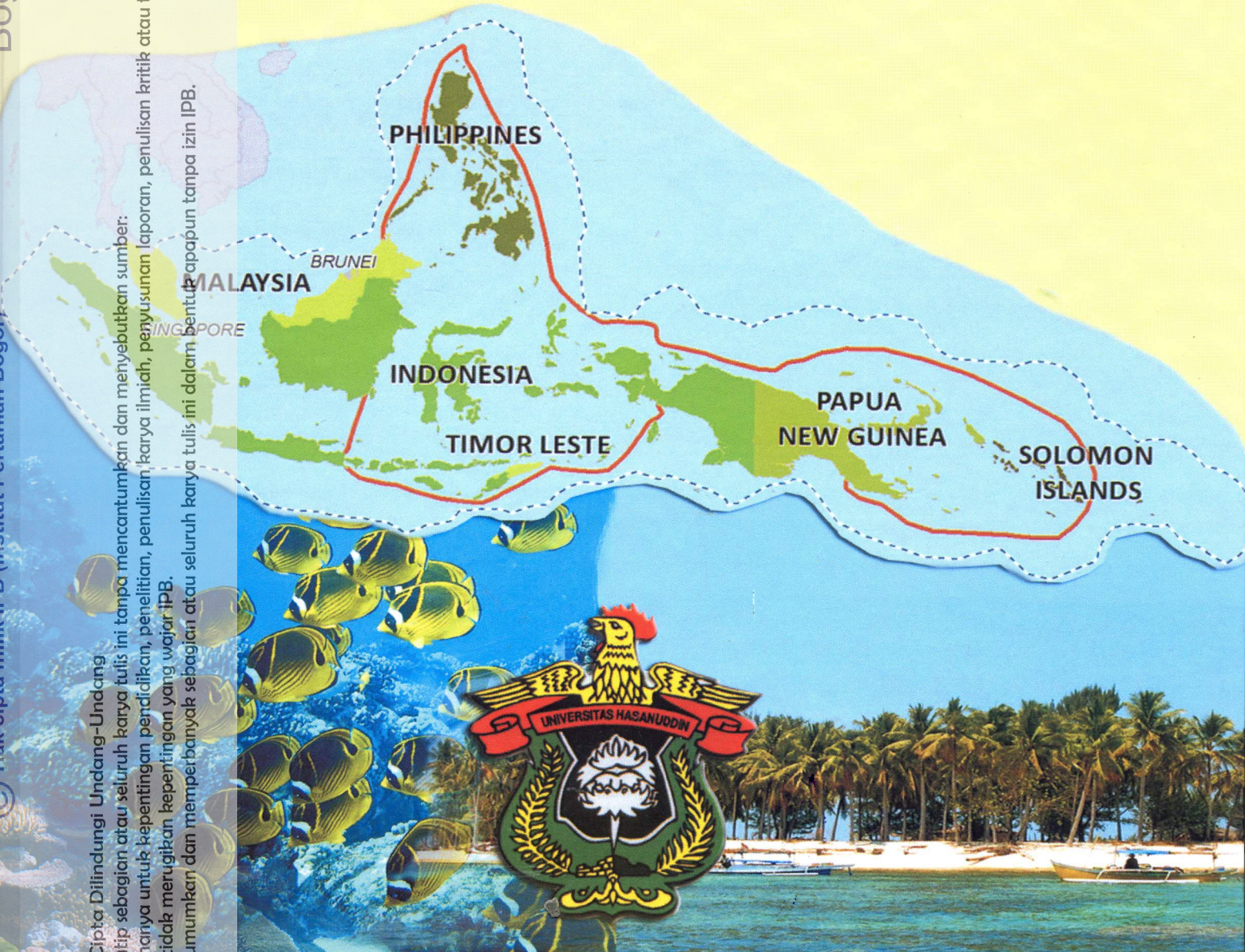
MAKASSAR, SEPTEMBER 10-11, 2013

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)



Published by **identitas**

in cooperation with

**FACULTY OF MARINE SCIENCE AND FISHERIES
HASANUDDIN UNIVERSITY
AUGUST 2014**





Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Proceeding of International and National Conference
on Marine Science and Fisheries

**CLIMATE CHANGE, MARINE LIFE, AND LIVELIHOODS
IN THE CENTER OF CORAL TRIANGLE**

Makassar, September 10-11, 2013

Editorial Boards

Chair Rani
Rohani Ambo-Rappe
Inayah Yasir
Khairul Amri
Hilal Anshary
Ahmad Bahar
Mukti Zainuddin
Mahatma Lanuru
Elmi N. Zainuddin
Muh. Farid Samawi
Muh. Anshar Amran
Muh. Banda Selamat
Andi Iqbal Burhanuddin

Published by Identitas
In Cooperation with
Faculty of Marine Science and Fisheries
Hasanuddin University, August 2014

ISBN: 978-602-8405-53-9

LIST OF CONTENT

Preface	v
List of Content	vii

PLENARY SESSION

Marine Biodiversity and Ecosystem Functions: the Foundation for Ecosystem Services <i>Susan L. Williams (Bodega Marine Laboratory, University of California at Davis, USA)</i>	3
Resilient Communities in an Unsustainable System? Coping Strategies and Social-Ecological Traps in the Spermonde Coral Reef Fishery <i>Sebastian C.A. Ferse (Leibniz Center for Tropical Marine Ecology (ZMT), Bremen, Germany)</i>	4
Development of Mapping Methods for Seagrass and Seaweed Beds <i>Teruhisa Komatsu (Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, Japan)</i>	5
Marine Historical Ecology and Use of Historical Data for Ecosystem Management <i>Emriy Lajus (Saint Petersburg State University, St.Petersburg, Russia)</i>	6
Harming Pressures on Marine Ecosystems: Emerging Threats from Global Warming <i>Hasanuddin Jompa (Research and Development Center for Marine, Coast and Small Island, Hasanuddin University, Makassar, Indonesia)</i>	7

INTERNATIONAL CONFERENCE SESSION

Marine Bioecology

Investigation for Coral Reef Degradation due to 'Ship Grounding' <i>Yafyudin Yusuf</i>	11
Distribution Pattern of Potentially Harmful Algae Class Dinophyceae on Gradient Salinity and Nitrate Phosphate Ratio at Mouth of Tallo River Makassar City <i>Benny Audy Jaya Gosari, Muh. Lukman, & Abd. Saddam Mujib</i>	20
Response of Crustaceans to Environmental Changes <i>Ande Yamindago</i>	30
Distribution Of Coastal Vegetation in Kapoposang Marine Tourism Park South Sulawesi <i>Body Priosambodi & Khairul Amri</i>	33
Succession of Macrozoobenthos Community With Age of Rehabilitated <i>Rhizophora mucronata</i> at Tongke-Tongke, Sinjai <i>Ernawati S. Kaseng Andi Niartiningih, M. Natsir Nessa, Sharifuddin Bin Andy Omar...</i>	40

