

Vol.5 No.2 Maret 2017

pISSN:2301-816X  
eISSN:2579-7638

# AQUASAINS

JURNAL ILMU PERIKANAN DAN SUMBERDAYA PERAIRAN



**JURUSAN PERIKANAN DAN KELAUTAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG**

# AQUASAINS

JURNAL ILMU PERIKANAN DAN SUMBERDAYA PERAIRAN

pISSN:2301-816X  
eISSN: 2579-7638

Vol.5 No.2 Maret 2017

## MITRA BESTARI

Prof. Dr. Ir. Sahala Hutabarat, M.Sc  
*Bidang Oseanografi*

Prof. Dr. Ocky Karna Radjasa, M.Sc  
*Bidang Bioteknologi Kelautan*

Dr. Neviaty P. Zamani  
*Bidang Biologi Kelautan*

Dr. Agus Putra. M.Sc  
*Bidang Imunologi dan Bahan aktif Lokal*

Dr Farok Afero, M.Sc  
*Bidang Ekonomi Perikanan*

Dr. Supono, M.Si  
*Bioteknologi*

Dr. Indra Gumay Yudha., M.Si  
*Bidang Ikhtyologi*

Margie Brite, M.Sc  
*Bidang Imunologi Ikan*

Chairil Anwar , M.Sc  
*Bidang Teknologi hasil perikanan*

Rahmadi Sunoko, M.Sc  
*Bidang kebijakan Pembangunan Kelautan*

## PENANGGUNG JAWAB

Siti Hudaidah

## PIMPINAN REDAKSI

Eko Efendi

## PENYUNTING AHLI

KETUA

Yudha T Adiputra

## ANGGOTA

Suparmono, Moh.Muhaemin, Wardiyanto, Qadar Hasani, Tarsim, Herman Yulianto, Henni Wijayanti, Munti Sarida, Rara Diantari, Berta Putri, Limin Santoso, Agus Setyawan, MahrusAli

## PENYUNTING TEKNIS

Deni Sapto Chondro Utomo

## KEUANGAN DAN SIRKULASI

Esti Harpeni

### Alamat Redaksi

#### Jurusan Perikanan dan Kelautan

Fakultas Pertanian Universitas Lampung

Jl. Sumantri Brodjonegoro No.1 Bandar Lampung 35144

Email: [aquasains@yahoo.com](mailto:aquasains@yahoo.com); [aquasains@gmail.com](mailto:aquasains@gmail.com)

Website: <http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JPBP>

<http://aquasains.wordpress.com/>

 COPYRIGHT©AQUASAINS 2017



Cover Desain : Tim Editorial

Photo Properties : (Pantai Putih Doh, Pesawaran) Redaksi



## **KATA PENGANTAR**

Puji Syukur Kehadirat Allah SWT karena Penyusunan Jurnal “AQUASAINS” telah selesai. Jurnal ini disusun untuk mengapresiasi dan mempublikasi hasil-hasil penelitian, dan kajian ilmiah bidang perikanan dan sumberdaya perairan. Untuk mendukung tujuan tersebut, jurnal ini mengkhususkan diri dengan materi-materi dalam bidang perikanan dan sumberdaya perairan. Edisi kelima Nomor dua ini memuat enam artikel yang diharapkan akan menambah wawasan dan pemahaman di bidang perikanan dan sumberdaya perairan.

Pada kesempatan ini redaksi menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah mengirimkan artikelnya-artikelnya. Redaksi akan membuka kesempatan seluas-luasnya bagi seluruh kalangan akademisi maupun praktisi baik dari dalam lingkungan maupun diluar Universitas Lampung untuk mempublikasikan hasil-hasil penelitiannya.

Akhir kata semoga jurnal ilmu perikanan dan sumberdaya perairan “AQUASAINS” ini dapat memberi manfaat yang sebesar-besarnya.

Bandar Lampung, April 2017

Redaksi



## Panduan Untuk Penulis

## Instruction For Author

### Persyaratan Legal

Penulis harus menjamin bahwa naskah tidak akan dipublikasikan dimanapun dalam bahasa yang sama atau berbeda tanpa izin dari pemilik hakcipta, yang menjamin hak pihak ketiga tidak akan dilanggar, dan penerbit tidak akan bertanggung jawab jika ada klaim dari pihak ketiga.

Penulis yang menyertakan bagian gambar atau teks yang sudah dipublikasikan di lain tempat yang membutuhkan izin dari pemilik harus menyertakan bukti seperti izin atau persetujuan yang diperoleh ketika akan mengirim makalahnya. Materi yang diterima tanpa bukti akan dianggap asli dari penulis. Naskah harus dilengkapi dengan "Pernyataan Pemindahan Hakmilik"

### Legal Requirement

The author(s) guarantee(s) that the manuscript will not be published elsewhere in any language without the consent of the copyright owners, that the rights of third parties will not be violated, and that the publisher will not be held legally responsible should there be any claims for compensation.

Authors wishing to include figures or text passages that have already been published elsewhere are required to obtain permission from the copyright owner(s) and to include evidence that such permission has been granted when submitting their papers. Any material received without such evidence will be assumed to originate from the authors.

Manuscripts must be accompanied by the "Copyright Transfer Statement".

### Prosedur Editorial

Makalah harus merupakan hasil penelitian yang relatif baru. Semua naskah adalah subjek untuk peer review. Penulis harus mengirimkan naskahnya dalam bentuk elektronik dengan format LYX atau Word dan PDF ke alamat redaksi:

*Jurusan Budidaya Perairan*

*Fakultas Pertanian Universitas Lampung*

*Jl. Prof. Dr. Soemantri Brodjonegoro No.1 Bandar Lampung 35145*

*Email :*

[aquasains@yahoo.com](mailto:aquasains@yahoo.com)

[aquasains@gmail.com](mailto:aquasains@gmail.com)

Naskah yang dikembalikan ke penulis untuk revisi harus dikirim kembali dalam waktu 4 minggu, sebaliknya jika tidak akan dipertimbangkan telah menyatakan menarik diri.

Naskah yang dinyatakan ditolak tidak akan dikembalikan ke penulis (kecuali ilustrasi asli).

Makalah yang tidak sesuai dengan aturan jurnal akan dikembalikan ke penulis untuk direvisi sebelum dipertimbangkan untuk dipublikasi. Penulis bertanggung jawab terhadap keakuratan pustaka.

### Editorial Procedure

Papers must present scientific results that are essentially new. All manuscripts are subject to peer review.

Authors should submit their manuscripts electronically as Postscript or PDF to: *Jurusan Budidaya Perairan*

*Fakultas Pertanian Universitas Lampung*

*Jl. Prof. Dr. Soemantri Brodjonegoro No.1 Bandar Lampung 35145*

*Email :*

[aquasains@yahoo.com](mailto:aquasains@yahoo.com)

[aquasains@gmail.com](mailto:aquasains@gmail.com)

Manuscripts which are returned to the authors for revision should be sent back within 4 weeks; otherwise they will be considered withdrawn.

Rejected manuscripts will not be returned to the authors (except for original illustrations).

Papers that do not conform to the journal norms may be returned to the authors for revision before being considered for publication.

The author is responsible for the accuracy of the references.

### Persiapan Naskah

Untuk membantu penulis menyiapkan naskah, Aquasains akan menyediakan template dalam bentuk paket makro LYX dan template dalam bentuk word yang dapat digunakan dengan MS Office Word

### Manuscript Preparation

- General remarks To help you prepare your manuscript, Aquasains offers a LYX macropackage as well as a template that can be used with Winword 2007 or 2010 or higher.
- Title page The title page should include:

2007 dan 2010 atau versi yang lebih tinggi sesuai dengan perkembangan teknologi.

- **Halaman Judul.** Halaman judul harus termasuk:
  - Nama(nama) Penulis
  - Judul harus ringkas dan informatif
  - Intitusi yang berafiliasi dengan penulis dan alamat penulis
  - Alamat Email, telpon/HP dan nomor fax untuk korespondensi dengan penulis
- **Abstrak.** Tiap Makalah harus didahului dengan abstrak berisikan hasil yang paling penting dan kesimpulan yang dapat ditulis dalam bahasa indonesia atau bahasa inggris dengan tidak lebih dari 300 kata.
- **Kata Kunci.** Tiga atau enam kata kunci harus disediakan setelah abstrak untuk tujuan pengindeksan.
- **Singkatan.** Singkatan harus didefinisikan pada saat pertama kali disebutkan dalam abstraks dan disebutkan ulang pada tubuh naskah utama dan digunakan secara konsisten untuk selanjutnya.
- Daftar simbol yang harus mengikuti abstraks dalam bentuk daftar jika diperlukan. Penomoran Bab harus dalam bentuk desimal. Satuan Internasional (SI) harus digunakan.
- Catatan kaki yang mendasar pada teks harus diberi nomor secara berurutan dan ditempatkan pada bagian bawah halaman dimana dirujuk
- **Catatan Kaki.** Catatan pada halaman judul tidak diberikan simbol perujuk. Catatan kaki pada teks diberi nomor secara berurutan, begitu juga dengan tabel harus ditunjukkan dengan huruf kecil superscript (atau bintang untuk nilai signifikan dan data statistik lainnya).
- **Pendanaan.** Penulis diharapkan untuk mengungkapkan semua bentuk komersialisasi atau asosiasi lain yang mungkin memici konflik kepentingan yang berhubungan dengan materi yang dikirim. Semua sumber pendanaan yang mendukung pekerjaan dan institusi atau perusahaan yang berafiliasi dengan penulis harus diakui.
- **Apendiks.** Jika ada satu atau lebih apendiks, harus diberi nomr secara berurutan. Persamaan dalam apendiks harus ditujukan secara berbeda dari bagian utama makalah seperti (A1), (A2) dsb. Pada tiap apendiks persamaan harus diberi nomor secara terpisah.

- ❖ The name(s) of the author(s)
- ❖ A concise and informative title
- ❖ The affiliation(s) and address(es) of the author(s)
- ❖ The e-mail address, telephone and fax numbers of the communicating author
- **Abstract.** Each paper must be preceded by an abstract presenting the most important results and conclusions in english or Indonesian in no more than 300 words.
- **Keywords.** Three to six keywords should be supplied after the Abstract for indexing purposes.
- **Abbreviations** Abbreviations should be defined at first mention in the abstract and again in the main body of the text and used consistently thereafter.
- A list of symbols should follow the abstract if such a list is needed. Symbols must be written clearly. The numbering of chapters should be in decimal form. The international system of units (SI units) should be used.
- **Essential footnotes** to the text should be numbered consecutively and placed at the bottom of the page to which they refer.
- **Footnotes** on the title page are not given reference symbols. Footnotes to the text are numbered consecutively; those to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data).
- **Acknowledgements.** These should be as brief as possible. Any grant that requires acknowledgement should be mentioned. The names of funding organizations should be written in full.
- **Funding.** Authors are expected to disclose any commercial or other associations that might pose a conflict of interest in connection with submitted material. All funding sources supporting the work and institutional or corporate affiliations of the authors should be acknowledged.
- **Appendix.** If there is more than one appendix, they should be numbered consecutively. Equations in appendices should be designated differently from those in the main body of the paper, e.g. (A1), (A2) etc. In each appendix equations should be numbered separately.
- **References** The list of References should only include works that are cited in the text and that have been published or accepted for publication. Personal communications should only be mentioned in the text. If available the DOI can

- **Pustaka.** Daftar pustaka hanya yang termasuk kata dalam naskah yang disitir dan yang sudah dipublikasikan atau diterima untuk publikasi.

Komunikasi pribadi hanya disebutkan dalam teks. Jika tersedia DOI (Digital Object Identifier) dapat ditambahkan pada akhir dari pustaka dalam bentuk pertanyaan.

Pensitiran dalam teks harus ditunjukkan dengan nomor dalam kurung kuadrat seperti [1], [2] dsb. Pustaka harus diberi nomor dalam urutan dimana terlihat dalam teks dan didaftar dalam urutan numerik. Judl jurnal harus disingkat sesuai dengan aturan internasional yang berlaku. Pustaka dengan tanda baca yang benar harus mengikuti gaya seperti berikut:

**Artikel jurnal:**

Hijau T, Hitam J, Biru W (2010) Judul artikel. Singkatan Jurnal. Volume Nomor: halaman-halaman

**Buku:**

Hijau T, Hitam J (2012) Judul Buku. Lokasi: Penerbit. hal

**Buku dengan banyak Penulis:**

Biru W (2011) Judul Bab. Dalam: Hijau T, Hitam J (Eds) Judul Buku.

Lokasi: Penerbit., pp 1-50

Pustaka seperti “komunikasi pribadi” atau “data tidak dipublikasikan” tidak dapat dimasukkan dalam daftar pustak, tetapi harus disebutkan dalam tanda kurung; hal ini juga diterapkan pada makalah yang dipresentasikan pada pertemuan tetapi belum dipublikasikan atau diterima untuk publikasi. Tanggal harus diberikan untuk kedua bentuk “komunikasi pribadi” atau “data tidak dipublikasikan”

Makalah yang telah diterima untuk publikasi harus dimasukkan dalam daftar pustaka dengan nama jurnal dan ditambahkan keterangan “in press”.

Komunikasi oral hanya disebutkan dalam Pengakuan/ucapan terima kasih.

Makalah yang dipublikasikan online tetapi belum atau tidak dicetak dapat disitir menggunakan Digital Object Identifier (DOI). DOI harus ditambahkan pada akhir pustaka dalam bentuk pertanyaan

Contohnya: Ward J, Robinson PJ (2004) **How** to detect hepatocellular carcinoma in cirrhosis. Eur Radiol DOI 10.1007/s00330-004-1450-y

be added at the end of the reference in question.

Citations in the text should be identified by numbers in square brackets. *References should be numbered in the order in which they appear in the text and listed in numerical order.* Journal titles should be abbreviated. References with correct punctuation should be styled as follows:

**Journal articles:**

Green T, Black J, Blue W (2010) Title of article. Abbreviated journal title Vol No: page-page

**Books:**

Green T, Black J (2012) Book title. Publisher, location

**Multiauthor books:**

Blue W (2011) Chapter title. In: Green T, Black J (eds) Book title. Publisher, location, pp 1–50

References such as “personal communications” or “unpublished data” cannot be included in the reference list, but should be mentioned in the text in parentheses: this also applies to papers presented at meetings but not yet published or accepted for publication. A date should be given for both “personal communications” and “unpublished data”.

Papers which have been accepted for publication should be included in the list of references with the name of the journal and “in press”.

Oral communications should only be mentioned in the acknowledgements.

A paper published online but not (yet) in print can be cited using the Digital Object Identifier (DOI). The DOI should be added at the end of the reference in question.

Example: Ward J, Robinson PJ (2004) How to detect hepatocellular carcinoma in cirrhosis. Eur Radiol DOI 10.1007/s00330-004-1450-y

- **Illustrations and Tables.** All figures (photographs, graphs or diagrams) and tables should be cited in the text, and each numbered consecutively throughout. Lowercase letters (a, b etc.) should be used to identify figure parts. If illustrations are supplied with uppercase labeling, lowercase letters will still be used in the figure legends and citations.

Line drawings. Please submit good-quality prints. The inscriptions should be clearly legible.

Half-tone illustrations (black and white and color). Please submit well-contrasted photographic prints with the top indicated on the back.

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Ilustrasi dan Tabel.</b> Semua gambar (Foto, grafik atau diagram) dan tabel harus disitir dalam teks, dan diberi penomoran secara berurutan dengan nomer arab (1, 2, dst) untuk mengidentifikasi gambar atau tabel. Gambar atau foto atau grafik harus dikirimkan dalam kualitas terbaik untuk dicetak, untuk gambar dua warna (hitam dan putih) harus dikirim dengan kontras yang jelas. Beberapa gambar yang ditempatkan dalam satu plate dalam satu halaman harus dibuat legenda dengan singkat dan jelas yang dapat menjelaskan gambar. Legenda ditempatkan di bawah gambar, di atas sitiran untuk gambar. Tabel harus memiliki judul dan legenda untuk menjelaskan jika menggunakan singkatan dalam tabel. Catatan kaki untuk tabel digunakan untuk menjelaskan keterangan dari isi tabel dengan menggunakan superscript huruf kecil. Untuk menjelaskan signifikansi atau data statistik digunakan lambang bintang (asterik).</li> </ul>	<p>Plates. Several figures or figure parts should be grouped in a plate on one page. Figure legends must be brief, self-sufficient explanations of the illustrations. The legends should be placed at the end of the text. Tables should have a title and a legend explaining any abbreviation used in that table. Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data). For color illustrations the authors will be expected to make a contribution (£ 308, plus VAT) towards the extra costs, irrespective of the number of color figures.</p>
<p><b>Pengiriman Elektronik</b></p> <p>Teks dan gambar harus dikirim dalam file terpisah. Panduan teknis untuk menyiapkan naskah.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teks       <p>Jurnal aquasain hanya menerima file dengan format LYX (lebih disukai untuk yang sudah familier) atau format dokumen MS word. Untuk pengiriman naskah menggunakan perangkat lunak pengolah kata LYX harus menyertakan sumber aslinya dan dalam bentuk postscript atau pdf. Penulis dapat menggunakan paket makro LYX ataupun template word yang akan disediakan oleh radaksi.</p> <p>Panduan layout</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menggunakan huruf normal sederhana (seperti timesRoman) untuk teks           <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pilihan style yang lain:</li> <li>• Untuk teks yang membutuhkan perhatian, istilah asing, dan nama latin menggunakan tipe italic</li> </ul> </li> <li>2. Untuk tujuan khusus seperti vektor matematik gunakan tipe huruf tebal</li> <li>3. Gunakan penomoran halaman secara otomatis</li> <li>4. Untuk indentasi menggunakan tab stops dan tidak diperkenankan menggunakan space bar</li> <li>5. Untuk tabel menggunakan fungsi tabel dalam MS word, tidak menggunakan</li> </ol> </li> </ul>	<p><b>Electronic Submission</b></p> <p>Text and figures must be sent as separate files      Technical instructions for preparing your manuscript</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Text       <p>This journal accepts either LaTeX or Word documents.        LaTeX: The electronic version should include the original source (including all style files and figures) and a PostScript or PDF version of the compiled submission. Authors who prepare their papers with LaTeX are encouraged to use macropackage for this journal.</p> <p>Layout guidelines</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Use a normal, plain font (e.g., Times Roman) for text.           <p>Other style options:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ for textual emphasis use italic types.</li> <li>○ for special purposes, such as for mathematical vectors, use boldface type.</li> </ul> </li> <li>2. Use the automatic page numbering function to number the pages.</li> <li>3. Do not use field functions.</li> <li>4. For indents use tab stops or other commands, not the space bar.</li> <li>5. Use the table functions of your word processing program, not spreadsheets, to make tables.</li> </ol> </li> </ul>