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang melakukan pengutipan atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Oceanography and Geomatics

Could We Use Geomorphic Zones to Identify Substrate Depth from Worldview 2 Image? (Case study: Bonetambu, Makassar)

Amir Hamzah Muhiddin, Muhammad Banda Selamat, & Marzuki Ukkas

Study of CO² Exchanges between Atmosphere and Ocean Using Quikscat and SSMI Remote Sensing Satellite in Makassar Strait

Irma Yulia Madjid, Takahiro Osawa, & I Wayan Sandy Adnyana

Spatial Classification of Soil Quality for Extensive Coastal Land-Based Aquaculture Using GIS and Fuzzy Sets: A Case Study from Pidie District, Aceh

Tarunamulia & Jesmond Sammut

Aquaculture and Sustainable Fisheries

Multidimensional Evaluation of Sustainability Status of Seagrass Ecosystems to Support Fisheries Management in the Spermonde Archipelago, South Sulawesi

Nadiarti Nurdin

Seaweed-Based-Polyculture as Alternative Cultivation in Unproductive Fishpond Developing Strategy in Pematang Regency

Benny Diah Madusari, Johanes Hutabarat, & Y. Darmanto

Chemical Body Composition, Energy, and Liver and Muscle Glycogen Levels of Milkfish *Chanos chanos* Forsskal at Different Levels of Soybean Flour Substitution with Azuki Bean Flour in artificial feed

Siti Aslamyah & Muh. Yusri Karim

Microbiology and Ecotoxicology

Using the Skeleton of Lime Hard Coral *Porites lutea* for Monitoring Heavy Metal Pollution of Pb, Cd, Cu and Hg at Islands Waters of Spermonde Archipelago

Muhammad Farid Samawi, Shinta Werorilangi, Rahmadi Tambaru, Aida Ala Husain & Syafiuddin

Relationship between the Bioavailability of Sediment-bound Metals and Their Concentrations in Benthic Invertebrates

Shinta Werorilangi, Akbar Tahir, Alfian Noor, & Muhammad Farid Samawi

Screening of Different Oligodeoxynucleotides for the Ability to Stimulate Cytokine Genes in the Common Carp (*Cyprinus carpio*) Head Kidney Cells

Asmi Citra Malina, AR Tassaka & Masahiro Sakai

SESI SEMINAR NASIONAL

Bio-Ekologi Laut

Pertumbuhan dan Produksi Biomassa Daun Lamun <i>Halophila ovalis</i>, <i>Syringodium isoetifolium</i> dan <i>Halodule uninervis</i> pada Ekosistem Padang Lamun di Perairan Pulau Barrang Lompo <i>Hendra, Rohani Ambo-Rappe & Supriadi</i>	117
Potensi Padang Lamun Sebagai Habitat Komunitas Bivalvia Di Perairan Pulau Osi -Teluk Kotania Seram Bagian Barat <i>Husain Latuconsina, Madehusen Sangadji & La Dawar</i>	123
Pengaruh Perbedaan Substrat Terhadap Pertumbuhan Semaian Dari Biji Lamun <i>Enhalus Acoroides</i> <i>Steven, Rohani Ambo-Rappe & Inayah Yasir</i>	132
Monitoring dan Evaluasi Tutupan Dasar dan Kondisi Terumbu Karang di Kabupaten Supiori, Papua Tahun 2008 – 2010 <i>Chair Rani, Ahmad Faizal & Dahlan Habu</i>	141
Fruktuasi Produksi Serasah Komunitas Lamun di Pulau Barranglompo Makassar <i>Supriadi</i>	149
Perubahan Struktur Histologis dan Kondisi Fisiologis Kantong Pengeraman Jantan Kuda Laut (<i>Hippocampus barbouri</i>) Selama Masa Pengeraman <i>Syafiuddin, Muh. Zairin Jr, Dedi Jusadi, Odang Carman, & Ridwan Affandi ...</i>	156
Metode Induksi Pemijahan Biota Invertebrata untuk Menstimulasi Respon Pelepasan Gamet <i>Neviaty P. Zamani, Syafyudin Yusuf & M. Zairin Junior</i>	164

Keanekaragaman Hayati dan Konservasi

Evaluasi Kondisi Padang Lamun Habitat Makan Penyu Hijau Kepulauan Derawan, Kalimantan Timur <i>Rohani Ambo-Rappe, Budimawan, M. Anshar Amran, & M. Natsir Nessa</i>	174
Potensi Ekosistem Lamun (<i>Thalassodendrom Ciliatum</i>) Di Pulau Sapuka Dengan Metode Biosorpsi <i>Mohammad Wijaya. M, Sumiati Side, & Rahman</i>	181
Potensi Grazing Bulu Babi Pada Ekosistem Padang Lamun Di Pulau Barranglompo dan Bonebatang <i>Khairul Amri, Dede Setiadi, Ibnul Qayim & D. Djokosetiyanto</i>	188
Kelimpahan dan Komposisi Jenis Moluska Pada Berbagai Jenis Mangrove Di Kabupaten Maros <i>Benny Audy Jaya Gosari, Amran Saru & Riskawaty</i>	194

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

c. Pengutipan tidak diperkenankan untuk tujuan komersial atau lain-lain.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Perikanan Berkelanjutan

- Karakteristik Perairan Teluk Bone Sebagai Suatu Daerah Penangkapan Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) di Sulawesi Selatan**
Muhammad Jamal 199
- Variasi Padat Tebar Berbeda Untuk Kultur Teripang Pasir (*Holothuria scabra* Jeager) Menggunakan Sistem Jaring Tancap**
Rukmini 208
- Teknik Memancing Ikan Kakap di Laut Dalam *Alphaerus furca* Lecepede 1802) Secara Tradisional di Pulau Bonerate, Kabupaten Kepulauan Selayar.**
Andi Assir 213

Sosial Ekonomi Perikanan dan Kelautan

- Pengembangan Usaha Budidaya Melalui Diversifikasi Ikan Nila (*Tilapia*) Pada Keluarga Petambak Di Provinsi Nad**
Mardiana E.Fachry 219
- Daya Dukung Air Tawar Untuk Wisata Bahari Di Pulau Hoga, Taman Nasional Wakatobi**
Ahmad Bahar, Fredinan Yulianda, & Achmad Fahrudin 226
- Strategi Revitalisasi Budidaya Ikan Di Sawah Pada Kecamatan Liliriaja Kabupaten Soppeng**
Sutinah Made, Mardiana E.Fachry, & Muh. Hasby Rasyad 232

Mikrobiologi dan Ekotoksikologi

- Penyebaran dan Jumlah Bakteri *Enterococcus* Di Perairan Kota Makassar**
Arniati Massinai, Musdalifah, & Jamaluddin Jompa 240
- Respons Pertumbuhan, Biokimia, dan Molekuler Benih Ikan Gurame yang Direndam dengan Hormon Pertumbuhan Rekombinan Ikan Kerapu Kertang dan Ikan Mas**
Irmawati, Muhammad Zairin, Alimuddin, Muhammad Agus Suprayudi, & Aris Tri Wahyudi 247
- Peningkatan Respon Immun Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan Pemberian Xantone yang Diekstrak Dari Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L)**
Mardiana, Alexander Rantetondok & Gunarto Latama 253
- Sebaran Spasial Kelompok Fungsional Tutupan Bentik; Indikator Eutrofikasi Pada Terumbu Karang Di Kepulauan Spermonde**
Ahmad Faizal, Chair Rani, Muh. Natsir Nessa, & Jamaluddin Jompa 259



Oseanografi dan Sistem Informasi Geografi

Evaluasi Kondisi Mangrove Menggunakan Citra Landsat Etm+, Di Pulau Pannikiang, Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan <i>Muhammad Anshar Amran, Inayah Yasir & Amir Hamzah</i>	265
Model Pembobotan Untuk Penentuan Kesesuaian Kawasan Konservasi Terumbu Karang Di Pulau Kodingarenglompo Kota Makassar <i>Nur Tri Handayani, Ahmad Faisal, Abdul Haris.....</i>	273
Karakteristik Massa Air di Perairan Raja Ampat <i>Fendry YS Mamengko, Safwan Hadi, & Ivonne M Radjawane</i>	283
Waktu Migrasi Temporal Zooplankton Di Perairan Pulau Barranglompo Kota Makassar <i>Rahmadi Tambaru, Amir Hamzah & Hasrul Suaidi Malida</i>	291
Model Sebaran Thermal Air Pendingin PLTU dan Kaitannya Dengan Komposisi Jenis Plankton dan Benthos Di Perairan Biringkassi <i>Rahatma Lanuru</i>	299

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Metode Induksi Pemijahan Biota Invertebrata untuk Menstimulasi Respon Pelepasan Gamet

Neviaty P. Zamani¹⁾, Syafyudin Yusuf²⁾ dan M. Zairin Junior¹⁾

²⁾ Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.

¹⁾ Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin Email: s.yusuf69@gmail.com

ABSTRAK

Induksi pemijahan merupakan cara terbaik dalam memecahkan masalah sinkronisasi pelepasan gamet biota perairan di laboratorium. Namun penerapan tehnik induksi pemijahan biota laut masih sangat terbatas. Terdapat tiga metode induksi pemijahan, yakni secara fisik, biologi dan kimiawi. Metode fisik lebih banyak digunakan dalam berbagai riset, karena pilihan ini disamping menstimulasi lingkungan fisik akan lebih mudah dilakukan dan murah. Metode biologi injeksi gonad telah sukses merangsang pemijahan gonad kima (*Tridacnidae*), namun masih dianggap kurang baik karena harus mengorbankan individu lain untuk memperoleh gonad yang diekstraksi. Penggunaan bahan kimia hidrogen peroksida (H_2O_2) sebagai zat perangsang pemijahan gonad karang dan kima. Respon pemijahan dan kelayakan metode induksi fisik pemijahan untuk karang (*Acroporidae*) dan lola (*Trochidae*) yakni berupa air mengalir dan aerasi kuat mampu memberikan respon pemijahan terhadap biota tersebut. Metode pemijahan buatan untuk hewan invertebrata laut akan membantu mempermudah pengembangbiakan secara massal dalam skala laboratorium yang terkontrol.

Kata kunci: induksi pemijahan, Tridacnidae, Acroporidae, Trochidae.

PENDAHULUAN

Faktor alam yang variatif menentukan waktu reproduksi pada hewan invertebrata laut, yakni : variasi temperatur tahunan, siklus pasang surut, dan variasi pencahayaan baik penyinaran bulan maupun siklus pergantian siang dan malam (Koringa, 1974). Faktor lingkungan dengan reproduksi seksual dan waktu pelepasan gamet karang. Lingkungan menjadi standar biologi bagi biota sessil dan biota pelagik laut dalam menentukan waktu pemijahan pada tiga tingkatan waktu dan kondisi yang saling terkait, yakni : (1) waktu dalam setahun, (2) waktu dalam siklus bulan, dan (3) waktu di saat malam, karena umumnya biota laut melepaskan gametnya pada malam hari, walaupun ada yang pagi dan sore hari.

Waktu pembentukan gamet selama setahun terkait dengan suhu permukaan air (Harison et al. 1984; Szmant-Froelich 1986; Hayashibara et al. 1993). Lebih jauh Orton (1990) berpendapat bahwa suhu permukaan air merupakan faktor yang paling penting dalam mengontrol reproduksi invertebrata laut. Namun Van Woesik (2006) menepis pengaruh suhu permukaan air terhadap penentuan waktu pemijahan. Sebaliknya laju pertumbuhan dan akumulasi respon polip terhadap siklus penyinaran merupakan prediktor terbaik bagi pemijahan, tapi intensitas cahaya bukan menjadi penentu waktu pemijahan.

Van Woesik (2010) meneliti pelepasan gamet (pemijahan) karang pada kondisi karang tenang dan cuaca laut berangin atau gelombang. Dari penelitian tersebut ternyata angin merupakan faktor pemicu (stressor) pemijahan karang, namun karang akan melepaskan gametnya setelah perairan dalam kondisi tenang.

Seikai National Fisheries Research Institute Jepang telah mulai mengembangkan metode induksi pemijahan menggunakan hidrogen peroksida (H_2O_2) sebagai zat perangsang pemijahan gonad (Omori dan Fujiwara 2004). Kelemahannya, bila terjadi pelepasan konsentrasi H_2O_2 saat eksperimen, akan membawa dampak negatif bagi individu karang dimana akan terjadi sekresi lendir yang berlebihan atau pembuangan polip (*Polysiphonia*) selama kontaminasi.

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber: a. Penutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah. b. Penutipan tidak boleh menimbulkan kerugian atau kerugian ekonomi. c. Penutipan tidak boleh digunakan untuk tujuan komersial atau tujuan politik.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang



Prinsip dari induksi fisik pemijahan adalah merangsang polip karang secara fisik untuk memberikan reaksi biologis pelepasan gamet. Metode induksi fisik menjadi alternatif untuk pemijahan biota yang dapat memecahkan masalah di atas. Yusuf *et al.* (2006) telah berhasil memijahkan kerang lola (*Trochus niloticus*) menggunakan metode fisik (air mengalir, aerasi kuat, dan desikasi atau penjemuran). Pada spesies moluska lain seperti kima (*Tridacna spp*), pemijahan buatan menggunakan metode penjemuran, peningkatan suhu telah berhasil memberikan rangsangan pemijahan. Akan tetapi, kematangan gonad sebagai prasyarat bagi koloni karang yang akan dipijahkan merupakan hal yang utama.