<p>spreadsheet atau program Excell untuk membuat tabel</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Menggunakan editor persamaan dalam MS word</li> <li>7. Tabel dan gambar diletakkan di halaman akhir naskah</li> <li>8. Semua gambar yang ada dalam teks dikirimkan dalam file terpisah</li> </ol> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ilustrasi Siapkan gambar yang akan dikirim dalam format EPS untuk grafik vektor yang dapat dikspor dari program pengolah gambar atau perangkat lunak <i>image converter</i>, dan untuk gambar dua warna (hitam-putih) menggunakan format TIFF. Nama file (satu file untuk tiap gambar) juga termasuk nomor gambar. Legenda gambar harus disertakan dalam teks tidak dalam file gambar. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Resolusi pemindaian: gambar yang dipindai harus didigitasi dengan resolusi minimum 800 dpi untuk gambar berwarna dan 300 dpi untuk gambar dua warna.</li> <li>- Warna gambar disimpan dalam format RGB (8 bits tiap saluran).</li> <li>- Grafik vektor: huruf yang digunakan dalam grafik vektor harus sudah termasuk, tidak diperkenankan menggambar menggunakan hairline, minimum tebal garis adalah 0.2 mm (0.567 pt).</li> </ul> </li> </ul> <p>Format Data Untuk naskah awal pengiriman file disimpan dalam bentuk RTF (<i>Rich Text Format</i>) atau DOC atau DOCX atau format lain yang kompatibel dengan pengolah kata MS Word. Gambar dalam format EPS dan atau TIFF. Jika menggunakan pengolah kata LYX file disimpan dalam format berekstensi .lyx dan termasuk sumber aslinya dari makropaketnya dan dalam format <i>postscript</i> atau pdf. Informasi umum yang berisi judul, <i>Operating system</i> yang digunakan, program pengolah kata, program pengolah gambar, dan program kompresi file ditulis dalam program notepad atau wordpad. Semua file teks, ilustrasi atau gambar dan informasi umum dikirim dalam bentuk file kompresi ZIP, file diberi nama dengan hal yang mudah diingat (seperti nama penulis) tidak lebih dari 8 karakter tidak menggunakan simbol khusus. File dikirim ke alamat redaksi jurnal Aquasains di : aquasains@yahoo.com atau</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>6. Use the equation editor of your word processing program or MathType for equations.</li> <li>7. Place any figure legends or tables at the end of the manuscript.</li> <li>8. Submit all figures as separate files and do not integrate them within the text.</li> </ol> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Illustrations The preferred figure formats are EPS for vector graphics exported from a drawing program and TIFF for halftone illustrations. EPS files must always contain a preview in TIFF of the figure. The file name (one file for each figure) should include the figure number. Figure legends should be included in the text and not in the figure file. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scan resolution: Scanned line drawings should be digitized with a minimum resolution of 800 dpi relative to the final figure size. For digital halftones, 300 dpi is usually sufficient.</li> <li>- Color illustrations: Store color illustrations as RGB (8 bits per channel) in TIFF format.</li> <li>- Vector graphics: Fonts used in the vector graphics must be included. Please do not draw with hairlines. The minimum line width is 0.2 mm (i.e., 0.567 pt) relative to the final size.</li> </ul> </li> </ul> <p>Data formats Save your file in two formats:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Text: RTF (Rich Text Format) or Microsoft Word compatible formats Figures: EPS or TIFF.</li> <li>2. PDF (a single PDF file including text, tables and figures). Make sure that all fonts are embedded. name (one file for each figure) should include the figure number. Figure legends should be included in the text and not in the figure file. General information on data delivery Please send a zip file (text and illustrations as separate files) to: aquasains@yahoo.com atau aquasains@gmail.com</li> </ol> <p>Please always supply the following information with your data: journal title, operating system, word processing program, drawing program, image processing program, compression program. The file name should be memorable (e.g., author name), have no more than 8 characters, and include no accents or special symbols. Use only the extensions that the program assigns automatically.</p>
--	--

<p>aquasains@gmail.com</p>	
<p><b>Materi Elektronik Pelengkap (MEP)</b></p> <p>Untuk artikel dalam jurnal ini yang akan dipublikasikan disediakan materi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Dikirim ke Editor dalam bentuk elektronik bersama dengan makalah sebagai subjek untuk peer review</li> <li>○ Diterima Editor</li> </ul> <p>MEP terdiri atas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Informasi yang tidak mungkin dicetak seperti animasi, klip video, rekaman suara dsb.</li> <li>- Informasi yang lebih tepat dalam bentuk elektronik seperti rangkaian/sequence, data spektral dsb.</li> <li>- Data asli yang besar yang berhubungan dengan makalah seperti tabel tambahan, ilustrasi (berwarna dan atau hitam putih) dsb.</li> </ul> <p>Setelah makalah dinyatakan diterima oleh Editor MEP akan dipublikasikan sebagaimana yang diterima dari penulis hanya dalam versi online. Referensi akan diberikan pada versi cetak.</p>	<p><b>Electronic supplementary material (ESM)</b></p> <p>for an article in the journal will be published in aquasains provided the material is:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ submitted to the Editor(s) in electronic form together with the paper and is subject to peer review</li> <li>○ accepted by the journals Editor(s)</li> </ul> <p>ESM may consist of</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• information that cannot be printed: animations, video clips, sound recordings</li> <li>• information that is more convenient in electronic form: sequences, spectral data, etc.</li> <li>• large original data that relate to the paper, e.g. additional tables, illustrations (color and black &amp; white), etc.</li> </ul> <p>After acceptance by the journals Editor(s) ESM will be published as received from the author in the online version only. Reference will be given in the printed version.</p>
<p><b>Perbaikan/Koreksi</b></p> <p>Penulis harus menyertakan membuat bukti koreksi pada printout dalam file pdf, pengecekan bahwa teks sudah lengkap dimana gambar dan tabel sudah termasuk di dalamnya. Setelah publikasi online, selanjutnya perubahan hanya dapat dilakukan dalam bentuk Erratum yang akan di hyperlink-kan dengan artikel.</p> <p>Penulis hanya. Perubahan mendasar dalam isi seperti hasil terbaru, nilai terkoreksi, judul dan kepengarangan tidak diperkenankan tanpa persetujuan dari editor yang bertanggung jawab. Dalam kasus ini harap menghubungi Pimpinan Redaksi sebelum mengembalikan bukti ke penerbit.</p>	<p><b>Proofreading</b></p> <p>Authors should make their proof corrections on a printout of the pdf file supplied, checking that the text is complete and that all figures and tables are included. After online publication, further changes can only be made in the form of an Erratum, which will be hyperlinked to the article. The author is entitled to formal corrections only. Substantial changes in content, e.g. new results, corrected values, title and authorship are not allowed without the approval of the responsible editor. In such a case please contact the Editor-in-Chief before returning the proofs to the publisher.</p>



# AQUASAINS

## DAFTAR ISI VOL 5 No. 2

<i>Subhan, A. Ginong Pratikino</i> Coral Recruitment onto Concrete Artificial Reef In Hari Island, Southeast Sulawesi .....	463 - 468
<i>Vivi Endar Herawati, Ristiawan Agung Nugroho, Tristiana Yuniarti, Trisnani Dwi Hapsari, Pinandoyo, Johannes Hutabarat</i> Analysis of Different Natural Feed Consumption On Growth and Survival Rate of Eel ( <i>Monopterus albus</i> ) in Clear Water System .....	469 - 474
<i>Muhammad Zamhar Auli Shubhi, Yohana S. Kusumadewi, Denah Suswati</i> Study of Suitability and Environmental Carrying Capacity for Barramundi ( <i>Lates calcarifer</i> . Bloch) Culture in Waters of Lemukutan Island and Penata Besar Island, Bengkayang Region, West Kalimantan .....	475 - 488
<i>Ristiawan Agung Nugroho, Pinandoyo, Tristiana Yuniarti, Vivi Endar Herawati</i> Deposit Structure Character CaCO <sub>3</sub> on The Shells of Scallop ( <i>Amusium pleuronectes</i> ) as Bio-Indicators of Environmental Conditions in The Batang Waters .....	489 - 494
<i>Pinandoyo, Johannes Hutabarat, Ristiawan Agung Nugroho, Vivi Endar Herawati</i> Effects of Vitamin C in High-Energy Feeds on Growth and Survival Rate of Tiger Grouper Seeds ( <i>Epinephelus fuscoguttatus</i> ) .....	495 – 500
<i>Ahmad Mustawa, Esti Harpeni, Moh. Muhaemin</i> Effectivity of Light Intensity on Color Gradation and Carotenoids Content of <i>Lobophyllia hemprichii</i> .....	501 - 506





**Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian Universitas Lampung**  
 Jl. Prof. Dr. Soemantri Brodjonegoro No.1, Gedung Meneng, Bandar Lampung 35145.  
 Email : [aquasains@yahoo.com](mailto:aquasains@yahoo.com);  
[aquasains@gmail.com](mailto:aquasains@gmail.com)  
 Website : <http://ejournal.unila.ac.id/2012/09/10/aquasains/>  
<http://perikanan.unila.ac.id/index.php/aquasains.html>;  
<http://aquasains.wordpress.com/>

## **PERNYATAAN PEMINDAHAN HAK MILIK (COPYRIGHT TRANSFER STATEMENT)**

Ketika naskah diterima untuk dipublikasikan, Hak Milik dipindahkan ke Jurnal Aquasains. Pemindahan Hak Milik memindahkan kepemilikan eksklusif untuk mereproduksi dan mendistribusikan naskah, termasuk cetakan lepas, penerjemahan, reproduksi fotografi, mikrofilm, material elektronik (*offline* maupun *Online*) atau bentuk reproduksi lainnya yang serupa dengan aslinya.

*When the article is accepted for publication, its copyright is transferred to Aquasains Journal. The copyright transfer conveys the exclusive right to reproduce and distribute the article, including offprint, translation, photographic reproduction, microfilm, electronic material, (offline or online) or any other reproduction of similar nature.*

Penulis menjamin bahwa artikel adalah asli dan bahwa penulis memiliki kekuatan penuh untuk memublikasikannya. Penulis menandatangani dan bertanggungjawab untuk melepaskan bahan naskah sebagian atau keseluruhan dari semua penulis. Jika naskah merupakan bagian dari skripsi mahasiswa, maka mahasiswa tersebut wajib menandatangani persetujuan bahwa pekerjaannya akan dipublikasikan.

*The Author warrant that this article is original and that the author has full power to publish. The author sign for and accepts responsibility for releasing this material on behalf of any and all-author. If the article based on or part of student's thesis, the student needs to sign as his/her agreement that his/her works is going published.*

Judul Naskah : .....

*Title of Article* .....

Penulis : .....

*Author* .....

Tanda Tangan Penulis : .....

*Author's Signature* .....

Tanda Tangan Mahasiswa : .....

*Student's Signature* .....

Tanggal : .....

*Date* .....



## CORAL RECRUITMENT ONTO CONCRETE ARTIFICIAL REEF IN HARI ISLAND, SOUTHEAST SULAWESI

Subhan<sup>1</sup> · Asrin Ginong Pratikino<sup>1</sup>

**Ringkasan** *Study on coral recruitment in artificial reefs was carried out in Hari Island, Southeast Sulawesi. Data collection was conducted by calculating the number of genus colony and measuring coral size using visual census method equipped with scuba diving and an underwater camera. The construction of artificial reefs would vertically expand the profile of the survival of juvenile coral recruitment, where 95 new colonies of the recruitment had successfully been observed. Moreover, there were 10 genus of stony coral (Scleractinia) managed to be identified with the abundance proportion of Pocillopora, Acropora, Fungis, Leptoseris, Cynarina, Seriotopora, Acanthastrea, Favites, Montipora, Oxypora. The entire coral recruitment was dominated by genus Pocillopora reaching 80.0%. The coral recruitment in artificial reefs showed that there was potential coral recovery in the island.*

**Keywords** *Artificial reef, Coral Recruitmen, Pocillopora, Hari Island*

Received : 7 Februari 2017

Accepted : 27 Februari 2017

<sup>1</sup>Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Halu Oleo, Jl. H.E.Mokodompit Kampus Bumi tridharma Anduonohu Kendari 93232 phone/Fax: +62401 393782  
E-mail: lasubhan@gmail.com

### PENDAHULUAN

Terumbu buatan (*Artificial reefs*) merupakan bentuk upaya nyata dalam rehabilitasi dan restorasi terumbu karang yang telah mengalami kerusakan baik yang disebabkan oleh alam maupun manusia. Terumbu buatan dapat berupa satu atau beberapa objek dari bahan alami atau buatan manusia yang sengaja diletakkan di dasar laut (Lam, 2003), (SalinasdeLeon et al., 2011). Struktur terumbu buatan dapat dibuat dari berbagai material seperti ban bekas (Collins et al., 2002), struktur beton baik yang berbentuk kubah atau piramida, tumpukan batu/rock piles (McClanahan et al., 2005), mobil bekas, gerbong kereta atau kapal bekas (Fowler and Booth, 2012). Terumbu buatan yang disusun sedemikian rupa sehingga dapat menjadi rumah, pelindung, tempat mencari makan serta tempat memijah dan berkembang biak berbagai biota laut dan ikan dapat terwujud (Folpp et al., 2011), (Harris, 2009), (Langhamer, 2012) dan (Walker and Schlacher, 2014).

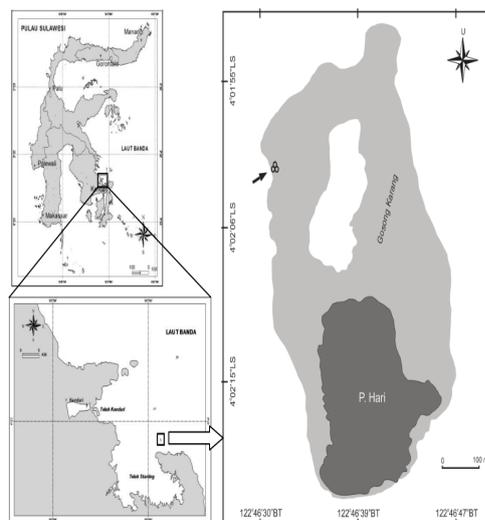
Sebagaimana halnya terumbu karang alami, terumbu buatan memiliki beberapa fungsi, yaitu : mengumpulkan organisme laut untuk meningkatkan efisiensi penangkapan (sebagai aktraktan), melindungi dan menyediakan area asuhan, meningkatkan produktifitas alami dengan menyediakan habitat baru yang permanen bagi biota penempel (*sessile*) dan menjaga keseimbangan siklus rantai makanan, serta menyiapkan habitat dan simulasi karang alami untuk spesies tertentu (Burt et al., 2009). Terumbu buatan juga berfungsi untuk memperce-

pat proses pemulihan (*recovery*) dari ekosistem terumbu karang yang rusak melalui penyediaan media penempelan (*settlement*) dan pertumbuhan larva karang (Burt et al., 2009); (Burt et al., 2011); dan (Finkel and Benayahu, 2007).

Pengukuran kelimpahan rekrutmen karang pada habitat alami berdasarkan jumlah anakan karang atau *juvenile* yang didefinisikan sebagai koloni karang berukuran  $\leq 5$  cm (Zamani et al., 2011a); (Golbuu et al., 2007), 2 dan 5 cm (Miller et al., 2006), 0.5-5.0 cm (McClanahan et al., 2005). Di dalam penilaian resiliensi terumbu karang, rekrutmen karang diestimasi berdasarkan jumlah koloni karang yang berukuran kecil, yaitu yang mempunyai diameter koloni terpanjang  $\leq 10$  cm (Bachtiar et al., 2012), (Obura and Grimsditch, 2009). Batasan ukuran koloni ini tidak memiliki makna secara biologis dan ekologis, tetapi dapat menunjukkan ada tidaknya proses rekrutmen karang di terumbu karang tersebut.

Penelitian mengenai rekrutmen karang pada terumbu karang di Indonesia masih sedikit dilakukan. Bachtiar and Prayoga (2011) telah melaporkan keberhasilan rekrutmen karang pada modul *Reef Ball* di Teluk Benete, Pulau Sumbawa NTB. Hasil penelitian Zamani et al. (2011b) menjelaskan bahwa terumbu buatan beton dapat digunakan secara efektif untuk membuat habitat baru bagi karang, ikan karang dan biota lainnya terutama pada ekosistem terumbu karang yang telah rusak.

Pulau Hari menjadi tempat penempatan terumbu buatan karena kondisi terumbu karang di sebagian wilayah ini telah rusak akibat pemboman ikan. Kondisi tersebut mendorong beberapa aktifitas lingkungan yang didukung oleh program CSR salah satu perusahaan BUMN untuk melakukan kegiatan rehabilitasi dalam bentuk penenggelaman terumbu buatan. Keberhasilan rehabilitasi karang dengan metode terumbu buatan dapat ditandai dengan kehadiran rekrut koloni karang baru yang melekat pada permukaan terumbu buatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan karang yang menempel (rekrutmen) pada terumbu buatan modul beton setelah 1 tahun pasca penenggelaman.



**Gambar 1** Lokasi penelitian dan penempatan modul terumbu buatan (tanda panah)

## MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2015 bertempat di gosong karang Pulau Hari, Kabupaten Konawe, Sulawesi Tenggara. Lokasi penempatan terumbu buatan berada pada posisi  $4^{\circ}02'02.38''\text{LS}$  dan  $122^{\circ}46'31.01''\text{BT}$  (Gambar 1). Sebanyak 5 unit terumbu buatan beton (Gambar 2) ditempatkan pada rata-rata substrat yang didominasi oleh pasir dan patahan karang (*rubble*) di kedalaman 4-6 m.

Pengamatan karang rekrut meliputi identifikasi berdasarkan genus, *lifeform* dan diameter koloni anakan karang. Pengambilan data dilakukan dengan menghitung jumlah koloni genus dan ukuran karang yang tampak secara visual (*visual census method*) (Burt et al., 2009), (Finkel and Benayahu, 2007). Pengamatan dilakukan dengan cara mengamati semua permukaan substrat beton untuk merekrut karang dengan bantuan alat selam SCUBA. Setiap rekrut karang difoto secara tegak lurus menggunakan kamera bawah air dengan pengaturan makro beserta penggaris disisi koloni sebagai acuan ukuran. Proses identifikasi karang dilakukan dengan melihat kenampakan dari karang tersebut melalui foto koloni dan foto *close up* koralit dan dibandingkan dengan buku identifikasi karang (Suharsono, 2008) dan (Veron, 2000).

Sebagai data pendukung dilakukan penilaian kondisi terumbu karang disekitar lokasi pene-



**Gambar 2** Modul terumbu buatan beton yang di tenggelamkan di perairan Pulau Hari yang ditenggelamkan pada November 2013.

litian yaitu pada daerah rata-rata terumbu dan lereng terumbu yang dekat dengan posisi terumbu buatan. Penilaian dilakukan dengan metode (*line intercept transect*, LIT) berdasarkan bentuk pertumbuhan *life form* dan genus karang (Harris, 2009).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan (Gambar 3) setelah se-tahun masa penenggelaman terumbu buatan di perairan Pulau Hari memperlihatkan adanya proses rekrutmen karang yang terjadi pada permukaan terumbu. Sekitar 95 anakan (rekrut) karang muda berhasil ditemukan selama penelitian. Berdasarkan sebaran ukuran diameter koloni kisaran 15-25 mm mendominasi dari keseluruhan pengamatan (Gambar 4).

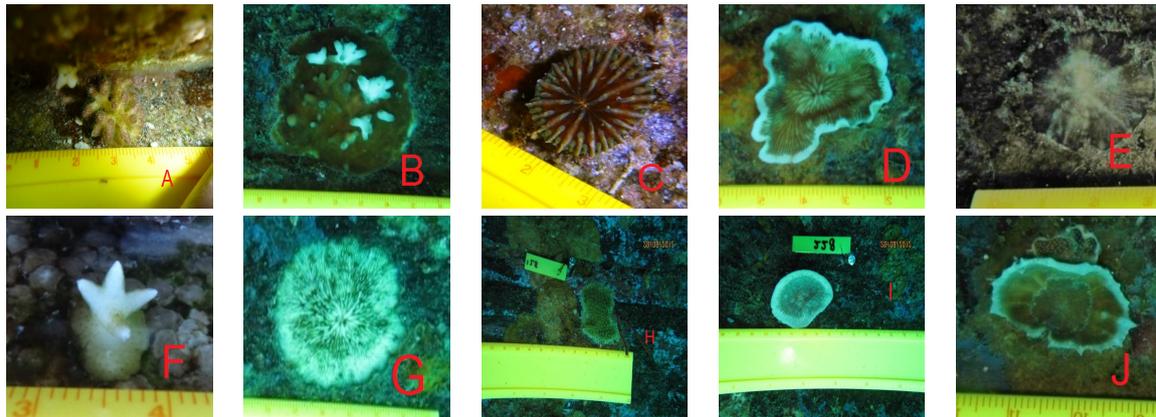
Rekrutmen karang yang berhasil diidentifikasi pada terumbu buatan di perairan Pulau Hari terdiri dari 10 genus karang batu (*Scleractinia*). Dari rekrutmen karang tersebut, Genus *Pocillopora* merupakan karang yang paling dominan dengan proporsi sebesar (80.0%), disusul dengan Genus *Acropora* (9.47%), Genus *Fungia* (3.16%) (Gambar 5). Beberapa genus karang lainnya yang berhasil diidentifikasi antara lain *Leptoseris*, *Cynarina*, *Seriotopora*, *Acanthastrea*, *Favites*, *Montipora*, *Oxypora*, masing-masing dalam proporsi yang sama (1.05%).