Upaya pemijahan buatan merupakan langkah inisiasi dalam memecahkan masalah sinkronisasi pelepasan gamet biota perairan di laboratorium. Sementara aplikasi teknik pemijahan buatan biota laut masih sangat terbatas. Upaya penelitian pengembangan metode pemijahan secara buatan terus berkembang untuk menjawab apakah metode induksi fisik mampu berfungsi sebagai *stressor* bagi biota laut untuk memijahkan gametnya. Bila metode-metode tersebut berhasil merangsang pemijahan karang, maka bisa direkomendasikan sebagai metode pemijahan buatan yang sukses dan aman. Isi tulisan ilmiah ini merupakan penggabungan beberapa hasil penelitian ilmiah dan pengalaman penulis dalam melakukan berbagai uji coba pemijahan pada tiga kelompok invertebrata laut : Acroporidae (Scleractinia); Tridacnidae (Bivalvia : Molluska); dan Trochidae (Gastropoda : Moluska). Dengan membaca tulisan ini, pembaca akan memahami prinsip-prinsip induksi pemijahan biota sessil untuk mempermudah penanganan pemijahan biota laut.

METODOLOGI PENELITIAN

Fasilitas Penelitian Pemijahan Biota Laut

Penelitian telah berlangsung di marine Station P. Barrang Lompo Makassar, dan Orpheus Island Research Station (OIRS) Great Barrier Reef Jamescook University. Sejak tahun 1994 telah dilakukan uji coba perkembangbiakan kima (Tridacnidae) di Marine Station Pulau Barrang Lompo oleh Project Marine Science Education. Marine Station milik Unhas Makassar ini memulai program riset internasional dengan program perkembangbiakan kima (Tridacnidae) sejak tahun 1994. Hampir setiap tahun fasilitas hatchery Marine Station Unhas ini melakukan pemijahan buatan pada kima. Kemudian pada tahun 1997 mulai mengujicoba pemijahan buatan kerang lola (Trochidae) dengan tingkat keberhasilan yang cukup tinggi sekitar 90-100 % induk memijah bila sudah matang gonad. Selanjutnya uji coba pemijahan karang penulis melakukannya di Orpheus Island Research Station di Pulau Orpheus Great Barrier Reef Tengah. Marine Station ini milik Jamescook University sehingga fasilitas ini umumnya digunakan oleh student, dosen dan peneliti dari Universitas.

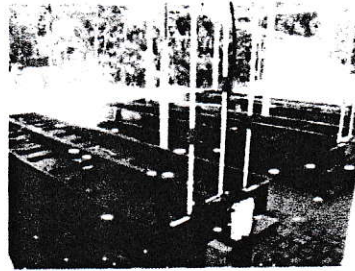
Metode Induksi Pemijahan

Pemijahan buatan (spawning) kima (Tridacnidae) dapat dilakukan dengan tiga cara (Raley, 1993; Ellis, CTSA Pub. No 130), yakni (1) stress suhu, (2) injeksi gonad dan (3) injeksi zat kimia serotonin. Ketiga metode ini dapat dilakukan secara terpisah atau kombinasi dari dua atau tiga metode tersebut. Metode stres suhu dengan sengaja menjemur kima selama satu jam pada saat siang terikan matahari, kemudian kima dimasukkan dalam wadah air sambil menunggu pelepasan sperma dan telur. Bila cara ini belum berhasil, maka dilakukan injeksi gonad untuk memancing pelepasan gonad

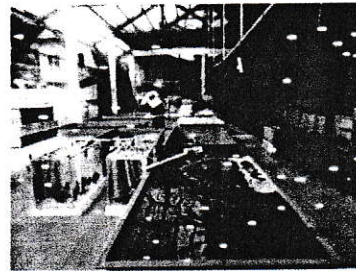
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang menjiplak atau menyalin dengan cara apapun.



kima yang dimaksud. Bila belum berhasil pula, cara terakhir dengan menyuntikkan zat serotonin ke dalam kantong gonad kima (Yusuf, 2000).



Orpheus Island Research Station
JCU Australia



Marine Station Pulau Barranglompo
Unhas Makassar

Gambar 1. Fasilitas Bak induksi pemijahan kima, lola dan karang.

Teknik induksi pemijahan lola (Trochidae) bisa dilakukan dengan empat metode, yakni : (1) perangsangan dengan suhu lebih tinggi (desikasi), (2) perangsangan dengan aerasi kuat, (3) perangsangan dengan air mengalir atau kombinasi aerasi dan air mengalir, (4) induksi cairan gonad (Capinpin 1995; Singhagraiwan and Doi 1992; Yusuf *et al.*, 2007).

Seperti halnya metode induksi pemijahan kima dan lola, untuk pemijahan karang Scleractinia dari famili Acroporidae bisa diterapkan dengan metode, yakni (1) perangsangan suhu atau penjemuran (desikasi), (2) perangsangan aerasi kuat, (3) perangsangan air mengalir (kombinasi air mengalir dan aerasi kuat). Metode induksi karang ini baru pertama dilakukan pada tahun 2011 ketika musim kematangan gonad di Great Barrier Reef Australia (Yusuf, 2012).

HASIL PENELITIAN

Penerapan Induksi Pemijahan Biota Laut

Berbagai metode induksi pemijahan biota laut telah diaplikasikan untuk memijahkan sel telur dan sel sperma. Penerapan metode induksi fisik dimaksudkan untuk merangsang fisiologi binatang karang untuk melepaskan gametnya. Hal ini didasarkan fenomena lingkungan yang berlangsung secara independen sehingga mempengaruhi proses-proses biologi organisme perairan.

Beberapa metode induksi yang pernah diberikan dan berhasil yakni kejutan suhu, aerasi kuat, air mengalir, injeksi larutan gonad dan injeksi serotonin atau kombinasi dari dua metode tersebut. Cukup banyak metode yang memberikan hasil yang positif, namun demikian ada pula yang tidak diresponi oleh organisme (Tabel 1).

Tabel 1. Metode Induksi pemijahan yang pernah diterapkan dan tingkat keberhasilannya terhadap biota laut

Metode	Kima	Lola	karang
Kejutan Suhu (A)	√ (+)	√ (+) (-)	√ (-)
Air mengalir (B)	0	√ (+)	√ (+)
Aerasi kuat (C)	0	√ (+)	√ (+)
Injeksi gonad (D)	√ (+)	√ (+)	0
Injeksi serotonin (E)	√ (+)	0	0
Kombinasi A+D	√ (+)	0	0
Kombinasi B+C	0	√ (+)	√ (+)

Ket : √ (+) = pernah diterapkan dan berhasil

√ (-) = pernah diterapkan namun gagal, 0 = tidak pernah diterapkan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Tabel 2. Tingkat keberhasilan metode induksi pemijahan

Metode	Kima	Lola	karang
Kejutatan Suhu (A)	35 %	15%	0 %
Air mengalir (B)	-	90%	100%
Aerasi kuat (C)	-	100%	100%
Injeksi gonad (D)	50%	70%	-
Injeksi serotonin (E)	100%	-	-
Kombinasi A+D	50%	-	-
Kombinasi B+C	-	100%	100%

Keberhasilan pemijahan kima bisa dilakukan melalui metode induksi kejutan suhu, injeksi gonad, injeksi serotoni serta kombinasi antara keduanya. Sedangkan hewan moluska dari gastropora 'Lola' (susu bundar) bisa diberi induksi pemijahan melalui metode kejutan suhu, air mengalir, aerasi kuat, dan injeksi gonad atau kombinasi diantara faktor tersebut. Demikian halnya dengan hewan karang dapat diinduksi pemijahan gonadnya dengan berbagai metode kecuali induksi serotonin, injeksi gonad dan kombinasi suhu dan air mengalir.

Komparasi Metode Induksi Pemijahan

Pada Tabel 3 tercatat berbagai metode induksi pemijahan yang sudah berhasil diterapkan pada biota laut seperti kima, lola dan karang. Pembahasan ini didasarkan pada acuan dari berbagai hasil riset. Secara garis besar, terdapat tiga klasifikasi metode induksi pemijahan, yakni secara fisik, biologi dan kimiawi. Metode fisik lebih banyak digunakan dalam berbagai riset, karena pilihan ini disamping menstimulasi lingkungan fisik akan lebih mudah dilakukan dan murah. Sementara metode biologi masih dianggap sebagai metode yang kurang baik menurut biologiwan atau animal welfarer karena harus mengorbankan individu lain untuk memperoleh gonad yang diekstraksi. Penggunaan bahan kimia untuk merangsang pemijahan masih dianggap metode yang mahal sehingga tidak populer karena menggunakan bahan kimia yang sulit diperoleh, kecuali dipesan khusus atau dari negara-negara tertentu.

Penggunaan air mengalir merupakan modifikasi kondisi perairan yang sebenarnya, dimana pada saat air pasang dan surut terjadi pergerakan air laut yang membawa massa air dengan berbagai macam kandungannya (suhu, nutrien, plankton, oksigen, dll) untuk mensuplai kebutuhan organisme dan membersihkan polip karang dari endapan organik. Massa air laut yang bergerak juga mentransfer gas dan bahan metabolit yang dibutuhkan untuk pemeliharaan kehidupan, pertumbuhan, dan reproduksi bagi semua organisme laut (Thomas dan Atkinson 1997 diacu Nakamura dan Van Woësik 2001).

Tabel 3. Komparasi metode induksi pemijahan biota laut : kerang kima (*Tridacnidae*), kerang lola (*Trochidae*) dan karang (*Scleractinia*)

Metode	Kima (<i>Tridacnidae</i>)	Lola (<i>Trochidae</i>)	Karang (<i>Scleractinia</i>)
Fisik	-Penjemuran	-Penjemuran -Air mengalir -Aerasi kuat	-Aerasi kuat -Air mengalir -Temperatur (Bail out) -Artificial sunset
Biologi	-Ekstrak gonad	-Tidak ada	-Tidak ada
Kimiawi	-Hormon serotonin	-Tidak ada	-Hidrogen peroksida

Sumber: Yusuf et al (2006); Braley (1993); Omori dan Fujiwara (2004); Brady et al. (2009); Haris et al. (2007)

Air yang mengalir kuat melalui tubuh organisme, kekuatan pergerakan air tersebut menimbulkan friksi yang menimbulkan gangguan stress karena massa air yang lewat mencegah terjadinya lapisan tipis pembatas antara lingkungan dan tubuh organisme. (Patterson dan Sebens 1989 diacu Nakamura dan Van Woelik 2001). Dengan metode air mengalir sukses menstimulasi kelompok karang (*Scleractinia*) dan kerang lola (*Trochidae*) sehingga pemijahkan gonadnya.

Metode peningkatan suhu untuk reproduksi seksual masih belum bisa dibuktikan. Namun reproduksi aseksual bailout polip karang telah berhasil dilakukan (Haris *et al.* 2007), sementara tidak jarang yang gagal karena polip mati akibat tidak tahan terhadap suhu air yang tinggi. Metode peningkatan suhu untuk pelepasan polip (*bail out*) didasarkan pada peristiwa bleaching, dimana ada dua kemungkinan bila suhu perairan meningkat, yakni zooxanthella keluar dari jaringan (Hoegh-Guldberg 1999) atau polip yang melepaskan diri (*bail out*).

Metode penjemuran dimaksudkan untuk meningkatkan suhu cairan tubuh organisme agar terjadi tekanan fisiologi sehingga melepaskan gonadnya. Metode ini hanya boleh dilakukan pada hewan bercangkang seperti kima (Braley 1993) dan atau kerang lola (Yusuf *et al.* 2006), tidak bisa diaplikasikan pada hewan karang karena polipnya sebagai jaringan lunak sangat sensitif terhadap udara terbuka atau udara panas.

Metode *artificial sunset* merupakan metode kedua yang berhasil menstimulasi faktor lingkungan agar terbentuk respon terhadap pemijahan karang. Metode ini cukup mudah dilakukan dengan memberi jarak waktu sunset dari normalnya. Dalam metode ini tidak ditemukan dampak negatif akibat perlakuan dan bisa dilakukan dimana saja, dengan syarat koloni karang telah matang gonad.

Metode penyemprotan gonad adalah satu-satunya metode biologi yang memanfaatkan ekstraksi gonad untuk menstimulasi pemijahan. Gonad diperoleh dari individu yang dikorbankan atau sengaja dimatikan atau disedot dari kantong indung gonad. Gonad mengandung Gonadotropin Releasing Hormon (GnRH) yang merangsang individu untuk melepaskan hormonnya. Metode ini sangat cocok untuk diaplikasikan di daerah yang melimpah biota yang dimaksud, dan berhasil diaplikasikan pada kelompok kerang raksasa/kima (suku: *Tridacnidae*) (Braley 1993).

Metode penyuntikan serotonin adalah metode kimiawi yang sudah lama diberikan kepada kima untuk merangsang pemijahan gonad. Serotonin merupakan neurotransmitter disuntikkan ke dalam indung gonad kima ketika hewan kima diketahui telah matang gonad. Kelemahannya, bila kima belum matang gonad, maka sperma akan terkuras keluar akibat bahan ini. Bila kelebihan konsentrasi atau kesalahan penerapan gonad maka individu kima melemah (Braley 1993).