*Pocillopora* merupakan genus karang yang menonjol dalam penelitian ini (80%), hal yang sa-

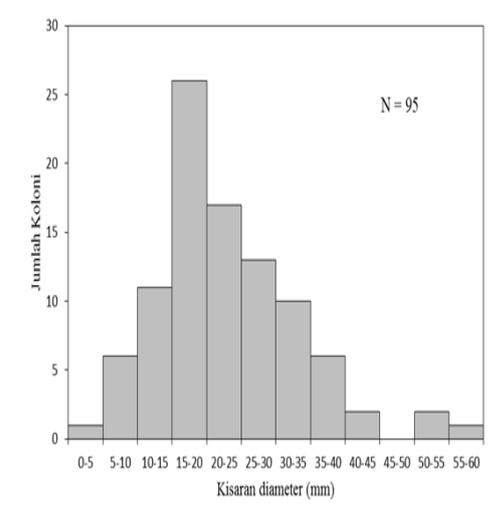
ma ditemukan juga dalam penelitian yang dilakukan oleh (Lee et al., 1978), (Nozawa et al., 2011), (Price, 2010), dan (SalinasdeLeon et al., 2011). Dalam penelitiannya Lee et al. (1978) menemukan bahwa *Pocillopora domicornis* rekrut setelah 3 hari pelepasan larva oleh induknya, planulasi *P. domicornis* mengikuti siklus bulan dan pelepasan larva terjadi setelah bulan baru. Karang dari anggota *Pocilloporidae* merupakan salah satu karang perintis di ekosistem terumbu karang, keberadaannya sangat menentukan keberhasilan rekrutmen karang jenis lainnya (Veron, 2000), *Pocilloporidae* mampu mengkolonisasi substrat sesegera mungkin, sehingga anggota family ini merupakan jenis pionir dalam mengkolonisasi substrat baru (Baird and Morse, 2004), (Petersen et al., 2005). Selain itu, anggota *Pocilloporidae* dilaporkan mampu memijah sepanjang tahun, sehingga keberadaannya di komunitas karang dewasa yang sudah mantap sering mendominasi (Golbuu et al., 2007), Rahman et al. (2014).

Sebagai pembandingan, penelitian yang dilakukan oleh Munasik et al. (2006) di perairan Pulau Panjang, Jawa Tengah bahwa karang dan larva karang *P. damicornis* melimpah di salah sisi selatan pulau diduga akibat pola arus di telah mempertahankan larva di perairan yang ditandai oleh keberhasilan rekrutmen di sisi selatan sehingga wilayah ini berperan sebagai larval trap. Begitu pula penelitian Rudi et al. (2005) menjelaskan adanya dominasi Genus *Pocillopora* yang menempel pada substrat uji diperkirakan berhubungan erat dengan strategi reproduksinya. Jenis ini menghasilkan keturunan baru melalui pengeraman (*brooding*), berbeda dengan misalnya dengan *Acropora* yang bersifat memijah (*spawning*). Pada spesies yang mengerami, telur-telur dibuahi secara internal, lalu embrio berkembang menjadi larva planula di dalam polip karang itu sendiri. Sebaliknya spesies yang memijah akan melepaskan telur dan sperma ke dalam kolom air, berikutnya diikuti dengan fertilisasi eksternal dan perkembangan embrio.

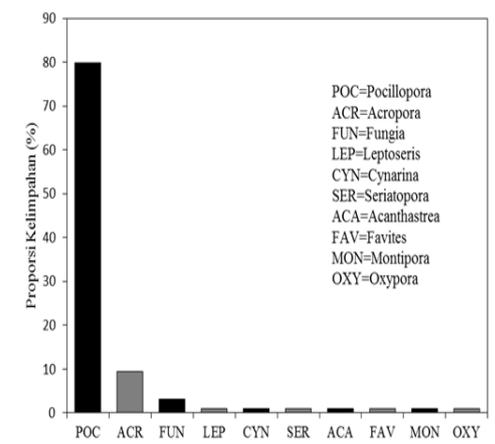
Pada dasarnya, proses rekrutmen karang diawali dengan perubahan planula karang dari fase planktonik menjadi bentik dan siap untuk melakukan penempelan pada substrat di dasar perairan. Menurut Burt et al. (2009), Burt et al. (2011), reproduksi dan rekrutmen adalah dua



**Gambar 3** Beberapa genus karang yang teramati (A=Pocillopora, B=Acropora, C=Fungia, D=Leptoseris, E=Cynarina, F=Seriatopora, G=Acanthastrea, H=Favites, I=Montipora, J=Oxypora).



**Gambar 4** Jumlah koloni semua genus karang berdasarkan kelas ukuran diameter (mm)



**Gambar 5** Distribusi kelimpahan rekrut (anakan) karang pada terumbu buatan di Pulau Hari

proses penting yang menentukan keberadaan dan kelangsungan suatu terumbu karang. Proses reproduksi menjamin terbentuknya koloni baru, sedangkan rekrutmen adalah proses bagaimana koloni baru hasil reproduksi sukses menjadi anggota baru dalam populasi. Proses rekrutmen ditandai dengan kemunculan calon koloni baru dalam ukuran relatif kecil (*juvenile*) pada habitat baru dan beradaptasi dengan baik dengan relung ekologisnya. Peristiwa ini dikenal juga dengan kolonisasi yang sangat tergantung dengan ketersediaan larva dan substrat untuk penempelan.

Selain faktor internal biologis terdapat beberapa faktor lain (*eksternal*) yang mempengaruhi penempelan larva karang pada terumbu buatan seperti ketersediaan substrat keras dan kompetisi. Jika sebuah terumbu buatan ditempatkan diperairan, proses suksesi biota penempel akan terjadi. Kontruksi terumbu buatan akan memperluas profil secara vertikal bagi kehidupan biota penempel (*sessile*) (Walker and Schlacher, 2014). Diawali dengan penempelan mikroorganisme terutama oleh bakteri (*Cyanobacteria*) dan diatom yang tumbuh berlipat kali secara cepat. Bersama dengan debris dan bahan organik partikulat lainnya, mikroorganisme ini membentuk lapisan film pada permukaan benda. Tahap ini merupakan tahap primer dimana mikroorganisme berperan sebagai perintis bagi organisme penempel berikutnya yang umumnya berukuran lebih besar. Selanjutnya, organisme seperti alga coklat dan merah, teritip, ascidian dan zooantid akan bersaing de-

ngan larva karang yang menempel (Salinasde-Leon et al., 2011).

Proses rekrutmen karang hanya dapat dipahami melalui studi terumbu karang dalam suatu area yang luas, tidak hanya pada tempat-tempat kecil yang terpisah-pisah (Rudi et al., 2005). Dengan demikian pengelolaan terumbu karang sebaiknya didasarkan pada pemahaman mengenai rekrutmen yang menentukan kondisi terumbu karang di masa yang akan datang. Lebih lanjut Bachtiar et al. (2012) menambahkan bahwa mengetahui potensi rekrutmen karang sangat penting di dalam pengelolaan terumbu karang, karena potensi pemulihan terumbu karang tergantung pada rekrutmen karang.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian rekrutmen karang pada terumbu buatan di Pulau Hari menunjukkan bahwa Genus *Pocillopora* dengan mendominasi anakan (rekrut) karang secara keseluruhan dengan nilai kelimpahan rekrut mencapai 80.0%. Adanya rekrutmen karang yang terjadi pada terumbu buatan menunjukkan adanya potensi pemulihan karang di Pulau Hari.

**Acknowledgements** Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada program Corporate Social Responsibility (CSR) PT Garuda Indonesia Airlines Tbk atas bantuan dan kerjasamanya mulai dari pengadaan terumbu buatan sampai proses penenggelaman. Selain itu ucapan terima kasih diberikan kepada Langkoe Diving Club (LDC) Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UHO, serta Hari Diving Club (HDC) atas bantuan persiapan peralatan selam Scuba dan rekan lawan tenaga penyelam.

## Pustaka

- Bachtiar, I., Abrar, M., and Budiyanto, A. (2012). Rekrutmen karang scleractinia di perairan pulau lembata (recruitment of scleractinian corals at lembata island waters). *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 17(1):1–7.
- Bachtiar, I. and Prayoga, W. (2011). Coral recruitment on reef balltm modules at the benete bay, sumbawa island, indonesia. *Journal of Coastal Development*, 13(2):119–125.
- Baird, A. H. and Morse, A. N. (2004). Induction of metamorphosis in larvae of the brooding corals *Acropora palifera* and *Stylophora pistillata*. *Marine and Freshwater Research*, 55(5):469–472.
- Burt, J., Bartholomew, A., Bauman, A., Saif, A., and Sale, P. F. (2009). Coral recruitment and early benthic community development on several materials used in the construction of artificial reefs and breakwaters. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 373(1):72–78.
- Burt, J., Bartholomew, A., and Sale, P. F. (2011). Benthic development on large-scale engineered reefs: a comparison of communities among breakwaters of different age and natural reefs. *Ecological Engineering*, 37(2):191–198.
- Collins, K., Jensen, A., Mallinson, J., Roenelle, V., and Smith, I. (2002). Environmental impact assessment of a scrap tyre artificial reef. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 59(suppl):S243–S249.
- Finkel, S. P. and Benayahu, Y. (2007). Differential recruitment of benthic communities on neighboring artificial and natural reefs. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 340(1):25 – 39.
- Folpp, H., Lowry, M., Gregson, M., and Suthers, I. M. (2011). Colonization and community development of fish assemblages associated with estuarine artificial reefs. *Brazilian Journal of Oceanography*, 59(SPE1):55–67.
- Fowler, A. and Booth, D. (2012). How well do sunken vessels approximate fish assemblages on coral reefs? conservation implications of vessel-reef deployments. *Marine biology*, 159(12):2787–2796.
- Golbuu, Y., Victor, S., Penland, L., Idip, D., Emaurois, C., Okaji, K., Yukihira, H., Iwase, A., and Van Woeseik, R. (2007). Palau coral reefs show differential habitat recovery following the 1998 bleaching event. *Coral Reefs*, 26(2):319 – 332.
- Harris, L. E. (2009). Artificial reefs for ecosystem restoration and coastal erosion protection with aquaculture and recreational amenities. *Reef Journal*, 1(1):235–246.
- Lam, K. K. (2003). Coral recruitment onto an experimental pulverised fuel ash–concrete artificial reef. *Marine pollution bulletin*, 46(5):642–653.
- Langhamer, O. (2012). Artificial reef effect in relation to offshore renewable energy conversion: state of the art. *The Scientific World Journal*, 2012.
- Lee, C. D., wang, S. B., and Kuo, C. L. (1978). Benthic and fish as biological indicator of water quality with references of water pollution control in developing countries. Bangkok.
- McClanahan, T., Maina, J., Starger, C., Herron-Perez, P., and Dusek, E. (2005). Detriments to post-bleaching recovery of corals. *Coral Reefs*, 24(2):230–246.
- Miller, R. J., Sharp, G. J., and O'Brien, E. M. (2006). Laboratory experiments on artificial reefs for american lobsters. *Journal of Crustacean Biology*, 26(4):621–627.
- Munasik, M., Sugianto, D. N., Pranowo, W. S., Suharsono, S., Situmorang, J., and Kamiso, H. (2006). Pola arus dan kelimpahan karang *Pocillopora damicornis* di pulau panjang, jawa tengah. *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 11(1):11–18.
- Nozawa, Y., Tanaka, K., and Reimer, J. D. (2011). Reconsideration of the surface structure of settlement

- plates used in coral recruitment studies. *Zoological Studies*, 50(1):53–60.
- Obura, D. and Grimsditch, G. (2009). *Resilience assessment of coral reefs: assessment protocol for coral reefs, focusing on coral bleaching and thermal stress*. IUCN Gland.
- Petersen, D., Laterveer, M., and Schuhmacher, H. (2005). Spatial and temporal variation in larval settlement of reefbuilding corals in mariculture. *Aquaculture*, 249(1):317–327.
- Price, N. (2010). Habitat selection, facilitation, and biotic settlement cues affect distribution and performance of coral recruits in french polynesia. *Oecologia*, 163(3):747–758.
- Rahman, A., Harris, A., and Jamaluddin (2014). Pola rekrutmen karang scleractinia pada kondisi lingkungan berbeda. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 14(3):209–219.
- Rudi, E., Soedharma, H., S, S. S., and Pariwono, J. I. (2005). Affinity of coral (scleractinia) recruitment on hard substrate. *Indonesian Journal of Aquatic Sciences and Fisheries*, 12(2):129–137.
- SalinasdeLeon, P., Carrera, A. C., Zeljkovic, S., Smith, D. J., and Bell, J. J. (2011). Scleractinian settlement patterns to natural cleared reef substrata and artificial settlement panels on an indonesian coral reef. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 93(1):80–85.
- Suharsono (2008). *Jenis-jenis Karang di Indonesia*. LIPI-Coremap Program.
- Veron, J. E. (2000). Corals of the world, vol. 1–3. *Australian Institute of Marine Science, Townsville*, pages 404–405.
- Walker, S. J. and Schlacher, T. A. (2014). Limited habitat and conservation value of a young artificial reef. *Biodiversity and conservation*, 23(2):433–447.
- Zamani, N. P., Abrar, M., and Nurwijaya, I. W. (2011a). Coral recruitment, survival and growth of coral species at pari island, thousand islands; jakarta: a case study of coral resilience. *Journal of Indonesia Coral Reefs*, 1(1):7–14.
- Zamani, N. P., Aziz, A. M., Kamal, M. M., and Subhan, B. (2011b). Coral settlement on concrete artificial reefs in pramuka island waters, kepulauan seribu, jakarta and managemnet option. *Journal of Indonesia Coral Reefs*, 1(1):55–64.

## ANALYSIS OF DIFFERENT NATURAL FEED CONSUMPTION ON GROWTH AND SURVIVAL RATE OF EEL (*Monopterus albus*) IN CLEAR WATER SYSTEM

Vivi Endar Herawati<sup>1\*</sup> · Ristiawan Agung Nugroho<sup>1</sup> · Tristiana  
Yuniarti<sup>1</sup> · Trisnani Dwi Hapsari<sup>1</sup> · Pinandoyo<sup>1</sup> · Johannes  
Hutabarat<sup>1</sup>

**Ringkasan** *This study used an experimental method with Completely Randomized Design 4 treatment 3 replication. The results showed that the giving of various types of feed gave significant effect ( $P < 0,05$ ) to EPP and RGR but not significant ( $P > 0,05$ ) to PER and survival rate. The feed that can increase EPP and RGR is the silk worm and snail. The feed of silk worm and snail can produce EPP of 7.33% and 5.75% while RGR value is 2.24% / day and 1.73% / day. The feed that can increase PER is a silk worm capable of generating PER of 0.23%. Water quality in maintenance media is in the appropriate range for the growth of rice eel (*M. albus*). Based on the results of research can be concluded that the feed that can increase eel growth is by giving the silk worm.*

**Keywords** *Feeding rate, survival rate, growth, eel, natural feed*

Received : 22 Februari 2017

Accepted : 15 Maret 2017

### PENDAHULUAN

Belut sawah merupakan jenis pakan yang mempunyai kadar protein tinggi mencapai 81,25 %.

<sup>1</sup>)Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro. Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah – 50275. Telp/fax. +6224 7474698  
E-mail: anshinvie@yahoo.com

KKP tahun 2015 memberikan data terjadi peningkatan untuk produksi belut baik dari dalam dan luar negeri, ekspor belut Indonesia ditujukan ke beberapa negara seperti China, Hongkong, Jepang, Singapura, Taiwan, Korea, Thailand. Tahun 2012 sebanyak 2.189 ton, tahun 2013 ekspor sekitar 2.676 ton, dan sampai akhir tahun 2014 sebanyak 4.744 ton meningkat sekitar 77,2 % dibandingkan tahun 2013 (Kurnia et al., 2013). Peningkatan produksi belut memberikan konsekuensi terhadap penyediaan belut yang berkualitas. Aspek penting dalam proses budidaya adalah pakan. Pakan merupakan faktor yang sangat penting dalam menunjang pertumbuhan dan kelangsungan hidup belut. Pemberian pakan yang sesuai dengan sifat hewan dapat memacu pertumbuhan dan produksi yang tinggi, salah satunya pemberian pakan dengan kandungan protein tinggi (Fujiani et al., 2015).

Pakan alami merupakan pakan terbaik ditinjau dari kualitas nutrisinya untuk pemenuhan kebutuhan nutrisi belut. Keong mas, bekicot, cacing sutra dan cacing tanah merupakan pakan alami dengan protein tinggi. Keong mas memiliki kandungan protein mencapai 51%, lemak 13,61%, serat 6,09% dan abu 24% (Anderson et al., 2004). Melimpahnya keong mas meresahkan petani karena dianggap hama, sehingga pemanfaatan keong mas untuk pakan belut merupakan bentuk usaha pengendalian hama berbahaya bagi sektor pertanian, khususnya pertanian padi. Bekicot memiliki kandungan protein tinggi berkisar 51,2 - 62%. Beki-

cot merupakan hama yang sering mengganggu tanaman, sehingga dimanfaatkan sebagai pakan dalam menunjang pertumbuhan. Cacing sutra sangat baik bagi pertumbuhan ikan air tawar karena kandungan proteinnya tinggi (Subandiyah and Aliyah, 2003). Kandungan gizi cacing sutra yaitu mengandung protein 57%, lemak 13,3%, serat kasar 2,04, abu 3,6% dan air 87,7% (Pursetyo et al., 2011). Cacing tanah salah satu pakan yang dapat dijadikan sebagai sumber protein. Cacing tanah mengandung protein 64-76%, pembiakannya pun tergolong mudah, sehingga cocok dijadikan pakan belut.

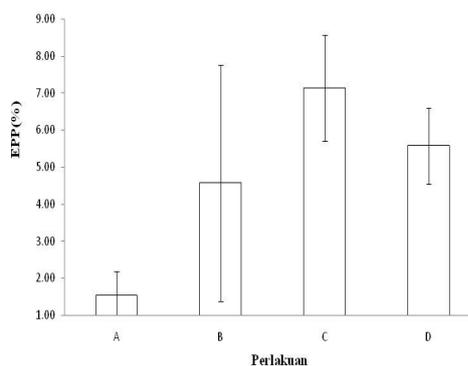
Beberapa penelitian tentang pakan belut telah dilakukan antara lain oleh Mashuri et al. (2011) menggunakan cacing tanah, cacing sutra, keong mas, ikan rucah dan pelet sebagai perlakuan; Fujiani et al. (2015) menggunakan cacing tanah, keong mas, pelet apung dan pelet tenggelam sedangkan Manurung et al. (2015) menggunakan cacing sutera yang ditambah pelet dan keong mas ditambah pelet. Berdasarkan beberapa penelitian tersebut maka tujuan dari penelitian ini mengkaji dan menganalisis tingkat konsumsi pakan alami berbeda terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan belut (*M. albus*) sistem budidaya air bersih.

## MATERI DAN METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap 4 perlakuan 3 ulangan. Perlakuan pemberian pakan menggunakan keong mas, bekicot, cacing sutra dan cacing tanah 5% dari bobot tubuh. Hewan uji adalah benih belut sawah (*M. albus*) dengan bobot  $5,68 \pm 0,35$ g/ekor yang dipelihara dalam kolam semen dilapisi plastik mulsa ukuran  $(50 \times 40 \times 40)$ cm<sup>3</sup>, lama pemeliharaan 30 hari, padat tebar 36 ekor/m<sup>2</sup>.

Perlakuan pada penelitian ini adalah pemberian pakan dengan daging keong (Perlakuan A), daging bekicot (Perlakuan B), cacing sutra (Perlakuan C) dan cacing tanah (Perlakuan D). Pakan yang diberikan disesuaikan dengan bukaan mulut belut. Sisa pakan diambil dan ditimbang pada pagi hari.

Pemeliharaan belut (*M. albus*) dilakukan selama 30 hari dengan frekuensi pemberian pak-



**Gambar 1** EPP rata-rata belut sawah pada masing-masing perlakuan.

an sebanyak satu kali sehari pada malam hari pukul 18.00 WIB. Pemberian pakan dilakukan dengan cara menimbang pakan sebanyak 5% dari bobot tubuh belut. Pakan yang diujikan yaitu daging keong, daging bekicot (*Achatina* sp.), cacing sutra dan cacing tanah. Pengukuran pertumbuhan bobot dan panjang belut dilakukan setiap 7 hari, sedangkan pengukuran faktor dari kondisi fisika dan kimia air media pemeliharaan meliputi suhu yang dilakukan setiap hari, pH dan DO dilakukan setiap 7 hari. Pengamatan pertumbuhan dilakukan selama 30 hari, sedangkan perhitungan kelulushidupan dilakukan dengan menghitung jumlah ikan pada awal dan akhir pemeliharaan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Efisiensi pemanfaatan pakan (EPP)

Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan nilai efisiensi pemanfaatan pakan pada tiap perlakuan. Nilai EPP rata-rata belut sawah pada masing-masing perlakuan tersaji dalam gambar 1.