Kelebihan dan Kelemahan Metode Induksi Pemijahan

Penelitian tentang pemijahan buatan (induksi pemijahan) terhadap beberapa invertebrata laut seperti moluska, udang-udangan telah banyak dilakukan termasuk di Indonesia. Ishigaki Tropical Station Jepang tahun 1999 telah melakukan percobaan pemijahan beberapa spesies karang menggunakan metode perangsangan H_2O_2 kombinasi dengan air mengalir (Omori dan Fujiwara 2004). Metode ini menemui kendala karena H_2O_2 merangsang organisme karang untuk melepaskan lendir yang berlebihan, zooxanthella mengalami *bail out* dan akhirnya karang mengalami kematian.

Namun khusus untuk hewan karang, pemijahan buatan masih belum populer, karena disamping kelompok hewan ini sebelumnya tidak bernilai ekonomis dan masih banyak tersedia di alam. Namun demikian mulai dimanfaatkan untuk untuk ornamen akuarium, juga belum ada metode yang standar dalam pemeliharaan. Berangkat dari pengalaman pemijahan kerang lola (Yusuf *et al.* 2006) yang memanfaatkan stimulasi fisik



air mengalir, aerasi kuat dan desikasi. Respon pemijahan kerang lola yang terbaik dan lebih cepat dari stimulasi fisik berupa air mengalir dan aerasi kuat. Sehingga penelitian ini telah menginspirasi penelitian pemijahan kerang dengan berbagai modifikasi.

Berikut beberapa metode yang pernah diaplikasikan untuk pemijahan kerang beserta kelebihan dan kekurangannya secara obyektif (Tabel 4). Walaupun belum ada informasi dan pengalaman mengenai pemijahan buatan kerang sebelumnya. Hayashibara *et al.* (1996) di Ishigaki Tropical Station, Seikai National Fisheries Research Institute telah mengembangkan metode eksperimen dalam skala laboratorium. Omori dan Fujiwara (2004) melakukan induksi pemijahan menggunakan hidrogenperoksida (H_2O_2) sebagai zat perangsang pemijahan gonad terhadap dua spesies yakni *Acropora* dan *Montipora*. Waktu yang dibutuhkan sekitar 9 jam sejak pemberian H_2O_2 hingga tiba saat kerang memijahkan gametnya ke kolom air semnetara pemijahan buatan sebelumnya membutuhkan waktu 16 jam.

Tabel 4. Metode stimulasi pemijahan kerang (Scleractinia) dari berbagai sumber dan penelitian ini

No	Metode	Kelebihan	Kekurangan
	Hidrogenperoksida (Omori dan Fujiwara 2004)	Berhasil memijahkan gamet kerang	Polip kerang stres/ sekresi lendir, rejeksi zooxanthella dari jaringan
	Simulasi sunset (Brady et al. 2009)	Berhasil merangsang pemijahan kerang lebih awal dari jadwalnya, kerang tetap sehat	Belum ditemukan
	Air mengalir (penelitian ini)	Berhasil merangsang pemijahan kerang lebih awal dari jadwalnya, kerang tetap sehat	Belum ditemukan
	Aerasi kuat (penelitian ini)	Berhasil merangsang pemijahan kerang lebih awal dari jadwalnya, kerang tetap sehat	Belum ditemukan
	Peningkatan suhu (Haris dkk. 2007)	Berhasil untuk metode bail out polip	Gagal terjadi pemijahan, polip kerang akan stres, akhirnya mati dan bleaching
	Penjemuran (penelitian ini)		Polip mati karena kekeringan

Kesalahan teknis pada metode pemijahan buatan menggunakan H_2O_2 akan membawa dampak negatif bagi individu kerang dimana akan terjadi sekresi lendir atau pembuangan zooxanthella selama kontaminasi hidrogenperoksida. Hal ini berkaitan dengan konsentrasi peroksida yang diberikan dan lamanya waktu kontaminasi (Omori dan Fujiwara, 2004). Hal ini dapat diantisipasi dengan segera memindahkan kerang ke perairan yang mengalir.

Spawning tidak akan terjadi bila telur dalam induk kerang belum mencapai kematangan. Bagaimanapun juga, gamet diperoleh dari koloni kerang yang sudah matang dan siap fertilisasi menjadi larva planula kemudian bermetamorfosis menjadi polip (Hayashibara *et al.* 2003).

PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini induksi fisik untuk merangsang pemijahan kerang telah berhasil mempercepat waktu respon pemijahan kerang sebelum jadwal pemijahan sebenarnya di alami. Pemberian induksi fisik yang berlebihan mempengaruhi waktu pemijahan kerang menjadi lebih lambat dibanding dengan yang tidak diberi rangsangan fisik. Setelah

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

1. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
2. Pengutipan tidak merujuk kepada kepentingan komersial.

diberi rangsangan fisik, karang membutuhkan kondisi perairan yang lebih tenang untuk relaksasi otot dan mengumpulkan energi. Hal ini bisa diasumsikan bahwa semakin besar tekanan rangsangan, maka karang membutuhkan waktu yang lebih lama untuk relaksasi.

Oleh karena itu, waktu respon pemijahan pada fase sitting dan fase gliding serta waktu jeda antara kedua fase tersebut lebih lama beberapa menit dibanding dengan pada karang yang tidak diberi perlakuan dan pemijahan alami. Kesimpulan sementara dari hasil penelitian ini sepadan dengan hasil penelitian Van Woesik (2010) bahwa pada perairan kondisi tenang yang lebih lama pasca angin dan gelombang memberikan peluang periode pemijahan yang lebih lama pula dibanding dengan kondisi perairan tenang yang lebih pendek waktunya.

Penerapan metode induksi fisik dimaksudkan untuk merangsang fisiologi binatang karang untuk melepaskan gametnya. Hal ini didasarkan fenomena lingkungan yang berlangsung secara independen sehingga mempengaruhi proses-proses biologi organisme perairan. Seperti Mendes and Woodley 2002; Penland *et al.* 2004 telah membuktikan siklus reproduksi karang sangat erat kaitannya dengan siklus suhu permukaan laut, disamping itu variabel fisik lingkungan berperan mengontrol pembentukan gamet dan sinkronisasi pelepasan gamet (pemijahan). Bahkan Levitan (2006) mengungkapkan bahwa kondisi lingkungan mengontrol kelarutan dan penyebaran gamet, distribusi populasi biota laut, kelimpahan dan rasio spesies kelamin secara individu, kemampuan reproduksi, sinkroni dan tingkahlaku pemijahan biota laut.

Lebih lanjut Van Woesik *et al.* (2006) menghubungkan faktor lingkungan dengan reproduksi seksual dan waktu pelepasan gamet karang. Lingkungan menjadi standar biologi bagi karang dalam menentukan waktu pemijahan pada tiga tingkatan yang saling terkait, yakni: (1) waktu dalam setahun, (2) waktu dalam siklus bulan, dan (3) waktu di saat malam, karena umumnya karang melepaskan gamet pada malam hari, walaupun ada yang pagi dan sore hari.