Efisiensi pemberian pakan tertinggi pada Belut dengan pemberian pakan cacing sutra yaitu 7,14% dan terendah 1,55% dengan selisih 5,59%. Hasil analisis ragam data EPP belut sawah (*M. albus*) menunjukkan bahwa perbedaan jenis pakan memberikan pengaruh nyata dengan nilai F hitung > F tabel (0,05). Berdasarkan hasil analisis ragam yang menunjukkan perlakuan berpengaruh nyata terhadap EPP, selanjutnya dilakukan uji Duncan. Hasil uji Duncan

**Tabel 1** Uji Wilayah Ganda Duncan Nilai EPP pada Belut Sawah (*M. albus*) selama Penelitian

Perlakuan	Nilai Tengah	Selisih			
C	7,14	C			
D	5,57	1,57	D		
B	4,57	2,57	1,01	B	
A	1,55	5,60**	4,03*	3,02	A

Keterangan \*: Berbeda nyata ( $P < 0,05$ )

EPP belut sawah (*M. albus*) dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan hasil uji Duncan EPP pada belut sawah (*M. albus*) didapatkan bahwa perlakuan A berbeda sangat nyata terhadap perlakuan B, C dan D sedangkan perlakuan D berbeda nyata terhadap perlakuan B dan A.

Efisiensi pemanfaatan pakan menunjukkan nilai atau presentase dari pakan yang diberikan dapat dimanfaatkan oleh ikan. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbedaan jenis pakan memberikan pengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) untuk efisiensi pemanfaatan pakan pada belut sawah (*M. albus*). Pengaruh tersebut diduga karena perbedaan jenis pakan akan mempengaruhi perbedaan nutrisi dari jenis pakan yang diberikan pada tiap perlakuan. Nilai efisiensi pemanfaatan pakan dipengaruhi oleh jenis ikan, tingkat umur ikan, kualitas dari pakan yang diberikan dan frekuensi dari pemberian pakan (Khanh and Ngan, 2010).

Efisiensi pemberian pakan tertinggi pada Belut dengan pemberian pakan cacing sutra yaitu 7,14% dan terendah 1,55% dengan selisih 5,59% hal tersebut, diduga pakan pada perlakuan C memiliki kualitas nutrisi yang sesuai dengan kebutuhan belut sehingga ikan dapat memanfaatkan pakan secara efisien. Efisiensi pakan dipengaruhi oleh kualitas pakan, sehingga pakan tersebut dapat dicerna dengan baik oleh kultivan. Rerata hasil EPP terbaik pada perlakuan pakan cacing sutra juga diduga karena cacing sutra tidak memiliki kerangka skeleton sehingga mudah dicerna, gerakan yang lambat dan ukurannya kecil. Menurut Kurina et al. (2013), *Tubifex* sp. didalam usus tercerna lebih cepat hanya 1,5-2 jam. Efisiensi pemanfaatan yang tinggi menunjukkan bahwa penggunaan pakan yang efisien, sehingga protein yang dirombak hanya sedikit dan dapat digunakan untuk pertumbuhan.

Rerata hasil EPP terendah dicapai pada perlakuan A (pakan keong mas) yaitu  $1.55 \pm 1,79$  %. Berdasarkan hal tersebut, diduga kemampuan belut dalam menyerap nutrisi yang terkandung pada keong belum optimal. Menurut Chumaidi et al. (2005), kualitas pakan tidak hanya ditentukan oleh tingginya kandungan gizi namun juga ditentukan oleh kemampuan ikan mencerna dan menyerap pakan yang dimakan.

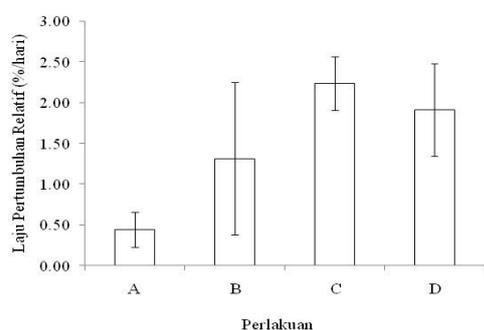
Nilai EPP pada penelitian ini dinilai lebih rendah dibandingkan dengan penelitian Fujiani et al. (2015) pada belut sawah (*M. albus*) yaitu sebesar 21,01 % dengan perlakuan berupa pakan daging keong emas. Perbedaan hasil pada penelitian ini diduga karena adanya perbedaan jumlah pemberian pakan. Nilai efisiensi pemanfaatan pakan dipengaruhi oleh jenis ikan, tingkat umur ikan, kualitas dari pakan yang diberikan dan frekuensi dan jumlah pemberian pakan.

#### Laju pertumbuhan relatif (RGR)

Pengukuran bobot yang dilakukan setiap satu minggu selama 30 hari masa pemeliharaan pada masing-masing wadah dengan perlakuan pemberian pakan yang berbeda, didapatkan nilai rata-rata pertumbuhan bobot pada tiap perlakuan dan laju pertumbuhan relatif belut sawah (*M. albus*). Nilai laju pertumbuhan relatif rata-rata belut sawah tertinggi pada perlakuan C yaitu 2,24%/hari dan terendah pada perlakuan A yaitu 0,44%/hari. Selisih pertumbuhan relatif rata-rata belut sawah yaitu 1,8%/hari. Pertambahan bobot tiap minggu dapat dibuat seperti pada Gambar 2.

Hasil analisis ragam data RGR belut sawah (*M. albus*) menunjukkan bahwa perbedaan jenis pakan berpengaruh nyata ditunjukkan dengan nilai F hitung > F tabel (0,05) terhadap RGR belut sawah (*M. albus*). Berdasarkan hasil analisis ragam yang menunjukkan perlakuan yang berpengaruh nyata terhadap RGR, selanjutnya dilakukan uji Duncan.

Berdasarkan hasil uji Duncan RGR pada belut sawah (*M. albus*) didapatkan bahwa perlakuan A berbeda sangat nyata terhadap perlakuan B, C dan D sedangkan perlakuan D berbeda nyata terhadap perlakuan B dan A.



**Gambar 2** Rata-Rata Pertambahan Bobot Belut Sawah (*M. albus*) per Minggu selama Penelitian

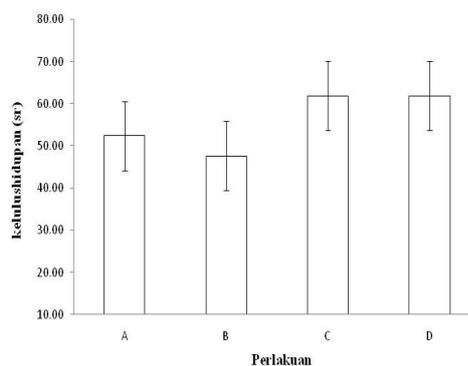
**Tabel 2** Uji Wilayah Ganda Duncan Nilai RGR pada Belut Sawah (*M. albus*) selama Penelitian

Perlakuan	Niai Tengah	Selisih			
C	2,24	B			
D	1,91	0,33	C		
B	1,31	0,92	0,59	D	
A	0,44	1,79**	1,46*	0,87	A

Keterangan \*: Berbeda nyata ( $P < 0,05$ )

Laju pertumbuhan relatif menunjukkan perubahan berat dalam kurun waktu tertentu. Berdasarkan hasil analisis ragam nilai RGR menunjukkan bahwa perbedaan jenis pakan memberikan pengaruh nyata pada belut sawah (*M. albus*). Nilai laju pertumbuhan relatif rata-rata belut sawah tertinggi pada perlakuan C yaitu 2,24%/hari dan terendah pada perlakuan A yaitu 0,44%/hari. Berdasarkan hasil penelitian, diduga kemampuan belut dalam menyerap kualitas pakan yang memiliki kandungan nutrisi sesuai dengan kebutuhan belut. Pernyataan tersebut sejalan dengan pendapat Lestari (2000), bahwa semakin besar nilai kecernaan suatu pakan, semakin banyak nutrisi pakan yang dimanfaatkan oleh ikan tersebut.

Rerata hasil RGR terendah dicapai pada perlakuan A (pakan keong mas) yaitu  $0,44 \pm 0,05$  %/hari. Berdasarkan hal tersebut, diduga kandungan nutrisi yang diserap oleh belut digunakan untuk penyesuaian atau adaptasi terhadap pakan dan media pemeliharaan, apabila energi tidak terpenuhi maka protein akan dirombak digunakan sebagai sumber energi, sehingga fungsi protein sebagai penunjang pertumbuhan berkurang. Hal ini juga diperkuat oleh Fujiani et al. (2015), tidak semua makanan yang dimakan oleh ikan digunakan untuk pertum-



**Gambar 3** Kelulushidupan (%) Belut Sawah (*M. albus*) selama Penelitian.

buhan. Sebagian besar energi dari makanan digunakan untuk pemeliharaan, sisanya untuk aktivitas, pertumbuhan.

Nilai RGR pada penelitian ini dinilai lebih rendah dibandingkan dengan penelitian Manurung et al. (2015), pada benih belut sawah (*M. albus*) nilai RGR yaitu 0,71 %/hari dengan pakan keong mas ditambah pelet. Perbedaan hasil pada penelitian ini diduga karena adanya kombinasi protein pada pakan. Protein yang berasal dari kombinasi berbagai sumber menghasilkan tingkat konversi yang lebih baik dari pada sumber tunggal apapun asalnya.

#### Kelulushidupan (SR)

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa nilai SR rata-rata belut sawah pada masing-masing perlakuan dari adalah 61,90% (perlakuan C dan D) dan 47,62% (perlakuan B). SR belut sawah (*M. albus*) selama penelitian tersaji dalam gambar 4.

Kelulushidupan merupakan presentase organisme yang hidup pada akhir pemeliharaan dari jumlah seluruh organisme awal pemeliharaan dalam wadah pemeliharaan. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbedaan jenis pakan tidak berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) untuk kelulushidupan pada belut sawah (*M. albus*). SR rata-rata belut sawah pada masing-masing perlakuan dari adalah 61,90% (perlakuan C dan D) dan 47,62% (perlakuan B).

Berdasarkan hasil pengamatan belut sawah selama pemeliharaan, kematian belut sawah di-

**Tabel 3** Kualitas Air pada Media Pemeliharaan belut sawah (*M. albus*) selama Penelitian

Perlakuan	Kisaran Nilai Parameter Kualitas Air		
	Suhu (°C)	pH	DO (mg/l)
A	23,6–26,5	7,05–7,85	4,00–4,58
B	23,7–26,3	7,06–7,84	4,03–4,56
C	23,6–26,3	7,06–7,80	4,08–4,51
D	23,7–26,3	7,06–7,84	4,03–4,56
Pustaka (Kelayakan)	25 – 28 <sup>a</sup>	6 – 8,7 <sup>b</sup>	3–5 <sup>c</sup>

duga akibat mengalami stress akibat penyesuaian terhadap media baru, pada habitat aslinya belut hidup pada tanah lumpur sedangkan pada pemeliharaan ini menggunakan media air jernih. Menurut Aditya and Djunaedi (2012), lingkungan yang baru dapat memberikan pengaruh yang nyata maka adaptasi perlu dilakukan minimal dalam jangka waktu satu minggu. Lama waktu adaptasi pada masing-masing individu diduga berbeda-beda. Hal ini juga diperkuat oleh Syarif (2015) perubahan habitat belut sawah pada pemeliharaan di media air tanpa substrat akan mempengaruhi kondisi fisiologisnya. Proses penyesuaian diri organisme dari alam yang kemudian dipelihara secara terkontrol dalam wadah budidaya akan mempengaruhi respons fisiologi dan tingkah laku.

Kematian pada belut juga diduga akibat pakan yang diberikan tidak seluruhnya dikonsumsi oleh belut sawah sehingga sisa pakan yang diberikan akan mempengaruhi kualitas air pada media pemeliharaan. Nilai SR pada penelitian media air jernih menghasilkan nilai terendah yaitu sebesar  $11,11 \pm 7,7\%$ . Diduga perbedaan hasil kelulushidupan karena tidak dilakukan aklimatisasi pada awal penelitian sehingga belut masih beradaptasi terhadap lingkungan baru. Menurut Mashuri et al. (2011) mengatakan bahwa proses aklimatisasi bertujuan untuk menyesuaikan lingkungan hidup belut yang baru dengan lingkungan asal dan untuk memastikan bahwa bibit belut yang akan diberi perlakuan tidak terjangkit penyakit tertentu yang dibawa dari habitat sebelumnya.

Hasil pengukuran kualitas air selama penelitian tersaji pada tabel 3. Hasil pengukuran parameter kualitas air menunjukkan bahwa kualitas air masih berada pada kisaran yang layak untuk budidaya belut (*M. albus*).

## SIMPULAN

Pakan yang dapat meningkatkan PER adalah cacing sutra yang mampu menghasilkan PER sebesar 0,23%. Kualitas air pada media pemeliharaan berada pada kisaran yang sesuai untuk pertumbuhan belut sawah (*M. albus*). Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pakan yang dapat meningkatkan pertumbuhan belut adalah dengan pemberian cacing sutra.

## Pustaka

- Aditya, B. P. and Djunaedi, S. A. (2012). Pemberian pellet dengan ukuran berbeda terhadap pertumbuhan kepiting bakau (*scylla serrata* forskal, 1755). *Journal Of Marine Research I (1)*, pages 146–152.
- Anderson, A., Mather, P., and Richardson, N. (2004). Nutrition of the mud crab, *scylla serrata* (forskal). *Mud crab aquaculture in Australia and Southeast Asia*.
- Chumaidi, Y., Suryanti, and Priyadi, A. (2005). Pemeliharaan ikan botia (*botia macracantha*) dengan pemberian pakan komersial dan pakan hidup (*pheretima* sp.). *Jurnal Aquacultura Indonesiana*, 6(2):47–51.
- Fujiani, T., Efrizal, E., and Rahayu, R. (2015). Laju pertumbuhan belut sawah (*monopterus albus* zuiew) dengan pemberian berbagai pakan. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*, 4(1).
- Khanh, N. and Ngan, H. (2010). Current practices of rice field eel *monopterus albus* (zuiew, 1973) culture in vietnam. *Aquaculture Asia Magazine*, 15(3).
- Kurnia, D. D., Alamsyah, M. A., and Luqman, E. M. (2013). Pengaruh substitusi artemia sp. dengan keong mas (*pomacea canaliculata*) dan cacing tanah (*lumbricus rubellus*) terhadap pertumbuhan dan retensi protein benih ikan gabus (*channa striata*). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan.*, 5(2):157–161.
- Lestari, S. (2000). *Pengaruh Kadar Ampas Tahu Yang Difermentasi Terhadap Efisiensi Pakan dan Pertumbuhan Ikan Mas (Cyprius carpio)*. PhD thesis, IPB (Bogor Agricultural University).

- Manurung, F. R., Yusni, E., and Lesmana, I. (2015). Pengaruh pemberian pakan berbeda terhadap pertumbuhan belut sawah (*monopterus albus*) yang dipelihara di dalam tong effect of different feed types on the growth of fresh water eels (*monopterus albus*) kept in the barrel. *AQUACOASTMARINE*, 6(1):13.
- Mashuri, Sumardjan, and abidin, Z. (2011). Pengaruh jenis pakan yang berbeda terhadap pertumbuhan belut sawah (*monopterus albus* zuiew). *Jurnal Perikanan Unram*, 1(1):1-7.
- Pursetyo, K. T., Satyantini, W. H., and Mubarak, A. S. (2011). Pengaruh pemupukan ulang kotoran ayam kering terhadap populasi cacing *tubifex tubifex*. *Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 3(2):177-182.
- Subandiyah, S. and Aliyah, S. D. (2003). Pengaruh substitusi pakan alami *tubifex* dan buatan terhadap pertumbuhan ikan tilan lurik merah *mastacembelus erythrotaenia* (bleeker, 1850). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 3(2):67-72.
- Syarif, A. F. (2015). *Keragaman Genetik Tiga Populasi Belut Sawah Monopterus Albus (Zuiew, 1793) Asal Jawa Barat Dan Respons Biometrik Pada Media Air Bersalinitas Tanpa Substrat*. PhD thesis, Bogor Agricultural University (IPB).

# STUDY OF SUITABILITY AND ENVIRONMENTAL CARRYING CAPACITY FOR BARRAMUNDI (*Lates calcarifer*. Bloch) CULTURE IN WATERS OF LEMUKUTAN ISLAND AND PENATA BESAR ISLAND, BENGKAYANG REGION, WEST KALIMANTAN

Muhammad Zamhar Auli Shubhi<sup>1\*</sup> · Yohana S. Kusumadewi<sup>2</sup> · Denah Suswati<sup>2</sup>

**Ringkasan** *The aim of this research are to study location suitability for developing Asian Seabass culture with floating cage culture system based on carrying capacity at Lemukutan Island and Penata Besar Island. The methods of this research include : field survey for assessing the biophysics characteristic of Lemukutan and Penata Besar Island, Geographical Information System for suitability analyze and carrying capacity analyze which compare to Kepmen LH No. 51 Years 2004. The results indicated that all the water quality parameters mostly good and suitable to support Asian Seabass culture. GIS results indicated that 1.564 Ha can be developed for Asian Seabass culture on the floating net cage, or arround 14,44% from the total 10.830,7 Ha with depth about more than 6 metres and less than 25 metres. Limited factor are sheltered area from the wave, wind and storm, current rate are generally more than 0,6 m/s and depth water some less than 6 m and more than 25 m.*

**Keywords** *Suitability, Carrying Capacity, Asian Seabass, Lemukutan Island and Penata Besar Island*

Received : 26 Februari 2017

Accepted : 17 Maret 2017

<sup>1</sup>Mahasiswa Magister Ilmu Lingkungan Universitas Tanjungpura; <sup>2</sup>Staf Pengajar Magister Ilmu Lingkungan Universitas Tanjungpura  
E-mail: zamhar\_as@yahoo.co.id

## PENDAHULUAN

Ikan laut yang mulai banyak dibudidayakan dengan sistem karamba jaring apung (KJA) selain kerapu dan bawal bintang adalah ikan kakap putih (*L. calcarifer*, Bloch), karena ikan kakap putih yang dipelihara di KJA lebih diminati konsumen dibandingkan dengan yang dipelihara di tambak. Budidaya dengan sistem KJA merupakan sistem budidaya ikan yang cocok diterapkan di kawasan pesisir, dimana kawasan pesisir merupakan perairan tergenang yang tidak dapat kering. Pertimbangan lainnya adalah fakta bahwa KJA merupakan sistem budidaya yang berasal dari Negara-negara di Asia tenggara termasuk Indonesia, namun berhasil dikembangkan oleh Negara-negara Eropa dan Amerika Utara dengan ikan salmon sebagai komoditas utamanya (Phillipose et al., 2013).

Kakap putih merupakan salah satu komoditas perikanan budidaya laut (*sea farming*) yang mempunyai prospek sangat cerah untuk dikembangkan. Selain karena teknologi pemeliharaannya yang sudah dikuasai juga karena daging kakap putih ini cukup diminati masyarakat dunia terutama Negara-negara Eropa bagian utara dan selatan (Ravisankar et al., 2010). Oleh karena itu, akhir-akhir ini semakin banyak industri yang bergerak dalam usaha budidaya kakap putih di Indonesia, seperti Fega Marikultura di Kepulauan Seribu, *Indonesia Mariculture Industries* di Kepulauan Riau, Fish farm milik group Japfa Comfeed di situbondo dan Bali, Philips Seafood serta Bali Barra di Bali. Selain itu, di

Kepulauan Yapen, Provinsi Papua Barat, secara resmi telah dilakukan peletakan batu pertama pembangunan Hatchery dan Nursery kakap putih yang merupakan kerjasama antara pemerintah Indonesia dengan pihak Norwegia sebagai negara yang sangat berhasil menerapkan teknologi untuk budidaya laut (*Komunikasi pribadi dengan Borge Soraas, 12 Februari 2016*).

Satu diantara aspek penting yang harus diperhatikan dalam pengembangan usaha budidaya kakap putih adalah pemilihan lokasi. Pemilihan lokasi yang tepat sangat terkait dengan faktor resiko, kemudahan dan ekologis. Faktor resiko yang dimaksud berkaitan dengan masalah keterlindungan, masalah keamanan, dan masalah konflik. Keterlindungan dimaksudkan untuk menghindari kerusakan fisik sarana budidaya laut, maka diperlukan lokasi yang terlindung dari pengaruh angin dan gelombang yang besar. Lokasi yang terlindung biasanya didapatkan di perairan teluk atau perairan terbuka tetapi terlindung oleh adanya karang atau pulau di depannya (Phillipose et al., 2013). Satu diantara wilayah pesisir di Kalimantan Barat yang mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai lokasi budidaya laut dengan sistem KJA adalah perairan di sekitar pulau Lemukutan dan Penata Besar Kabupaten Bengkayang. Kawasan yang masuk ke dalam kecamatan Sungai Raya Kepulauan ini memiliki sekitar 12 pulau terdiri dari pulau Penata Besar, Penata Kecil, Seluas, Semesak, Kera, Baru, Batu Rakit, Tempurung, Kabung, Batu Payung, Lemukutan dan Randayan (BPS, 2014). Adanya gugusan pulau-pulau kecil ini menjadi penghalang angin, gelombang dan arus dimana merupakan beberapa faktor yang sangat penting dalam pemilihan lokasi KJA.