Richmond dan Hunter (1990) tidak melihat adanya hubungan antara fase bulan dengan waktu pemijahan, karena kebanyakan karang di Great Barrier Reef memijah pada saat air surut terendah (Willis *et al.* 1985; Babcock *et al.* 1985), ketika spesies yang sama memijah di Jepang pada saat pasang tinggi (Hayashibara *et al.* 1993). Hal ini berdasar bahwa waktu pembentukan gamet selama setahun terkait dengan suhu permukaan air (Harrison *et al.* 1984; Szmant-Froelich 1986; Hayashibara *et al.* 1993).

Lebih jauh Orton (1920) berpendapat bahwa suhu permukaan air merupakan faktor yang paling penting dalam mengontrol reproduksi invertebrata laut. Namun Van Woesik (2006) menepis pengaruh suhu permukaan air terhadap penentuan waktu pemijahan. Sebaliknya laju perubahan dan akumulasi respon polip terhadap siklus penyinaran merupakan prediktor yang terbaik bagi pemijahan, tapi intensitas cahaya bukan menjadi penentu waktu pemijahan.

Meskipun banyak penelitian yang mengungkap faktor pemicu pemijahan karang, namun Ananthasubramaniam *et al.* (2011) mengakui informasi ilmiah mengenai jalur pemicu pemijahan masih minim. Pertanyaan yang muncul menurut Ananthasubramaniam *et al.* (2011), apakah lingkungan tunggal mampu mempengaruhi siklus tahunan reproduksi karang sehingga menentukan waktu bulan, hari dan jam pemijahan dengan benar. Penelitian lain mencoba menstimulasi faktor cahaya sebagai stressor pemijahan dalam waktu singkat (Brady *et al.* 2009). Ternyata fragmen karang yang diberi perlakuan simulasi cahaya gelap lebih awal memberikan respon pemijahan nad dibanding dengan normalnya. Dari tiga kondisi waktu gelap 0, 1, 2 jam sebelum sunset, hasilnya karang yang lebih awal memijah berasal dari perlakuan penutupan yang lebih awal yakni 2 jam sebelum waktu normalnya (Brady *et al.* 2009).

Disamping itu, para ahli juga belum menentukan kondisi lingkungan oseanografi sebagai stressor terakhir yang dialami oleh karang sebelum melakukan pemijahan. Hal ini penting untuk dipertimbangkan dan dikaji lebih lanjut, karena menurut Ananthasubramaniam *et al.* (2011) jendela waktu karang memijah sangat sempit sekitar 1 jam. Karang memanfaatkan kondisi perairan tenang untuk melepaskan gametnya. Sementara kondisi saat surut rendah dan pasang tinggi dalam kondisi yang lebih tenang untuk sementara waktu. Waktu sesaat perairan tenang inilah yang dimanfaatkan oleh karang untuk memijahkan gonadnya.

Ketika kondisi pasang tertinggi dan surut terendah tersebut terjadi perbedaan tekanan air yang lebih besar, arus yang lebih kencang (Riegl dan Piller, 2003) membawa massa air yang lebih dingin yang mengandung oksigen dan nutrien. Apakah kondisi lingkungan yang kompleks antara perbedaan tekanan air, arus kencang, nutrien, oksigen tinggi yang terjadi saat pasang surut tertinggi dan terendah tersebut yang menjadi stressor bagi pemijahan karang?. Kondisi lingkungan fisik perairan seperti upwelling, lapisan termoklin dangkal sekitar terumbu karang dan amplitudo pasang surut yang tinggi menyebabkan arus kuat dapat menopang kelangsungan hidup karang selama mengalami tekanan anomali suhu perairan yang lebih tinggi.

Van Woosik (2010) meneliti pelepasan gamet (pemijahan) karang pada kondisi cuaca tenang dan cuaca laut berangin atau gelombang. Dari penelitian tersebut karang akan melepaskan gametnya ketika air laut dalam kondisi tenang atau tak berangin/bergelombang. Angin merupakan faktor pemicu pemijahan yang dibutuhkan sebelum fase-fase pemijahan dan hasil uji hipotesis bahwa pada kondisi perairan tenang yang lebih lama akan memberikan peluang periode pemijahan yang lebih lama dibanding dengan kondisi perairan tenang yang lebih singkat.

Disamping keberhasilan, penelitian induksi fisik pemijahan ini juga menemui kegagalan selama penelitian. Pada prinsipnya kegagalan pemijahan karang di Makassar karena kurangnya informasi waktu reproduksi spesies-spesies karang di lokasi tersebut. Namun di balik itu, bagi karang yang gonokhorik seperti *Goniopora*, *Galaxea*, *Pocillopora* teramati melepaskan abu/asap sperma dari masing-masing koloni dari perlakuan aerasi kuat dan air mengalir. Ketika diberi perlakuan salinitas rendah, kecenderungan reaksi fisiologi tubuh polip menjadi lebih stress dan memilih untuk menyimpan telurnya atau menunda pemijahan dibanding melepaskannya.

Selanjutnya pada penelitian pendahuluan di OIRS untuk *A. tenuis* tidak memberikan respon pelepasan gonad. Hal ini diduga disebabkan oleh luka pada bagian tubuh karang yang terpotong. Menurut Hall (1997) laju regenerasi terhambat pada daerah luka sedang mengalami perkembangan gonad. Meskipun luka tidak mempengaruhi fekunditas dalam skala koloni. Fekunditas koloni pada karang yang mengalami luka menurun 8% dibanding kontrol akibat dari kehilangan jaringan reproduksi (Hall 1997). Luka pada koloni karang tidak mempengaruhi reproduksi jantan, tapi mempengaruhi jumlah telur per polip sehingga menurun 38-44% pada sekitar polip yang terluka. Dampak dari luka terhadap komponen reproduksi jantan lebih rendah karena spermatogenesis tetap berlangsung selama 4-10 minggu menjelang pemijahan spesies *Mastrea* (Babcock 1984) dan *Acropora* (Wallace, 1985).

SIMPULAN

Simpulan dari penelitian ini bahwa induksi fisik berupa air mengalir dan aerasi kuat mampu mempercepat respon pemijahan biota laut betik: karang (Scleractinia), moluska Tridacnidae (Tridacnidae), moluska gastropoda (Trochidae). Metode induksi fisik tersebut diharapkan bagi kesehatan biota dibanding dengan metode peningkatan suhu, desikasi dan penggunaan bahan kimia.