Daya dukung lingkungan merupakan dasar pertimbangan utama dalam penentuan lokasi KJA sebagai indikasi untuk menunjukkan seberapa besar produksi yang bisa dihasilkan dan berkelanjutan. Budidaya ikan dalam KJA secara intensif akan menghasilkan limbah yang dapat memicu produktivitas dan merubah karakteristik biotik dan abiotik perairan, sementara budidaya semi intensif bisa menyebabkan *blooming alga (overcropping algae)* dan penurunan produktivitas sehingga mengakibatkan rendahnya kelangsungan hidup ikan budidaya

(Phillipose et al., 2013). Oleh karena itu, pertimbangan dalam pemilihan lokasi KJA yang tepat sangat penting dilakukan sebelum melakukan kegiatan budidaya tersebut. Daya dukung suatu spesies dalam lingkungan perairan dilihat dari aspek biologis adalah jumlah populasi dari spesies tersebut dapat mempertahankan hidupnya tanpa batas, mendapatkan makanan, tempat hidup, air dan kebutuhan lainnya tersedia di lingkungan tersebut. Daya dukung bervariasi tergantung pada aliran air, volume, temperature, oksigen terlarut, pH, ukuran dan spesies ikan. Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dikaji secara mendalam dan komprehensif mengenai kelayakan perairan sekitar pulau Lemukutan dan pulau Penata besar sebagai lokasi budidaya laut khususnya ikan kakap putih. Selain itu, perlu juga dikaji mengenai daya dukung lingkungan perairan sekitar pulau Lemukutan dan pulau Penata Besar untuk menentukan keberlanjutan usaha budidaya laut.

## MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di perairan sekitar Pulau Lemukutan dan Penata Besar Kabupaten Bengkayang Kalimantan Barat (Gambar 1) mulai bulan Maret 2016 sampai Agustus 2016. Pemilihan lokasi didasarkan atas pertimbangan keterlindungan lokasi dan akses dari daratan pulau Kalimantan, serta mulai berkembangnya kegiatan marikultur dengan sistem KJA di sekitar pulau Penata Besar.

Metode penelitian yang digunakan yaitu metode survey lapangan. Data yang dikumpulkan meliputi data primer dan data sekunder. Data primer berupa analisis parameter kualitas air serta hasil wawancara dengan penduduk setempat, sedangkan data sekunder meliputi data kondisi lingkungan dari data tertulis penelitian maupun data dari pemerintah setempat.

Analisis karakteristik sifat perairan merupakan kajian mengenai kondisi biofisik dan kimia perairan, meliputi kualitas perairan (fisika, kimia, dan biologi). Pengamatan kualitas air (Tabel 1) dilakukan untuk menentukan kelayakan perairan bagi kehidupan ikan Kakap putih. Sampel air diambil pada 5 titik lokasi sampling (Gambar 1) dengan masing-masing 3 ulangan.

**Tabel 1** Parameter, alat/metode pengukuran, dan tempat pengamatan penelitian

Parameter	Alat/Metode
Kecerahan	Secchi disk
Kedalaman	Echosounder
Substrat Dasar	SCUBA set
Kecepatan arus	currentmeter
Suhu	termometer
Salinitas	Hand Refraktometer
TSS	Gravimetri
pH	pH meter
DO	DO Meter
BOD	Winkler azide
NH <sub>3</sub> -N	Titrasi
NO <sub>3</sub>	Titrasi
NO <sub>2</sub>	Titrasi
Othopospat	Titrasi
Logam Pb	Spektrofotometer
Total Colliform	MPN
Kelimpahan Plankton	Sedgewick Rafter

**Gambar 1** Peta Lokasi Penelitian

Kesesuaian lokasi budidaya tiap stasiun penelitian dilakukan dengan membandingkan data hasil penelitian dengan standar lokasi budidaya dengan cara skoring data sebagaimana pada Tabel 2 (Adibrata, 2011), sementara untuk mengetahui luas lokasi berdasarkan kesesuaian tersebut dilakukan menggunakan operasi tumpang layer (*Overlay operation*).

Informasi mengenai daya dukung lingkungan perairan untuk budidaya kakap putih diperoleh melalui pendekatan data lapangan dengan nilai baku mutu lingkungan mengacu pada Kepmen LH No. 51 tahun 2004, tentang baku mutu air laut untuk biota laut (Tabel 3).

Indeks analisis kesesuaian kawasan budidaya Kakap Putih dengan sistem KJA di tiap stasiun diperoleh dari nilai total bobot kali skor untuk

9 parameter dengan nilai kelas sebagai berikut (Tabel 4).

Kelas S1 yaitu tingkat Kelas Kesesuaian dari Parameter Lingkungan Sangat sesuai, dimana kawasan tersebut sangat sesuai untuk budidaya ikan Kakap Putih tanpa faktor pembatas yang berarti terhadap penggunaannya secara berkelanjutan. Kelas S2 yaitu tingkat Cukup sesuai, dimana kawasan tersebut sesuai untuk menunjang kegiatan budidaya ikan Kakap Putih tetapi terdapat beberapa parameter lingkungan sebagai faktor pembatas karena tidak berada pada kondisi optimum. Kelas S3 yaitu tingkat Tidak sesuai, dimana kawasan perairan tersebut tidak sesuai untuk diusahakan bagi budidaya ikan Kakap Putih karena memiliki faktor pembatas yang sangat berat. Budidaya Kakap Putih dengan KJA biasanya direkomendasikan pada kelas S1 dan S2 yang selanjutnya disebut sebagai kawasan yang sesuai untuk budidaya Kakap Putih.

Untuk mengetahui sebaran nilai parameter kualitas air di perairan sekitar pulau Lemukutan dan Penata Besar serta luas perairan yang masuk kategori S1, S2 dan S3 dilakukan pemetaan menggunakan software Arc View GIS 3.2. Data yang diperoleh berupa parameter lingkungan dari setiap titik koordinat kemudian didigitasi dengan software ArcView Gis 3.2. Hasilnya dalam bentuk spasial yaitu peta tematik seperti tema suhu, salinitas, dan sebagainya. Setelah basis data terbentuk, dilakukan operasi tumpang susun (*overlay operations*) dengan software ArcGis 9.2 terhadap peta tematik tadi. Operasi tumpang susun dimulai dari layer yang paling penting ke yang kurang penting sehingga diperoleh peta arahan kesesuaian kawasan, layout dilakukan dengan software ArcView Gis 3.2. Data hasil penelitian lainnya yang berupa parameter kualitas air akan dianalisis secara deskriptif kemudian dibandingkan dengan baku mutu air berdasarkan pada Kepmen LH No. 51 tahun 2004, tentang baku mutu air laut untuk biota laut.

**Tabel 2** Skoring Data Kesesuaian Lokasi Budidaya

Parameter	Bobot	S1		S2		S3	
		Kelas	Skor	Kelas	Skor	Kelas	Skor
Keterlindungan	25	Sangat Terlindungan	5	Terlindungan	3	Terbuka	1
Kecepatan Arus (m/s)	25	0,2 – 0,4	5	0,1 - <0,2 atau >0,4-0,6	3	>0,6	1
Kedalaman	15	15 – 25	5	6 - <15 atau >25 – 40	3	<6 atau >40	1
Substrat	15	Pasir Berkarang	5	Pasir Berlumpur	3	Lumpur	1
Kecerahan (m)	10	> 5	5	3 – 5	3	< 3	1
Salinitas (ppt)	10	30 – 33	5	33 – 35	3	>35	1
Suhu (oC)	10	27 – 30	5	24 - <27 atau >30 – 34	3	<24 atau >34	1
Oksigen Terlarut (mg/L)	10	7 – 8	5	5 - <7 atau >8 – 10	3	<5 atau >10	1
pH	10	7,5 – 8	5	7 – <7,5 atau >8 – 8,5	3	<7 atau > 8,5	1
Total Bobot x Skor			650		390		130

**Tabel 3** Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut (Kepmen LH No. 51 Tahun 2004)

Parameter	Satuan	Baku Mutu
Total Suspended Solid	mg/L	20
Biological Oksigen Demand (BOD)	mg/L	2.0
Ammonia total (NH <sub>3</sub> -N)	mg/L	0.3
Fosfat (PO <sub>4</sub> -P)	mg/L	0.015
Timbal (Pb)	mg/L	0.008
Coliform	MPN/100ml	1000
Total Plankton	Sel/100ml	Tidak bloom

**Tabel 4** Kriteria Kesesuaian Lokasi Budidaya

Kelas	Analisis Kesesuaian	Skor
S1	Sangat Sesuai	>520 – 650
S2	Cukup Sesuai	260 – 520
S3	Tidak Sesuai	130 - <260

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Parameter Kesesuaian Lahan

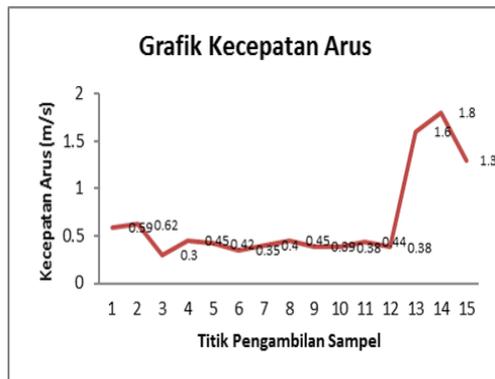
Hasil pengamatan menunjukkan bahwa keterlindungan lokasi di sekitar perairan pulau Lemukutan dan Penata besar pada tiap musim tidak sama, dimana pada musim angin Utara (Desember – Februari) semua stasiun penelitian masuk pada kategori S3 atau terbuka hal ini bisa dilihat dari ketinggian gelombang dan kecepatan angin pada bulan-bulan tersebut. Sementara pada musim Timur (Maret – Mei) stasiun 3 (Teluk Surau), 4 (Lemukutan selatan) dan 5 (timur Penata) bisa dikategorikan ke dalam S1, dimana angin bertiup dari arah timur (daratan pulau Kalimantan) dan tertahan oleh pulau-pulau yang ada di depannya. Stasiun 1 (Teluk Cina) dan stasiun 2 (Teluk Melano) masuk ke dalam kategori S2 dimana angin langsung mengarah ke kedua stasiun tersebut tanpa adanya barrier di depannya.

Pada musim angin Selatan (Juni – Agustus) semua stasiun penelitian masuk ke dalam kategori S3 dimana angin bertiup dari arah timur pulau (Laut Jawa) ke arah Laut China Selatan. Musim angin Barat (September – Nopember) angin bertiup dari arah barat pulau (laut Natuna), lokasi stasiun penelitian yang kesemuanya berada di sebelah timur pulau relatif terlindungan dan masuk ke dalam kategori S2, hanya saja pada musim barat ini berdasarkan informasi dari warga setempat angin terkadang berubah arah dan ketinggian gelombang tidak bisa diprediksi.

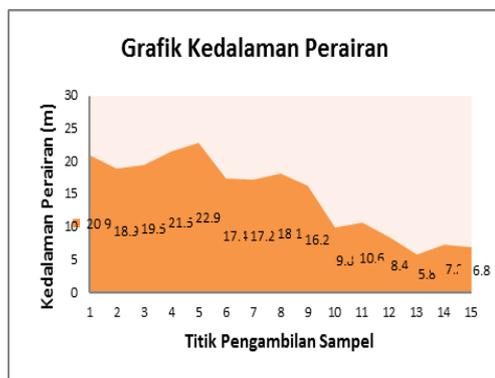
Ikan kakap putih merupakan ikan perenang aktif dan juga katadromous kondisi perairan yang bergelombang tidak akan terlalu mempengaruhi kelangsungan hidup maupun pertumbuhan ikan ini. Keterlindungan lokasi lebih erat kaitannya dengan struktur dan ketahanan KJA, gelombang besar dan badai bisa menyebabkan kerusakan struktur KJA maupun tali temali dan jangkar penahan KJA. Oleh karena itu, pertimbangan mengenai material penyusun KJA, diameter tali dan bobot jangkar harus disesuaikan dengan kondisi rencana lokasi KJA. Selain itu, jika memperhatikan keterlindungan lokasi berdasarkan musim maka sebaiknya periode budidaya dilakukan hanya pada musim-musim selain musim angin utara (antara bulan Maret – Nopember) setiap tahunnya.

Hasil pengukuran arus di tiap stasiun cukup bervariasi dengan kisaran antara 19 cm/det sampai dengan 62 cm/det. Rata-rata kecepatan arus di tiap stasiun ditunjukkan oleh Gambar 2.

Pengukuran kedalaman perairan dilakukan pada lokasi perairan dengan jarak rata-rata 0,25 mil atau lebih dari bibir pantai, lokasi-lokasi pengambilan sampel tersebut sebisa mungkin



Gambar 2 Grafik Kecepatan Arus di Tiap Stasiun



Gambar 3 Grafik Kedalaman Perairan di Tiap Stasiun

menghindari lokasi terumbu karang yang pada umumnya berada pada kedalaman 0 – 7 meter. Kedalaman perairan di setiap stasiun berada pada kisaran 5,8 – 22,9 meter. Secara lengkap disajikan pada Gambar 4 dengan sebarannya digambarkan pada peta bathimetri (Gambar 3).

Secara umum, semua stasiun penelitian mempunyai rata-rata kedalaman yang sesuai untuk budidaya kakap putih dengan sistem KJA. Kedalaman ideal untuk budidaya ikan kakap putih ini adalah minimal dua kali kedalaman jaring yang digunakan diukur pada saat surut terendah. Hal ini dimaksudkan agar sirkulasi air terjadi baik dari arah samping maupun bawah KJA. Semakin dalam sampai dengan kedalaman tertentu lebih menguntungkan bagi pembudidaya maupun ikan itu sendiri karena sisa pakan dan feses ikan akan berada jauh di dasar perairan sehingga diharapkan tidak terlalu mempengaruhi kualitas air di atasnya. Budidaya ikan yang biasa dilakukan oleh masyarakat pada umumnya berada dekat dengan pantai dengan

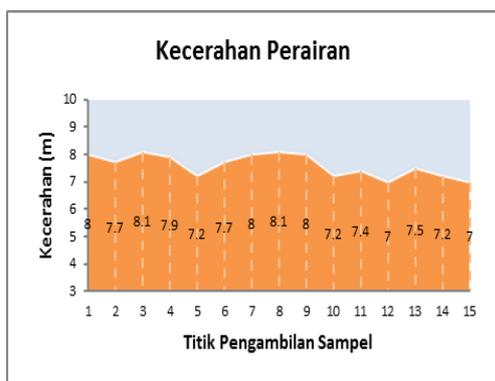
kedalaman antara 5 – 10m, sementara budidaya yang dilakukan secara intensif oleh pihak swasta skala industri biasanya akan memilih lokasi dengan kedalaman antara 15 – 30m. jika melihat peta sebaran kedalaman di atas, maka perairan sekitar pulau Lemukutan baik untuk dijadikan lokasi budidaya rakyat maupun skala industri.

Hasil pengamatan di setiap stasiun menunjukkan bahwa substrat dasar perairan berupa pasir berlumpur dengan persentase berbeda dimana pada stasiun 1, 3 dan 4 secara visual persentase pasir lebih tinggi daripada lumpur sementara stasiun 2 dan 5 hampir terlihat sama komposisi antara pasir dengan lumpurnya. Lokasi budidaya ikan kakap putih yang ideal sebaiknya mempunyai dasar perairan berupa campuran antara pasir dan lumpur, hal ini sesuai dengan pendapat Phillipose et al. (2013) yang menyatakan bahwa sebaiknya lokasi budidaya untuk ikan kakap putih mempunyai dasar perairan berupa campuran antara kerikil halus, pasir dan lumpur.

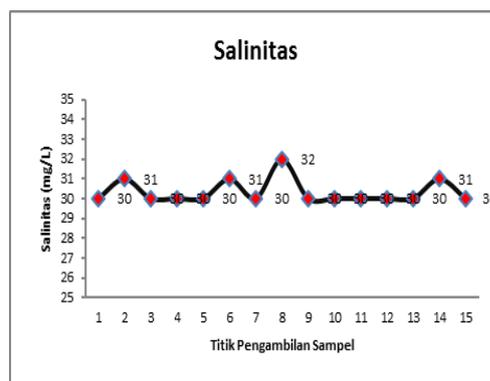
Lokasi KJA dengan substrat dasar batuan membutuhkan biaya lebih mahal terutama dalam hal pembuatan dan penempatan jangkar, demikian pula jika substrat dasar perairan berupa lumpur dapat merugikan usaha budidaya karena akan berpengaruh terhadap kecerahan perairan, oksigen terlarut dan terakumulasinya sisa pakan dan feses di dasar perairan. Dimana, suatu saat endapan tersebut bisa berubah menjadi toksik dan menjadi sumber penyakit serta parasit.

Kecerahan perairan mempunyai peranan penting dalam produktivitas perairan karena berpengaruh terhadap fotosintesis tumbuhan air maupun fitoplankton dan juga kadar oksigen terlarut. Hasil pengukuran kecerahan di perairan sekitar pulau Lemukutan dan Penata Besar berkisar antara 7 – 8,1 meter diukur pada saat surut terendah dengan kedalaman perairan rata-rata >10m. untuk lebih jelasnya, hasil pengamatan terhadap kecerahan ini disajikan pada gambar 4.

Jika dibandingkan dengan kriteria baku mutu perairan untuk biota laut berdasarkan Kepmen LH No. 51 Tahun 2004, maka nilai kecerahan yang terukur berada jauh di atas ambang batas yang disyaratkan (>5m). Artinya secara umum jika dilihat dari parameter kecerahan perairan



**Gambar 4** Kecerahan Perairan di Tiap Stasiun



**Gambar 5** Grafik Salinitas di Tiap Stasiun

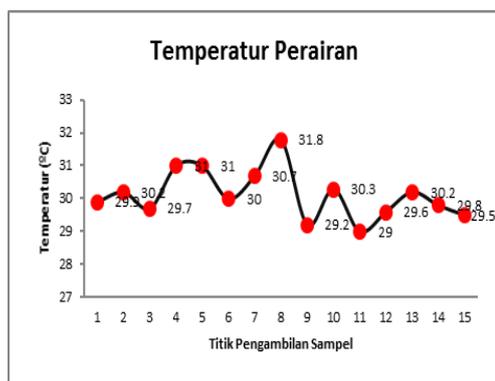
lokasi penelitian sangat sesuai untuk mendukung kegiatan budidaya perikanan dengan sistem KJA, demikian pula halnya dengan ikan Kakap putih.

Perairan laut yang jauh dari daratan biasanya mempunyai tingkat kestabilan salinitas yang tinggi karena kecilnya pengaruh masuknya air tawar ke dalam perairan. Berbeda halnya dengan perairan laut yang berada di sekitar pantai dan muara sungai, ketika hujan turun dan air tawar masuk ke dalam perairan maka salinitas akan menurun, hal ini bisa dijumpai pada perairan-perairan muara dan tambak. Perubahan salinitas ini akan berpengaruh terhadap berat jenis dan tekanan osmotik organisme akuatik sehingga dapat mempengaruhi kelangsungan hidup dan pertumbuhannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa salinitas di perairan sekitar pulau Lemukutan dan penata besar yang berkisar antara 30 – 32 ppt (Gambar 5) sangat ideal untuk mendukung pertumbuhan ikan kakap putih. Ikan kakap putih merupakan ikan euryhaline, artinya ikan ini sangat toleran terhadap perbedaan salinitas dan dapat hidup pada kondisi perairan dengan salinitas rendah maupun tinggi. Selain itu kakap putih merupakan ikan katadromous, dimana pada saat akan memijah induk ikan kakap putih akan mencari perairan dengan salinitas antara 30-34 ppt (air laut), dan ketika sudah memijah anakan ikan kakap putih akan berenang ke arah muara dan masuk ke dalam sungai mencari perairan dengan salinitas 0 – 15 (muara dan sungai). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Phillipose et al. (2013) bahwa ikan kakap putih mempunyai toleransi yang tinggi terhadap salinitas, ikan ini dapat hidup dan berkem-

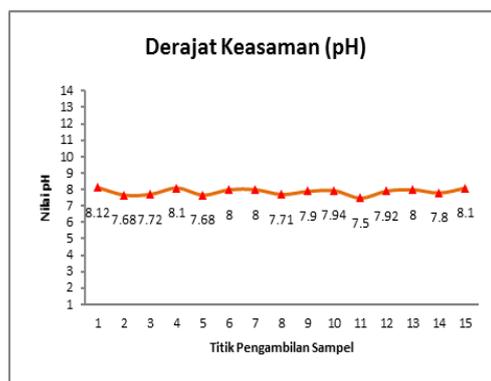
bangbiak pada kisaran salinitas 0 – 33ppt dengan salinitas optimum tambak sekitar 15 ppt dan KJA 15 – 30ppt.

Temperatur perairan merupakan salah satu faktor penting yang perlu diperhitungkan dalam penentuan lokasi budidaya ikan dengan sistem KJA karena berpengaruh langsung terhadap metabolisme dan aktivitas ikan. Dimana setiap peningkatan suhu sebesar 10°C akan meningkatkan reaksi sebesar dua kali lipat. Perairan tropis mempunyai sebaran suhu yang relatif merata dan stabil, rata-rata suhu permukaan laut di Indonesia berkisar antara 27 – 32°C, artinya kondisi ini sangat baik untuk mendukung kehidupan organisme akuatik laut tropis. Hasil pengamatan temperatur perairan di setiap lokasi penelitian berkisar antara 29,5°C s/d 31,8°C (Gambar 6). Hasil pengukuran tersebut menunjukkan variasi yang relatif kecil meskipun waktu pengambilannya berbeda, artinya kondisi perairan sekitar pulau Lemukutan dan Penata Besar mempunyai temperature yang cukup stabil dan baik untuk mendukung kelangsungan hidup ikan Kakap putih.

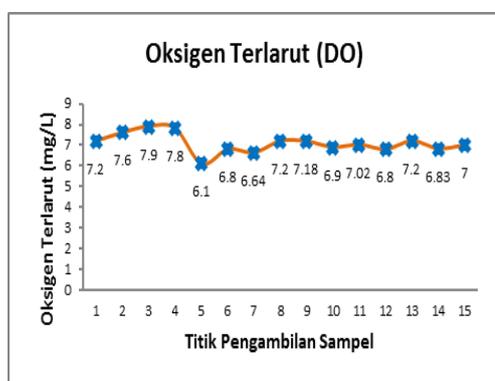
Kandungan oksigen terlarut dalam perairan tidak pernah konstan, karena dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti salinitas, suhu, aktivitas biologis, arus dan gerakan massa air serta difusi oksigen. Hasil pengukuran oksigen terlarut di setiap stasiun penelitian berkisar antara 6,1 s/d 7,9 (Gambar 7), artinya kondisi ini sangat sesuai untuk mendukung kegiatan budidaya ikan kakap putih yang memerlukan oksigen terlarut >5 ppm. Konsumsi oksigen tiap jenis ikan berbeda-beda, ikan-ikan pelagis seperti kakap merah dan kakap putih memerlukan DO yang lebih tinggi dibandingkan ikan-



Gambar 6 Temperatur perairan di Tiap Stasiun



Gambar 8 Grafik pH di Tiap Stasiun



Gambar 7 Grafik DO di Tiap Stasiun

ikan demersal seperti kerapu. Pada umumnya DO harus berada pada kisaran 5 ppm atau lebih dan tidak boleh kurang dari 4ppm untuk ikan pelagis atau 3 ppm untuk ikan demersal yang dibudidayakan di KJA (Phillipose et al., 2013).

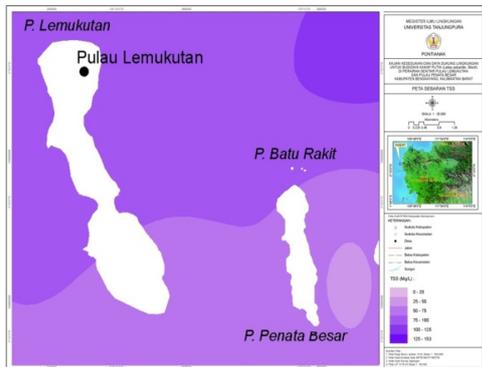
Air laut mempunyai kemampuan yang sangat baik dalam mempertahankan keseimbangan asam dan basa atau menyangga pH perairan. Sehingga perubahan sedikit saja terhadap pH ini bisa dijadikan indikator terganggunya suatu perairan. Tinggi rendahnya pH dipengaruhi oleh fluktuasi kadar oksigen terlarut dan karbondioksida. Hasil pengukuran pH berkisar antara 7,5 – 8,21 (Gambar 8) menunjukkan bahwa lokasi penelitian masih baik dan masuk kedalam kategori sangat sesuai serta bisa mendukung kegiatan budidaya ikan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Boyd et al. (1982), bahwa pH yang baik untuk hampir semua jenis ikan berkisar antara 6,5 – 8,5. Pada umumnya organisme akuatik sensitive terhadap perubahan pH dan sebagian besar menyukai pH antara

7,5 – 8,5 Effendi (2003). Jika dibandingkan dengan Kepmen LH No. 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk biota laut, pH yang disarankan adalah 7 – 8,5, artinya jika ditinjau berdasarkan parameter ini, lokasi penelitian masih berada di dalam baku mutu yang disyaratkan.

Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah dan logam berat semakin larut pada kondisi asam. pH juga mempengaruhi toksisitas senyawa kimia seperti pada Amonium, senyawa ini bersifat Innocous atau tidak toksik akan tetapi pada suasana basa (alkali) lebih banyak ditemukan ammonia yang tidak terionisasi yang bersifat toksik karena lebih mudah diserap oleh organisme akuatik dibandingkan dengan ammonium. Selain itu pH juga berpengaruh terhadap kelimpahan plankton di suatu perairan, penurunan nilai pH ke kondisi asam akan menurunkan kelimpahan, biomassa serta produktivitas plankton dan bentos (Effendi, 2003).

Karakterisasi Parameter Daya Dukung Lingkungan

Total padatan tersuspensi sangat erat kaitannya dengan kecerahan dan kekeruhan perairan, semakin tinggi padatan tersuspensi akan menyebabkan meningkatnya kekeruhan dan menghalangnya penetrasi sinar matahari ke dalam perairan. Hal ini akan mengakibatkan terganggunya aktifitas fotosintesis organisme akuatik dan tidak meratanya penyebaran organisme ter-

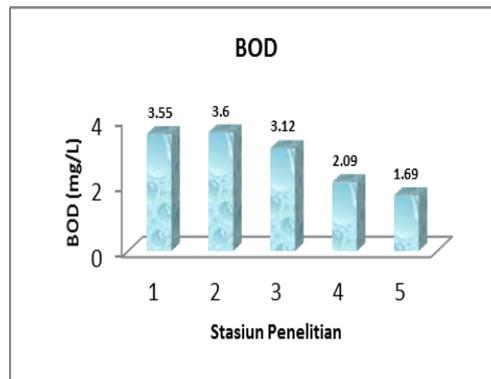


**Gambar 9** Sebaran TSS di lokasi Penelitian

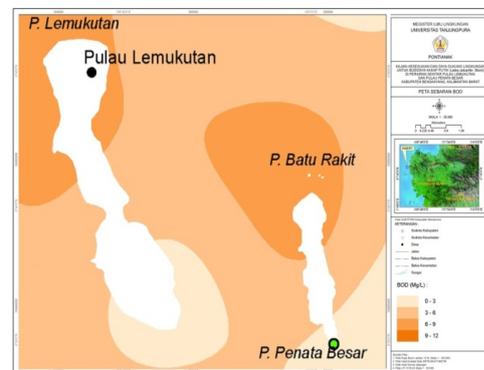
sebut dalam perairan sehingga akan berdampak terhadap organisme lainnya.

Hasil pengukuran TSS di Laboratorium dari tiap stasiun berkisar antara 50 – 58 mg/L, jika dibandingkan dengan baku mutu yang disyaratkan oleh Kepmen LH untuk biota laut (20 mg/L) maka perairan di sekitar lokasi penelitian memiliki kandungan TSS yang cukup tinggi dan melebihi ambang batas yang disyaratkan. Pengaruh TSS terhadap ikan budidaya diantaranya adalah ikan akan rentan terkena penyakit parasitic dan akhirnya terinfeksi bakteri. Ikan kakap putih yang dibudidayakan di Kepulauan Riau, Singapura dan Penang Malaysia dilaporkan mengalami peningkatan serangan parasit *Benedenia* ketika TSS meningkat dan kecerahan perairan menurun, terutama pada bulan Desember hingga Februari. Sebaran nilai TSS di lokasi penelitian disajikan pada Gambar 9.

BOD merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mengurai bahan organik di dalam perairan. Bahan organik yang masuk ke dalam perairan pada umumnya berasal dari kegiatan industri, pertambangan, pertanian dan limbah rumah tangga. Oleh karena itu, pada umumnya nilai BOD di sekitar pemukiman padat penduduk dan area industri lebih tinggi jika dibandingkan dengan wilayah perairan yang jauh dari pemukiman. Hasil pengukuran BOD di tiap stasiun berkisar antara 1,69 s/d 3,6 mg/L (Gambar 17). Nilai BOD di stasiun 1, 2 dan 3 cenderung lebih tinggi dibandingkan stasiun 4 dan 5, hal tersebut terjadi karena stasiun 1 – 3 merupakan lokasi pemukiman penduduk (P. Lemukutan) sementara di stasiun 5 (P. Penata) tidak terlalu banyak ak-



**Gambar 10** BOD di Tiap Stasiun

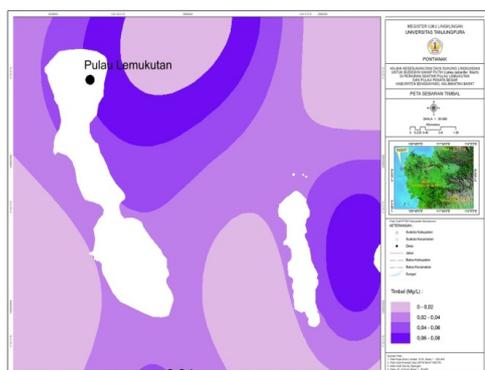


**Gambar 11** Sebaran BOD di Lokasi Penelitian

tifitas masyarakat. Untuk mengetahui sebaran BOD bisa dilihat pada Gambar 10 dan 11.

Timbal dalam perairan ditemukan dalam bentuk terlarut dan tersuspensi, kelarutan timbal ini cukup rendah sehingga kadar timbal dalam air relatif kecil. Sumber alami timbal berasal dari galena ( $PbS$ ), Gelesite ( $PbSO_4$ ) dan Cerussite ( $PbCO_3$ ). Hasil pengukuran timbal di Laboratorium dari tiap stasiun sebesar 0 mg/L menunjukkan bahwa kadar timbal dalam perairan sekitar lokasi penelitian sangat kecil atau tidak terdeteksi.

Bakteri koliform merupakan bakteri gram negatif yang biasa dijadikan indikator suatu perairan dinyatakan tercemar atau tidak (Faghri et al., 1984). Melalui pengamatan bakteri ini di perairan kita bisa mengetahui ada atau tidaknya patogen yang berasal dari virus, bakteri, protozoa dan mikroorganisme parasitik lainnya. Hasil pengamatan terhadap total koliform di tiap stasiun menunjukkan nilai 0 atau tidak terdeteksi. Hal tersebut di duga karena bakteri koliform yang ada di perairan sangat sedi-

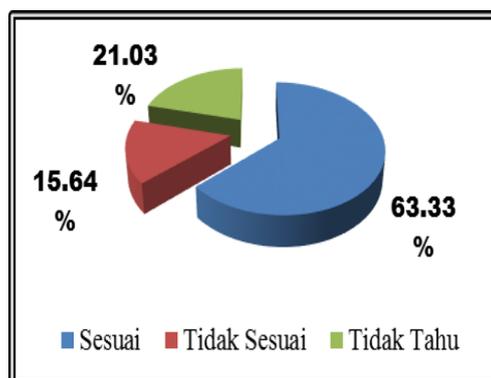


**Gambar 12** Sebaran Timbal di Lokasi Penelitian

kit jumlahnya sehingga pada saat pengamatan di laboratorium tidak ditemukan. Berdasarkan hasil penelitian tersebut dan dibandingkan dengan baku mutu perairan untuk biota laut Kepmen LH No. 51 Tahun 2004 maka perairan di lokasi penelitian masih baik dan berada di bawah ambang batas yang disyaratkan.

Kelimpahan plankton merupakan salah satu parameter yang bisa diamati untuk menentukan kesuburan dan kestabilan suatu perairan. Selain kelimpahan ini yang bisa diamati adalah indeks keanekaragaman dan Indeks dominansinya. Berdasarkan hasil pengamatan pada 5 stasiun kelimpahan plankton ini tidak sama yaitu berkisar antara 774 – 963 ind/L dengan jumlah genera yang berbeda tiap stasiunnya (23 – 26 genera). Meskipun lokasi perairan berdekatan, sumber dan massa airnya sama akan memiliki keragaman yang berbeda baik dari jumlah maupun jenisnya, hal ini disebabkan oleh faktor arus, angin, *upwelling*, temperatur, zat hara, dan lain sebagainya.

Jika dilihat dari indeks keanekaragaman yang berkisar antara 2,6813 – 2,8589, perairan di sekitar lokasi penelitian ini masih baik dan stabil serta bisa mendukung kegiatan budidaya, indeks keanekaragaman plankton pada perairan yang stabil dengan keragaman yang cukup besar akan berada pada kisaran 1,00 – 3,00. Demikian pula jika dilihat dari Indeks dominansi sebesar 0,0716 – 0,1799 berarti bahwa perairan ini tidak terjadi dominansi salah satu spesies plankton, sebagaimana pendapat Odum (1998) bahwa perairan yang stabil akan mempunyai nilai indeks dominansi mendekati 0 dan tidak ada individu yang lebih dominan dari individu lainnya.



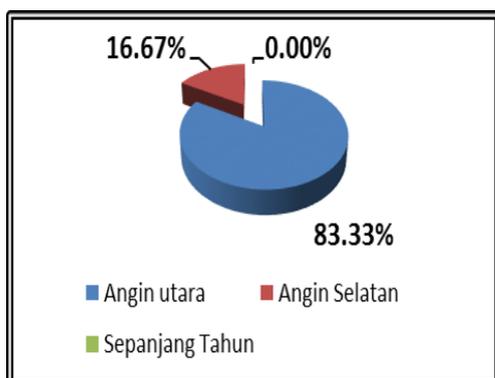
**Gambar 13** Pendapat Masyarakat Mengenai Kesesuaian Lokasi

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa di lokasi penelitian terdapat 20 genera fitoplankton yaitu *Ceratium*, *Ditylium*, *Synedra*, *Biddulphia*, *Planktoniella*, *Chaetoceros*, *Rhizosolenia*, *Gelang*, *Hemiaulus*, *Stauroneis*, *Ampiphora*, *Asterionella*, *Dinophysis*, *Pleurozygma*, *Bacteriastru*, *Nitzhia*, *Oscillatoria*, *Suriella*, *Dissodinium*, *Diatomae*. Sementara untuk zooplankton yang teridentifikasi terdapat 7 genera yaitu *Nauplius*, *Foraminifera*, *Cyclops*, *Lemnodia*, *Stentor*, *Spiratella*, *Phacus*.

#### Persepsi Masyarakat Sekitar Lokasi Penelitian

Untuk mengetahui pendapat masyarakat mengenai kesesuaian lokasi penelitian dilakukan wawancara kepada 40 orang masyarakat pulau Lemukutan yang tersebar di 4 dusun, 10 orang di Teluk Cina, 10 orang di Teluk Melano, 8 orang di Teluk Surau dan 12 orang di Teluk Meruhum batu barat. Berdasarkan hasil wawancara sebanyak 86,67% masyarakat mengetahui mengenai budidaya perikanan secara umum sementara hanya 40% yang mengetahui budidaya ikan dengan sistem KJA dan 0% yang mengetahui budidaya ikan kakap putih (Gambar 13).

Sebanyak 66,67% masyarakat menyatakan bahwa perairan sekitar pulau Penata baik untuk dijadikan Lokasi budidaya dan 73,3% juga menyatakan perairan pulau Lemukutan cocok untuk lokasi budidaya. 90% responden menyatakan bahwa arus di perairan sekitar lemukutan dan penata baik untuk mendukung kegiatan budidaya sementara hanya 43,3% yang menyatakan bahwa gelombang juga baik untuk



**Gambar 14** Pendapat Masyarakat Mengenai Ketinggian Gelombang

mendukung usaha budidaya ikan. Secara umum, sebanyak 63,3% responden menyatakan bahwa perairan disekitar kedua pulau bisa dijadikan lokasi budidaya ikan, 15,64% menyatakan tidak cocok dan 21,03% tidak tahu.

#### Kesesuaian Lokasi Budidaya

Penentuan luas perairan yang sesuai untuk budidaya ikan kakap putih dengan system KJA dilakukan dengan menggunakan aplikasi Sistem Informasi Geografis dengan operasi tumpang susun (*overlay*) dari masing-masing peta tematik parameter-parameter yang telah ditentukan. Sedangkan untuk mengetahui kesesuaian di tiap stasiun penelitian dilakukan melalui metode pembobotan (*scoring method*). Hasil penilaian kesesuaian lokasi dari setiap stasiun disajikan pada Tabel 5 dan 6.

Lokasi penelitian tidak seluruhnya terlindung dari angin dan gelombang, oleh karena itu rekapitulasi kesesuaian lokasi ini dibagi menjadi dua tabel sesuai dengan arah angin tiap musimnya. Faktor keterlindungan dan kecepatan arus mempunyai skor paling tinggi (25 point) dibandingkan parameter lainnya karena memang pengaruhnya sangat signifikan terutama untuk struktur KJA dan pergerakan massa air yang akan mempengaruhi parameter-parameter lainnya.

Berdasarkan data pada tabel di atas bisa dilihat bahwa keterlindungan lokasi dan kecepatan arus mendapatkan skor 1 di semua stasiun hal ini disebabkan karena pada bulan Juni –

Agustus angin bertiup dari arah selatan pulau Lemukutan sehingga semua stasiun penelitian terkena imbas langsung dari tiupan angin ini demikian pula dengan tinggi gelombang dan kecepatan arus. Sementara pada musim angin utara (Desember-Februari) terjadi sebaliknya. Parameter lainnya sebagian besar mendapatkan skor 5 atau sangat sesuai dan hanya beberapa yang mendapat skor 3. Meskipun demikian setelah di rekap, semua stasiun penelitian masuk ke dalam kategori S2 atau cukup sesuai untuk dijadikan lokasi budidaya ikan Kakap Putih. Hal ini di dukung oleh pendapat masyarakat bahwa pada musim angin selatan meskipun angin langsung menuju perairan sekitar lokasi penelitian akan tetapi kecepatan angin ini masih wajar dan tidak menimbulkan gelombang besar maupun arus yang bisa merusak bagan-bagan ikan milik masyarakat. Demikian halnya jika melihat hasil survey terhadap masyarakat mengenai ketinggian gelombang dan kecepatan arus, 83,33% menyatakan bahwa kecepatan arus dan ketinggian gelombang hanya terjadi pada musim utara sementara hanya 16,67% yang menyatakan terjadi juga pada musim angin selatan dan 0% yang menyatakan terjadi sepanjang tahun (Gambar 14).

Berdasarkan data-data tersebut bisa disimpulkan bahwa meskipun pada musim selatan dan utara masing-masing mempunyai nilai kesesuaian lokasi yang sama akan tetapi melihat kondisi riil di lapangan pada bulan Desember – Februari, pendapat masyarakat dan hasil survey di atas, maka sebaiknya kegiatan budidaya tidak dilakukan pada musim angin utara. Sebaliknya kegiatan budidaya masih memungkinkan untuk dilakukan pada musim angin selatan (Juni – Agustus).