SARAN

1. Walaupun metode induksi pemijahan karang secara fisik (air mengalir, aerasi kuat) telah berhasil dalam skala penelitian terhadap spesies karang berpolip kecil (*Acropora tenuis*), akan tetapi perlu dilakukan ujicoba terhadap spesies karang lain terutama spesies karang yang berpolip sedang dan polip besar, karena respon setiap bentuk dan spesies karang berbeda.
2. Penelitian mengenai induksi pemijahan karang baru dilakukan di daerah terumbu karang Great Barrier Reef, kesempatan berikutnya agar bisa dilakukan di sekitar terumbu karang Indonesia untuk menjawab masalah-masalah reproduksi terumbu karang tropis.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananthasubramaniam B, Nisbet RM, Morse DE, Doyle FJ. 2011. Integrate and fire models of insolation driven entrainment of broadcast spawning in corals. *Theor Ecol* 4: 69-85.
- Babcock RC. 1984. Reproduction and distribution of two species of *Goniastrea* (Scleractinia) from the Great Barrier Reef province. Di dalam : Brady eds. 2009. Coral spawning time is a direct response to solar light cycles and is not an entrained circadian response. *Coral Reefs* 28 : 677-680.
- Brady A, Hilton J, Vize P. 2009. Coral spawning time is a direct response to solar light cycles and is not an entrained circadian response. *Coral Reefs* 28 : 677-680.
- Bailey RD 1993. *The Giant Clam : hatchery and nursery culture manual*. ACIAR Monograph No.15. Halaman 144.
- Hall VR. 1997. Effect of injury on growth, reproduction and survivorship of common reef crest coral. *Proc. 8th Coral Reef Symp* 1 : 571-574.
- Haris A, Patiung R, Yusuf S, 2007. Kajian tentang pelepasan polip (*Bail-Out*) karang lunak *Sinularia flexibilis* secara buatan. *Jurnal Sain & Teknologi* 7 : 125-136
- Harrison PL, Babcock RC, Bull GD, Oliver JK, Wallace CC, Willis BL. 1984. Mass spawning in tropical reef corals. *Science* 223 : 1186-1189.
- Hayashibara T, Iwao K and Omori M, 2003. Induction and control of spawning in Okinawan Staghorn Corals. *Coral Reefs* 46 : 293-321.
- Kringa P. 1974. Relations between the moon and periodicity in the breeding of marine animals. Di dalam : Kojis and Quinn 1981. Aspect of sexual reproduction and larval development in the shallow water hermatypic coral, *Goniastrea australiensis* (Edwards and Haime, 1857). *Bull Mar Sci* 31 : 558-573.
- Kholton N, Mate JL, Guzman HM, Rowan R, Jara J. 1997. Direct evidence for reproductive isolation among the three species of the *Montastrea anularis* complex in Central America (Panama and Honduras). *Mar Biol* 127 : 705-711.
- Levitan DR. 2006. The relationship between egg size and fertilization success in broadcast-spawning marine invertebrates. *Integrative and Comparative Biology* 46 : 298-311
- Omori M and Fujiwara S. 2004. *Manual for restoration and Remediation of Coral Reefs*. Nat. Conserv. Bureau. Ministry of the Enviro. Japan.
- Polunin NCGM, Leighton-Guldberg O. 1999. Climate change, coral bleaching and the future of the world's coral reefs. *Mar Freshwater Res.* 50 : 639-866.
- Przybylo J, Lumbi SR. 1994. Genetic divergence, reproductive isolation, and marine speciation. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 25:547-72. Di dalam : Willis BL, et al 2006. The Role of Hybridization in the Evolution of Reef Corals. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 2006. 37:489-517
- Robertson MR, Sebens KP (1989) Forced convection modulates gas exchange in cnidarians. *Proc Natl Acad Sci USA* 86: 8833-8836. Di dalam : T. Nakamura, R. Van Woesik 2001 (eds). Water-flow rates and passive diffusion partially explain

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak mengizinkan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang memperbanyak atau menyalin atau melakukan bentuk apapun tanpa izin IPB.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

differential survival of corals during the 1998 bleaching event. *Mar Ecol Prog Ser* 212: 301–304.

Penland L, Kloulechad J, Idip D, Van Woesik R. 2004. Coral spawning in the western Pacific Ocean is related solar radiation : evidence of multiple spawning events in palau. *Coral Reefs* 23 : 133-140.

Rani C, Jompa J. 2005. Tingkah laku memijah karang *Acropora nobilis* dan *Pocillopora verrucosa* di terumbu karang Tropik Pulau Barranglombo Makassar. *Torani* 15 : 221-228.

Riegl B, Piller WE. 2003. Possible refugia for reefs in times of environmental stress. Di dalam : Glynn PW, Colley SB. Eds. 2008. Survival of Brooding and Broadcasting Reef Corals Following Large Scale Disturbances: Is There Any Hope for Broadcasting Species During Global Warming? *Proceedings of the 11th International Coral Reef Symposium, Ft. Lauderdale, Florida, 7-11 July 2008*.

Thomas FIM, Atkinson ML. 1997. Ammonium uptake by coral reefs: effects of water velocity and surface roughness on mass transfer. *Limnol Oceanogr* 42(1):81–88. Di dalam : T. Nakamura, R. Van Woesik 2001 (eds). Water-flow rates and passive diffusion partially explain differential survival of corals during the 1998 bleaching event. *Mar Ecol Prog Ser* 212: 301–304.

Van Woesik R, Lacharnoise F, Koksals S. 2006. Annual cycles of solar insolation predict spawning times of Caribbean corals. *Ecology Letters* 9: 390–398

Van Woesik R. 2010. Calm before the spawn: global coral spawning patterns are explained by regional wind fields. *Proc. R. Soc. B* 277 : 715–722

Veron JCE. 2000. *Corals of the world*. Volume 1-2. Australian Institute of Marine Sciences and CRR Qld Pty Ltd.

Wallace CC. 1985. Reproduction, recruitment and fragmentation in nine sympatric species of the coral genus *Acropora*. Di dalam : Ananthasubramaniam eds (2011). Integrate and fire models of insolation driven entrainment of broadcast spawning in corals. *Theor Ecol* 4 : 69-85.

Wallace CC. 1999. *Staghorn corals of the world : A revision of the genus Acropora*. CSIRO, Australia. hlm 421.

Whittis BL, Van Oppen MJH, Miller DJ, Vollmer SV, Ayre DJ. 2006. The Role of Hybridization in the Evolution of Reef Corals. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst* 37:489–517

Yusuf S, Budimawan, Littay M, Fatmawati. 2006. Spawning of the top shell (*Trochus nilotichus*) using different injuced methods. *Jurnal Torani* Special Ed. 16 (5): 403-408

Yusuf S. 2000. Pengembangan kerang raksasa : upaya perlindungan jenis dan alternatif income masyarakat pulau-pulau kecil. *Prosiding Konperensi Nasional II Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan Indonesia, tanggal 15-17 Mei 2000 Hotel Sahid, Makassar*