Musim angin timur dijuluki musim kedamaian oleh masyarakat pulau Lemukutan, karena pada bulan-bulan ini angin bertiup dari arah timur (daratan pulau Kalimantan) dengan tiupan yang tidak kencang, selain juga terhalang oleh pulau-pulau yang ada di depannya. Pada musim ini hasil tangkapan nelayan juga biasanya meningkat baik nelayan bubu, pancing maupun bagan. Kondisi arus, angin dan gelombang juga cukup bersahabat. Demikian halnya ketika angin bertiup dari arah barat, lokasi penelitian (sebelah timur P. Lemukutan) relatif tenang dan baik untuk mendukung kegiatan bu-

**Tabel 5** Rekapitulasi Kesesuaian Lokasi pada Musim Angin Selatan dan Utara

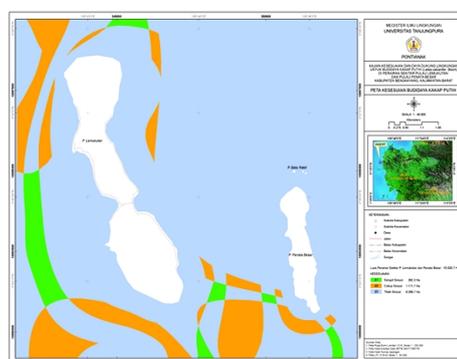
Parameter	Bobot	ST1		ST2		ST3		ST4		ST5	
		Skor	B x S								
Keterlindungan	25	1	25	1	25	1	25	1	25	1	25
Kecepatan arus	25	1	25	1	25	1	25	1	25	1	25
Kedalaman	15	5	75	5	75	5	75	5	75	5	75
Substrat	15	3	45	3	45	3	45	3	45	3	45
Kecerahan	10	5	50	5	50	5	50	5	50	5	50
Salinitas	10	5	50	5	50	5	50	5	50	5	50
Suhu	10	5	50	3	30	3	30	5	50	5	50
DO	10	5	50	3	30	5	50	5	50	5	50
pH	10	5	50	3	30	5	50	5	50	5	50
Jumlah			420		380		400		420		420
Kategori			S2								

**Tabel 6** Rekapitulasi Kesesuaian Lokasi pada Musim Angin Timur dan Barat

Parameter	Bobot	ST1		ST2		ST3		ST4		ST5	
		Skor	B x S								
Keterlindungan	25	3	75	3	75	1	25	3	75	1	25
Kecepatan arus	25	1	25	1	25	1	25	3	75	3	75
Kedalaman	15	5	75	5	75	5	75	5	75	5	75
Substrat	15	3	45	3	45	3	45	3	45	3	45
Kecerahan	10	5	50	5	50	5	50	5	50	5	50
Salinitas	10	5	50	5	50	5	50	5	50	5	50
Suhu	10	5	50	3	30	3	30	5	50	5	50
DO	10	5	50	3	30	5	50	5	50	5	50
pH	10	5	50	5	50	5	50	5	50	5	50
Jumlah			470		430		400		520		470
Kategori			S2								

didaya ikan. Hasil rekapitulasi terhadap kesesuaian lokasi menunjukkan bahwa pada musim tersebut semua stasiun penelitian masuk dalam kategori S2 (cukup sesuai).

Berdasarkan hasil analisis spasial menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) melalui software Arc View dan survey lapangan diperoleh total luasan area penelitian sebesar ± 10.830,7 ha. Penentuan luasan kesesuaian lahan untuk budidaya ikan kakap putih dengan sistem KJA dilakukan melalui tahapan meliputi : (1) penilaian berdasarkan hasil analisis parameter kualitas air yang disajikan dalam bentuk tabel, kemudian dilakukan pembobotan dan skor pada masing-masing parameter tersebut, (2) data parameter tersebut dimasukkan ke tiap-tiap stasiun pengamatan sehingga diperoleh peta-peta tematik, (3) proses tumpang tindih (overlay) dari tiap peta tematik tersebut sesuai dengan nilai dari masing-masing kriteria parameter kesesuaian, (4) total nilai akhir dicocokkan dengan masing-masing kelas kesesuaian. Hasil analisis spasial kesesuaian lahan untuk budidaya kakap putih dengan sistem KJA dibagi



**Gambar 15** Peta Luasan Kesesuaian Lokasi

menjadi 3 kelas kesesuaian yaitu kelas 1 (sangat sesuai) dengan luas lahan sebesar 392,3 Ha (3,62%), kelas 2 (cukup sesuai) dengan luas lahan sebesar 1.171,7 ha (10,82%), dan kelas 3 (tidak sesuai) sebesar 9.266,7 Ha (85,56%). Meskipun demikian, mengingat area sebelah barat pulau Lemukutan berhadapan langsung dengan perairan terbuka maka sebaiknya lokasi budidaya hanya di area sebelah timur pulau Lemukutan. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Gambar 15.

Pada gambar di atas bisa kita lihat bahwa lokasi yang sesuai (S1 dan S2) berada di sekitar pulau Lemukutan yaitu di sekitar stasiun 1, 2 dan 3. Stasiun 4 dan 5 jika berdasarkan peta di atas masuk ke dalam kategori S3 atau tidak sesuai disebabkan karena ada beberapa faktor pembatas terutama arus, dimana berdasarkan peta kecepatan arus (Gambar 3) stasiun 4 dan 5 mempunyai kisaran arus  $>0,6 - >2,4$  m/s sehingga sangat beresiko untuk dijadikan lokasi budidaya kakap putih dengan sistem KJA. Faktor pembatas berikutnya yaitu kedalaman, jika dilihat pada peta kedalaman (Gambar 4) stasiun 4 dan 5 relatif lebih dangkal ( $<5 - 10$  m) jika dibandingkan dengan stasiun lainnya.

#### Daya Dukung Lingkungan

Penentuan lokasi budidaya sebaiknya juga memperhatikan parameter-parameter lain yang berhubungan dengan daya dukung lingkungan itu sendiri. Hal ini bertujuan agar keberlangsungan usaha budidaya bisa terjaga selain itu juga kelestarian lingkungan tetap terpantau. Sumberdaya alam yang ada pemanfaatannya harus tetap mengikuti kaidah-kaidah Sustainable agar di kemudian hari tidak terjadi degradasi lingkungan yang pada akhirnya juga akan mengakibatkan terhentinya usaha dalam memanfaatkan sumberdaya tersebut.

Hasil pengamatan terhadap parameter-parameter pendukung menunjukkan bahwa Total padatan tersuspensi (TSS) di lokasi penelitian sudah melebihi ambang batas yang di syarkan. Tingginya nilai TSS ini di duga karena lokasi penelitian masih cukup dekat dari daratan pulau Kalimantan, sehingga limpasan dari darat terbawa hingga ke perairan di lokasi penelitian. TSS akan berpengaruh terhadap penetrasi cahaya matahari dan mengganggu proses fotosintesis, selain itu padatan ini juga bisa menjadi sarang maupun tempat menempelnya mikroorganisme parasitik, sehingga akan mempengaruhi kesehatan dan kelangsungan hidup ikan kakap putih.

Salah satu parasit yang sering menyerang ikan kakap putih diantaranya adalah *Benedenia*, parasit ini biasanya akan menempel pada sisi dan insang ikan, jika didiamkan akan me-

nyebabkan luka selanjutnya ikan akan terinfeksi oleh bakteri yang biasanya berupa bakteri *Tennacibaculum maritimum* dan bakteri *Vibrio* sp. Selain berakibat terhadap kelangsungan hidup ikan, TSS juga berpengaruh terhadap kebersihan jaring dan sarana budidaya lainnya (tali, KJA, Pelampung), perairan dengan kadar TSS tinggi lebih cepat membuat jaring kotor dan harus dibersihkan atau dicuci. Di perairan terbuka tidak ada treatment yang benar-benar efektif untuk menurunkan nilai TSS ini, meskipun demikian melihat nilai TSS sebagaimana di atas dan membandingkannya dengan nilai kecerahan ( $>5$ m) maka parameter ini bukan merupakan hambatan utama dalam budidaya KJA, antisipasi yang bisa dilakukan adalah *treatment* terhadap sarana budidaya dan ikan yang dibudidayakan itu sendiri.

Parameter lainnya yang melebihi ambang batas adalah BOD, nilai BOD antara 3,0 – 5,0 dikategorikan perairan tercemar ringan (Lee et al., 1978). tingginya nilai BOD ini disebabkan oleh tingginya limbah organik yang biasanya berasal dari limbah rumah tangga dan industri. Lokasi penelitian yang masih terhitung dekat dari daratan Kalimantan dan terkadang masih terpengaruh oleh kualitas perairan dari sungai-sungai di daratan Kalimantan di duga menjadi penyebab tingginya nilai BOD seperti yang digambarkan pada peta sebaran BOD di sub bab sebelumnya. Adanya kegiatan budidaya di masa yang akan datang secara logika akan menyumbang limbah organik pada perairan disekitarnya dan akan meningkatkan nilai BOD, sehingga pengaturan terhadap jumlah KJA, populasi ikan budidaya dan musim pemeliharaan harus diperhitungkan agar nilai BOD tidak meningkat hingga melebihi kisaran 3,0 – 5,0.

Hasil pengukuran terhadap timbal, koliform total dan kelimpahan plankton masih berada di bawah ambang batas yang disarankan. Secara lengkap data-data hasil pengukuran tersebut disajikan pada Tabel 7. Secara umum, lokasi penelitian masih bisa dikatakan baik untuk kegiatan budidaya ikan dengan sistem KJA dan masih bisa mendukung kelangsungan hidup ikan kakap putih.

**Tabel 7** Hasil Pengukuran Parameter Daya Dukung Lingkungan di Lokasi Penelitian

Parameter	Baku Mutu	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5
TSS (mg/L)	20	50	50	50	58	58
BOD (mg/L)	2.0	3.55	3.6	3.12	2.09	1.69
Coliform	-	0	0	0	0	0
Timbal (mg/L)	0.008	0	0	0	0	0
Plankton (ind/L)	Tidak Bloom	911	963	796	774	874

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dengan luas perairan study sebesar 10.830,7 Ha terdapat 392,3 Ha (3,62%) lokasi yang masuk kategori sangat sesuai, 1.171,7 ha (10,82%) masuk kategori cukup sesuai, dan sisanya 9.266,7 Ha (85,56%) tidak sesuai untuk lokasi pengembangan budidaya kakap putih dengan faktor pembatas berupa musim, keterlindungan, kecepatan arus dan kedalaman perairan. Secara umum lingkungan di lokasi penelitian masih bisa untuk mendukung kegiatan budidaya, namun harus tetap memperhatikan dan memantau nilai TSS dan BOD karena kedua parameter ini berada dalam kisaran nilai yang masuk dalam kategori tercemar ringan.

## Pustaka

- Adibrata, S. (2011). Daya dukung lingkungan untuk budidaya kerapu (famili serranidae) di perairan pulau pongok kabupaten bangka selatan. *Jurnal Pesisir dan Pulau-pulau Kecil*, 2(2):43–58.
- Boyd, C. E. et al. (1982). *Water quality management for pond fish culture*. Elsevier Scientific Publishing Co.
- BPS (2014). Kecamatan sungai raya kepulauan dalam angka.
- Effendi, H. (2003). *Telaah kualitas air, bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan*. Kanisius.
- Faghri, M. A., Pennington, C. L., Cronholm, L. S., and Atlas, R. M. (1984). Bacteria associated with crabs from cold waters with emphasis on the occurrence of potential human pathogens. *Applied and environmental microbiology*, 47(5):1054–1061.
- Lee, C. D., wang, S. B., and Kuo, C. L. (1978). Benthic and fish as biological indicator of

water quality with references of water pollution control in developing countries. bangkok.

- Odum, E. (1998). *Dasar-dasar ekologi*. edisi ketiga. terjemahan t. samingan.
- Phillipose, K. K., Loka, J., Sharma, K. S. R., and Damodoran, D. (2013). *Hand book on open sea cage culture*. central marine fisheries research institut. karwar research centre. india.
- Ravisankar, T., Thirunavukkarasu, A., et al. (2010). Market prospects of farmed asian seabass *Lateolabrax niloticus* (bloch). *Indian J Fish*, 57(3):49–53.



## DEPOSIT STRUCTURE CHARACTER $\text{CaCO}_3$ ON THE SHELLS OF SCALLOP (*Amusium pleuronectes*) AS BIO-INDICATORS OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS IN THE BATANG WATERS

Ristiawan Agung Nugroho<sup>1\*</sup> · Pinandoyo<sup>1</sup> · Tristiana Yuniarti<sup>1</sup> · Vivi Endar Herawati<sup>1</sup>

**Ringkasan** *The objectives of this research are Measurement of the character structure of  $\text{CaCO}_3$  deposit on simping's shells and Identifying Environmental Conditions in Batang. The study will be conducted exploratory descriptive method (non-experimental). The results showed as morphometric's measurement, there's no difference in the population growth of simping in Batang from 2003 until now. Based of analysis of the hue-saturation value which is the phenotype of  $\text{CaCO}_3$  biomineralization mechanism that is deposited in the shell, showed that the biological potency (early-stage) of the character of the population's simping growth in Batang is better than the Brebes's population as a comparison. Conditions of natural habitat in Brebes relatively better, also  $\text{CaCO}_3$  deposits. Based on those results, efforts to provide science and technology inputs to support the preservation of aquaculture activities is to engineer a better environment to support the genetic potential to convert to a more optimum growth rate. Another thing that can do is to optimize the genetic potential of Batang's simping as selective-breeding material in marine culture. It is expected that these strategies can be used to overcome the problem of limited production scallop in northern coast of Central Java in order to meet the needs of the market potential through mariculture activities.*

**Keywords** *simping (Amusium pleuronectes),  $\text{CaCO}_3$ , Environmental Bio-indicator, X-ray, hue-saturation, Batang*

Received : 27 Februari 2017

Accepted : 17 Maret 2017

### PENDAHULUAN

Kekerangan adalah salah satu biota laut yang sangat berpotensi untuk dikembangkan, baik dari segi penangkapan maupun budidaya laut. Kekerangan masih belum banyak dikenal secara ekonomis dibandingkan jenis biota laut lain, bahkan hanya menjadi produk tangkapan sampingan meskipun memiliki kandungan protein yang tinggi dan bisa menjadi komoditi alternatif pengganti sumber protein hewani lain. Salah satu spesies yang saat ini berpotensi besar untuk dikembangkan baik di bidang penangkapan maupun budidaya laut adalah *Amusium pleuronectes* dari famili Pectinidae.

Optimalisasi produksi kerang simping saat ini menghadapi beberapa kendala. Permasalahan tersebut adalah produksi yang musiman sehingga tidak stabil dan akibatnya jumlah produksi menjadi terbatas. Permasalahan lain adalah kurangnya informasi mengenai faktor *carrying capacity* sebagai parameter kondisi lingkungan, yaitu: *site* dan *season preferences* dari kerang. Hal yang cukup menyulitkan dalam memperoleh informasi tersebut adalah sifat simping yang aktif berpindah tempat untuk mencari habitat yang cocok, serta keragaan habitat yang

<sup>1</sup>)Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro. Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah – 50275, Telp/fax. +6224 7474698  
E-mail: ristiawan\_1976@undip.ac.id

berada pada perairan yang cukup dalam (5 – 25 meter). Diharapkan, dengan memperoleh informasi mengenai kondisi lingkungan habitat kerang simping melalui kajian karakter struktur deposit  $\text{CaCO}_3$  pada cangkang sebagai bio-indikator kondisi lingkungan habitat di perairan Batang, upaya awal domestikasi budidaya perairan dapat segera dilakukan secara akurat.

Kajian mengenai kondisi lingkungan dapat dilakukan melalui pendekatan struktur morfologi pada kekerangan dengan penggunaan metode bioindikator mineralisasi deposit  $\text{CaCO}_3$  dalam cangkang (Jones et al., 2009). Bioindikator mineralisasi deposit  $\text{CaCO}_3$  dalam cangkang mengindikasikan karakter pertumbuhan dan kondisi habitat alami kekerangan. Informasi mengenai kondisi lingkungan tersebut akan sangat berguna untuk menentukan strategi-strategi eksploitasi sumberdaya, terutama strategi koleksi, domestikasi dan *selective-breeding* dalam budidaya laut. Di sisi lain, pemahaman akan perubahan kondisi lingkungan dapat dijadikan kajian mengenai perubahan iklim dan keragaman hayati sumberdaya perairan laut yang terjadi pada pantai utara Jawa Tengah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Karakter Struktur Deposit  $\text{CaCO}_3$  pada Cangkang dan mengetahui Kondisi Lingkungan Habitat Kerang Siping (*A. pleuronectes*) di Perairan Batang.

## MATERI DAN METODE

Materi yang digunakan untuk penelitian ini adalah cangkang kerang simping (*A. pleuronectes*) yang berasal dari habitat perairan Batang. Materi digunakan untuk mendeskripsikan nilai kuantitatif kandungan  $\text{CaCO}_3$  dengan metode pengukuran rerata nilai *hue-saturation* morfometrik cangkang kerang (Parkes et al., 2011) untuk memprediksikan kualitas lingkungan habitat simping di perairan Batang dengan penentuan rerata sampling point. Penelitian yang akan dilakukan bersifat eksploratif dengan metode deskriptif (non-eksperimental). Variabel-variabel yang diamati meliputi:

1. Morfometri kerang simping, meliputi: panjang, lebar dan tebal cangkang pada perairan

**Tabel 1** Morfometri Cangkang Kerang di perairan Batang

Kelas	No Sampel	Morfometri (mm)		
		Panjang	Lebar	Tebal
Kelas A (30 - 60 mm)	A1	54	56	7
	A3	56,5	58	6
	A4	49	53	4
	A5	49	50,5	5
	A23	49	52	5
Kelas B (>60 mm)	A2	65,5	68	10
	A20	66,5	71	8
	A21	70	73	9,5
	A22	61	63,5	7
	A24	60,5	64,5	7,5
Rerata		58,1	60,95	6,9
SD		7,81	8,17	1,96

an Batang dan Brebes. Kerang dari perairan Brebes sebagai pembanding.

2. Nilai *hue-saturation* morfometrik hasil scanning sinar X pada cangkang kerang pada kelas 30-60 cm dan di atas 60 cm, pada perairan Batang dan Brebes. Kerang dari perairan Brebes sebagai pembanding.
3. Kualitas air pada perairan Batang, meliputi: pH, salinitas dan suhu.
4. Pengaruh faktor kualitas lingkungan, yaitu kondisi ketersediaan nutrisi (bahan-bahan makanan) sebagai variabel bebas, dan
5. Biomineralisasi  $\text{CaCO}_3$  dalam cangkang kerang simping sebagai variabel tidak bebas.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase Tutupan dan Indeks Mortalitas Terumbu Karang

Panjang kerang pada lokasi sampling perairan Batang secara umum berkisar antara 47 – 69 mm, lebar berkisar antara 50,5 - 72 mm, tebal berkisar antara 3 – 10,5 mm. Sebagai pembanding, dilakukan pula sampling kerang simping pada perairan Brebes, dengan ukuran morfometri panjang berkisar antara 52 – 68 mm, lebar berkisar antara 54 – 71 mm, tebal berkisar antara 4,5 – 10 mm. Distribusi morfometri sample kerang simping pada perairan Batang dan Brebes secara lebih lengkap dapat dilihat pada tabel 1 dan 2.

Ukuran dan variasi kerang simping hasil sampling menunjukkan hasil yang normal. Rerata

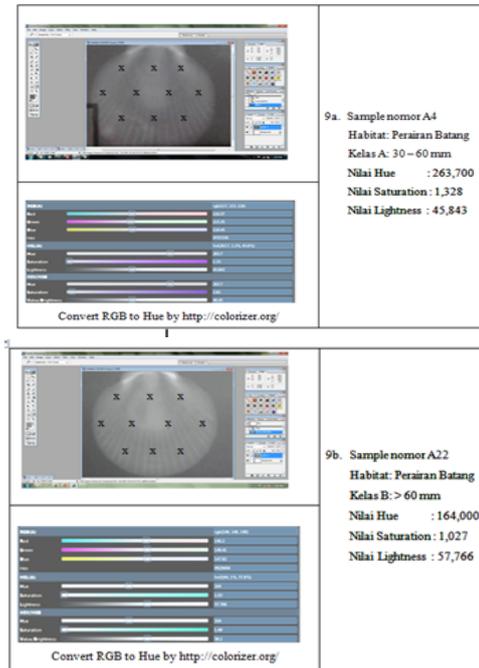
**Tabel 2** Morfometri Cangkang Kerang di perairan Brebes

Kelas	No.Sampel	Morfometri (mm)		
		Panjang	Lebar	Tebal
Kelas A (30 - 60 mm)	A78	60	64	10
	A80	55	54.5	6
	A82	54	56.5	5.5
	A83	52	54	4.5
Kelas B (>60 mm)	A77	67	71	9
	A79	69	72	10.5
	A81	61	63	6
Rerata		59.71	62.14	7.36
SD		6.52	7.49	2.41

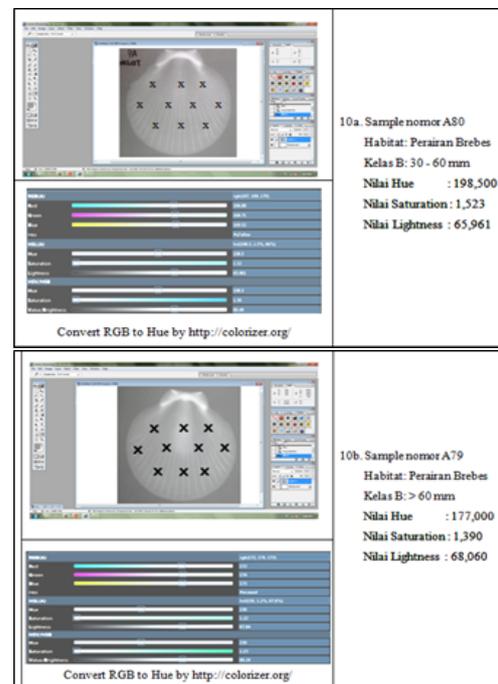
panjang 58 mm pada populasi kerang di perairan Batang menunjukkan hasil yang relatif serupa dengan penelitian Suprijanto (2003) (50 – 70 mm) dan Nugroho et al. (2012) (49 – 66,5 mm) pada musim yang sama. Pada pertumbuhan lebar dan tebal, secara deskriptif terlihat bahwa pertumbuhan lebar dan tebal cangkang kerang simping pada perairan Batang bersifat isometrik atau proporsional terhadap pertumbuhan panjang cangkang. Biomineralisasi  $\text{CaCO}_3$  dalam pertumbuhan cangkang kerang simping di perairan Batang relatif tidak mengalami perubahan selama 10 tahun terakhir yang mengindikasikan kondisi perairan di Batang masih mampu mendukung pertumbuhan kerang simping.

Nilai hue-saturation pada cangkang kerang simping merupakan fenotip dari mekanisme biomineralisasi  $\text{CaCO}_3$  yang terdeposit dalam cangkang (Parkes et al., 2011). Biomineralisasi  $\text{CaCO}_3$  secara objektif terdeteksi melalui hasil detail difraksi sinar X (Weinstein, 2007), sehingga nilai hue-saturation dihitung berdasarkan hasil detail difraksi sinar X, bukan berdasarkan performa fenotip cangkang secara kasat mata. Detail difraksi sinar X serta nilai hue-saturation pada sample cangkang kerang simping sesuai klas ukuran dapat dilihat pada gambar 1 dan 2

Nilai hue-saturation pada cangkang kerang simping merupakan fenotip dari mekanisme biomineralisasi  $\text{CaCO}_3$  secara objektif terdeteksi melalui hasil detail difraksi sinar X (Weinstein, 2007), sehingga nilai hue-saturation dihitung berdasarkan hasil detail difraksi sinar X, bukan berdasarkan p yang terdeposit dalam cangkang (Parkes et al., 2011). Rekapitulasi hasil perhitungan nilai hue-saturation pa-



**Gambar 1** Detail difraksi sinar X serta nilai hue-saturation pada sample cangkang kerang simping sesuai klas ukuran dari Perairan Batang



**Gambar 2** Detail difraksi sinar X serta nilai hue-saturation pada sample cangkang kerang simping sesuai klas ukuran dari Perairan Brebes

**Tabel 3** Rekapitulasi *hue-saturation* pada cangkang kerang simping

No sampel	Habitat	Kelas	Nilai		
			Hue	Saturation	Lightness
A4	Batang	30 -60 mm	263.700	1.327	45.843
A22		>60 mm	164.000	1.027	57.766
A80	Brebes	30 -60 mm	198.500	1.523	65.961
A79		>60 mm	177.000	1.390	68.060

da cangkang kerang simping dapat dilihat pada tabel 3.

Analisis terhadap perbedaan karakter biomineralisasi  $\text{CaCO}_3$  dalam cangkang kerang simping antara habitat perairan Batang dan Brebes adalah :

- Nilai hue kelas A pada habitat perairan Batang lebih tinggi daripada nilai hue kelas A pada habitat perairan Brebes (263,700 > 198,500). Hal ini menunjukkan bahwa potensi biologi (awal) terhadap karakter pertumbuhan kerang simping pada populasi Batang lebih baik dari populasi Brebes. Hal ini sesuai dengan penelitian Nugroho et al. (2012) yang menunjukkan bahwa keragaman genetik pada kerang simping populasi Batang - Weleri (Hobs: 0,324) lebih baik dibandingkan populasi Brebes (Hobs: 0,282). Keragaman genetik merupakan basis biologis bagi potensi karakter pertumbuhan makhluk hidup;
- Nilai hue kelas B pada habitat perairan Batang lebih rendah daripada nilai hue kelas B pada habitat perairan Brebes (164,000 < 177,000). Hal ini menunjukkan bahwa kondisi habitat alami di perairan Brebes relatif lebih baik, sehingga deposit  $\text{CaCO}_3$  pada kerang simping habitat ini lebih baik daripada Batang. Kemampuan mendeponit  $\text{CaCO}_3$  tersebut seiring dengan laju pertumbuhan dan terekam pada kohort kelas B atau kerang dewasa yang hidup pada kualitas lingkungan habitat secara spesifik.
- Selisih nilai hue sebagai indikasi degradasi pertumbuhan antar kelas pada habitat perairan Batang lebih tinggi daripada selisih nilai hue antar kelas pada habitat perairan Brebes (37,8% > 10,8%). Hal ini menunjukkan bahwa kondisi habitat alami di perairan Brebes relatif lebih baik, karena deposit yang lebih banyak tersedia di lingkungan habitat Brebes akan menjamin ke-

tersediaan  $\text{CaCO}_3$  sebagai indikator laju pertumbuhan, sehingga pertumbuhan akan lebih optimal.

Perhitungan menunjukkan bahwa terdapat selisih nilai hue sebesar 99,7 poin atau terjadi penurunan sebesar 37,8% dari ukuran kelas A ke kelas B. Hal ini menunjukkan bahwa nutrisi dalam perairan Batang masih mampu mendukung kemampuan kerang simping sebagai biota filter-feeder. Karakter filter-feeder pada kekerangan, khususnya kerang simping, memungkinkan masuknya berbagai macam bahan makanan seperti: detritus, alga bersel tunggal, diatom serta hewan-hewan planktonik lainnya secara oportunistik (Franklin et al., 1980). Mekanisme *filter-feeder* tersebut menyaring material-material partikulat yang berukuran kurang dari 1 (satu) mikron dimasukkan (*ingest*) sebagai bahan makanan (Widowati, 2002). Proses absorpsi ini gayut dengan proses pembentukan cangkang melalui proses bio-mineralisasi  $\text{CaCO}_3$ . Dengan mekanisme yang hampir serupa dengan proses bio-erosi  $\text{CaCO}_3$  pada organisme karang, proses bio-mineralisasi merupakan *major limiting factor* pada laju dan pola pertumbuhan cangkang kekerangan (Weinstein, 2007). Laju dan pola pertumbuhan tersebut terkait dengan kondisi habitat, umur dan ketersediaan nutrisi (bahan-bahan makanan), serta keragaman dan kelimpahan modal genetik kerang.

Berdasarkan hasil analisis morfometri cangkang kerang, menunjukkan secara individu, kondisi lingkungan dan habitat kerang simping di perairan Batang belum mengakibatkan gangguan dan abnormalitas pada fisiologi simping, seperti kemampuan dan intensitas individu simping dalam melakukan absorpsi  $\text{CaCO}_3$  ke dalam cangkang. Secara umum, kondisi lingkungan dan habitat kerang simping di perairan Batang relatif belum mempengaruhi struktur populasi, seperti: ukuran, struktur umur, pola-pola reproduksi, laju mortalitas, migrasi dan sebagainya (Nugroho et al., 2012).

Namun terdapat perbedaan secara spasial, yang menunjukkan bahwa kualitas kondisi lingkungan perairan Batang masih di bawah lingkungan perairan Brebes, yang diindikasikan dari nilai hue pada kerang dewasa perairan Brebes yang lebih tinggi dari nilai hue kerang dari perairan

Batang. Hal tersebut didukung pula oleh selisih nilai hue cangkang kerang simping yang berasal dari perairan Batang yang lebih tinggi dibandingkan selisih nilai hue cangkang kerang yang berasal dari perairan Brebes. Hal tersebut menunjukkan lebih banyak terjadi deposit  $\text{CaCO}_3$  di perairan Brebes yang berarti pula lebih banyak tersedianya nutrisi sebagai indikator kualitas lingkungan yang lebih baik.

Kondisi temporal yang relatif tetap dan kondisi spasial yang cukup berbeda belum mengindikasikan terjadinya perubahan iklim dan keragaman hayati sumberdaya kerang simping yang terjadi secara umum di pantai utara Jawa Tengah, meskipun aktifitas kegiatan manusia yang makin marak merusak lingkungan. Belum terganggunya pertumbuhan simping akibat degradasi lingkungan tersebut disebabkan: 1. Sifat site-preference aktif simping yang berbeda dengan jenis kekerangan lain, seperti: tiram (*oyster*), *clam*, *mussel* dan abalone (Nugroho et al., 2012). Siping sebagai salah satu jenis *scallop* memiliki kemampuan “berenang” sehingga mampu berpindah tempat untuk mencari lokasi habitat yang sesuai dengan kebutuhan fisiologis, terutama aspek ketersediaan nutrisi bahan makanan. Melalui mekanisme *site-preferences* yang sama, kerang simping juga mampu bertahan terhadap perubahan lingkungan global, seperti kenaikan suhu permukaan laut, dengan melakukan migrasi atau perpindahan “*gen-flow*” ke lingkungan yang lebih ideal. 2. Habitat kerang simping berada jauh di luar jangkauan bahan pencemar dari daratan. Secara horizontal, habitat kerang simping berada jauh dari tepi daratan yang berarti jauh pula dari sumber bahan pencemar di daratan. Lokasi sampling sebagai indikator lokasi habitat kerang simping berada  $\pm 20$  km dari tepi pantai tegak lurus ke arah laut lepas. Secara vertikal, kerang simping secara demersal hidup pada perairan dengan kedalaman minimal 25 meter. Lokasi sampling menunjukkan kedalaman 28 meter sebagai menunjukkan habitat kerang simping relatif jauh dari terkena dampak pencemaran yang biasa terjadi pada permukaan air.

Kualitas air pada perairan Batang yang terukur dengan menggunakan water sampler bersamaan dengan saat sampling kerang, adalah seperti tertera pada tabel 4. Berdasarkan informasi dan kajian tersebut di atas, maka dapat di-

**Tabel 4** Kualitas air pada habitat Kerang Siping (*A. pleuronectes*) di perairan Batang

Variabel	Kisaran	Rerata
pH	8.09 – 8.15	8.12
Salinitas (‰)	30.2 – 31.2	30.50
Temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ )	28.1 – 28.4	28.25

jelaskan bahwa perairan Batang secara umum masih layak sebagai kandidat lokasi budidaya kerang simping. Kualitas air terukur (tabel 4) menunjukkan bahwa secara empiris, informasi daya dukung lingkungan budidaya kerang simping telah didapatkan, sebagai bahan/materi persiapan kesesuaian lingkungan/lahan dan wadah budidaya. Bahan/materi tersebut kemudian dapat dioptimalkan sebagai input intensifikasi IPTEK kegiatan budidaya perairan.

Upaya preservasi kegiatan budidaya tersebut penting, agar kegiatan eksploitasi sumberdaya kerang simping dapat berjalan optimal dan berkelanjutan (*sustainable*). Meskipun indikasi kondisi lingkungan perairan Batang tidak sebaik perairan Brebes, namun preservasi kegiatan budidaya masih potensial untuk dikembangkan karena potensi genetik kerang simping yang menunjang laju pertumbuhan di perairan Batang lebih baik dibandingkan di perairan Brebes. Upaya pemberian input IPTEK kegiatan budidaya perairan selanjutnya adalah dengan melakukan rekayasa lingkungan yang lebih baik untuk menunjang potensi genetik tersebut terkonversi menjadi laju pertumbuhan yang lebih optimum. Hal lain yang bisa dilakukan adalah dengan mengoptimalkan potensi genetik kerang di perairan Batang sebagai materi *selective-breeding* dalam budidaya laut. Diharapkan strategi-strategi tersebut dapat dipergunakan untuk mengatasi masalah terbatasnya produksi simping di Pantura Jawa Tengah guna memenuhi kebutuhan pasar potensial melalui kegiatan budidaya laut.

## SIMPULAN

Karakteristik struktur Deposit  $\text{CaCO}_3$  pada Cangkang Kerang Siping (*A. pleuronectes*), menunjukkan bahwa potensi biologis terhadap karakter pertumbuhan kerang simping pada habitat perairan Batang lebih baik dari habitat per-

airan Brebes. Kondisi Lingkungan Habitat Kerang Sumping di Perairan Batang cukup menunjang kegiatan preservasi Budidaya Perairan, meskipun tidak sebaik kondisi lingkungan di perairan Brebes.

**Acknowledgements** Penelitian ini dibiayai dana PNBP Penelitian Pembinaan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro Tahun Anggaran 2013.

### Pustaka

- Franklin, A., Pickett, G. D., and Connor, P. (1980). *The scallop and its fishery in England and Wales*. Ministry of Agriculture Fisheries and Food Directorate of Fisheries Research.
- Jones, K., Bronson, S., Brink, P., Gordon, C., Mosher-Smith, K., Brown, M., Chaudhry, S., Rizzo, A., Sigismundi, R., Whitehurst, M., et al. (2009). Bivalve characterization using synchrotron micro x-ray fluorescence. *Acta Physica Polonica-Series A General Physics*, 115(2):477.
- Nugroho, R. A., Suprijanto, J., and Widowati, I. (2012). Kerang sumping (amuseum pleuronectes) di pantura jawa tengah melalui penera allozyme dalam rangka mendukung pengembangan budidaya laut. Master's thesis, Magister Sumberdaya Hayati Perairan UNDIP.
- Parkes, L., Qunitio, E. T., and Le Vay, L. (2011). Phenotypic differences between hatchery-reared and wild mud crabs, scylla serrata, and the effects of conditioning. *Aquaculture International*, 19(2):361–380.
- Suprijanto, J. (2003). Paket teknologi pemilihan dan pemeliharaan induk kerang amuseum sp. kualitas unggul melalui identifikasi keanekaragaman genetik dan optimasi kondisi media. Technical report, Universitas Diponegoro.
- Weinstein, D. (2007). *Taphonomy of the Late Pleistocene Key Largo Limestone: A Comparison of Modern and Ancient Coral Reef Ecosystems*. PhD thesis, School of Marine and Atmospheric Science (RSMAS), University of Miami.
- Widowati, I. (2002). Paket teknologi produksi benin kerang kipas-kipas amuseum sp.

## EFFECTS OF VITAMIN C IN HIGH-ENERGY FEEDS ON GROWTH AND SURVIVAL RATE OF TIGER GROUPER SEEDS (*Epinephelus fuscoguttatus*)

Pinandoyo<sup>1\*</sup> · Johannes Hutabarat<sup>1</sup> · Ristiawan Agung Nugroho<sup>1</sup> · Vivi Endar Herawati<sup>1</sup>

**Ringkasan** *This research was aimed to study the effect of vitamin C on diets with low protein and high energy content on growth and survival rate of tiger grouper (*E. fuscoguttatus*) juveniles. It is also to know the dose or the best level concentration of vitamin C on growth and survival rate of tiger grouper (*E. fuscoguttatus*) juveniles. Tiger Grouper juveniles of 0,77±0,07 g initial body weight were reared in aquarium 60 cm x 40 cm x 40 cm with 7 ind. / 35 L. Artificial feed were fed in at satiation. The juveniles were fed dry pellet diets which containing 40% protein and 20% lipid in different levels of vitamin C (Ascorbate-2-Sulfate): 0 mg/kg, 75 mg/kg, 150 mg/kg, 225 mg/kg. The experimental laboratoris method was conducted using Completely Randomized Design with three replicate for each treatment. The result of the experiment showed that there was a very significant effect of treatments on the SGR (Specific Growth Rate), FCR (Feed Conversion Ratio), PER (Protein Efficiency Ratio), SR (Survival Rate) of tiger grouper (*E. fuscoguttatus*) juveniles ( $P < 0,01$ ). That values more higher after added vitamin C (Ascorbate-2-Sulfate). Best treatment was obtained at supplementation vitamin C of 150 mg/kg. On the other hand be lower at highest dose on treatment D (225 mg/kg). Its indicated that vitamin C can improve and give better on growth*

*and survival rate. The optimum condition of water quality also have been led to significant improvement in growth and survival rate.*

**Keywords** *Tiger grouper, Vitamin C, High Energy Diets, Growth, Survival Rate*

Received : 27 Februari 2017

Accepted : 21 Maret 2017

### PENDAHULUAN

Upaya pengkajian pakan ikan kerapu perlu terus dikembangkan terutama dari segi efisiensi biaya, mengingat modal pembuatan pakan ini cukup besar. Pembuatan pakan pelet akan lebih menguntungkan karena tidak tergantung pada musim dan memiliki ketersediaan waktu penyimpanan yang relatif lama dibandingkan pemberian pakan ikan hidup seperti ikan, udang, cumi dan lain-lain. Bahan baku pakan kerapu terutama dari sumber protein hewani dan juga buangan hasil ekskresi nitrogen yang akan mencemari lingkungan merupakan akibat penggunaan protein dalam pakan secara besar-besaran. Protein bukan satu-satunya komponen yang mampu menyediakan energi. Lemak juga mampu menyediakan energi di samping protein.

Peranan vitamin C dalam meningkatkan daya tahan tubuh benih ikan terhadap stres akan dapat meningkatkan kelulushidupan (Widiyati and Praseno, 2002). Vitamin merupakan

<sup>1</sup>)Program Studi Budidaya Perairan; Jurusan Perikanan; Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah-50275. Telp/Fax. +6224 7474698  
E-mail: pinandjaya@yahoo.com

komponen yang dibutuhkan oleh ikan. Vitamin C memiliki fungsi metabolis penting diantaranya berperan dalam sintesa kolagen (Steffens et al., 1989). Vitamin C juga mampu meningkatkan daya tahan tubuh benih ikan terhadap stres (Widiyati and Praseno, 2002), sebagai antioksidan dalam tubuh (Hendricks and Bailey, 1989 dalam Halver and Hardy, 2002). Vitamin C diharapkan mampu meningkatkan efisiensi pemanfaatan protein terkait dengan peranannya dalam transport asam-asam amino seperti lisin, prolin, tryptofan dan tyrosin (Halver and Hardy, 2002). Vitamin C juga berperan dalam efisiensi transport asam lemak untuk dioksidasi menjadi energi (Horning et al., 1984 dalam Suwirya et al., 1999). Berbagai peran vitamin C diharapkan akan mampu menyokong pertumbuhan. Untuk itulah perlu dilakukan pengkajian mengenai pengaruh dari penambahan vitamin C dalam pakan buatan uji terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui Pengaruh pemberian dosis vitamin C ke dalam pakan buatan berenergi tinggi energi tinggi terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan ikan kerapu macan (*E. fuscoguttatus*).

## MATERI DAN METODE

Hewan uji yang digunakan untuk penelitian adalah ikan kerapu macan (*E. fuscoguttatus*) yang berumur 45 hari (D45). Menurut Akbar (2000) setelah umur 45 hari merupakan tahap pasca pendederan (awal pembesaran). Ikan kerapu tidak lagi makan makanan mikro sehingga pakan buatan berbentuk pelet lebih efisien dimanfaatkan. Periode pasca 45 hari merupakan tahapan dimana ikan telah mengalami metamorfosa penuh sehingga organ-organ pencernaan telah berkembang sempurna dan siap menerima pakan pellet makro. Ikan dengan berat awal 0,77±0,07 g diperoleh dari Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut Gondol Bali, dengan padat penebaran 7 ekor / 35 L. Padat penebaran yang digunakan mengacu dari hasil konversi yang menyebutkan padat penebaran untuk ikan kerapu ukuran 2-3 cm adalah 200-250 ekor / m<sup>3</sup> (Sunnyoto, 1993).

Pakan uji berupa pakan buatan berbentuk pelet dengan penambahan vitamin C yang berben-

**Tabel 1** Formulasi Pakan Uji (g/100 g)

Bahan	Jenis Pakan			
	A	B	C	D
Tepung ikan	44,527	44,527	44,527	44,527
Tepung kedelai	20,94	20,94	20,94	20,94
Dedak	1,795	1,795	1,795	1,795
Rebon	4,006	4,006	4,006	4,006
Tepung kacang tanah	18,73	18,73	18,73	18,73
Vitamin mix*	2	2	2	2
Mineral mix	1	1	1	1
Minyak ikan	5	5	5	5
CMC	1	1	1	1
Antioksidan (BHT)	0,03	0,03	0,03	0,03
Starch	0,97	0,895	0,82	0,745
Vitamin C	0	0,075	0,150	0,225
Jumlah	100	100	100	100

\* Vitamin mix tanpa vitamin C

**Tabel 2** Analisa Proksimat Pakan (%)

Kandungan	Jenis Pakan			
	A	B	C	D
Protein	40,06	39,95	40,17	40,23
Lemak	20,65	20,42	20,54	20,31
Karbohidrat	8,34	8,51	8,07	8,98
Abu	18,67	17,08	17,31	17,28
Energi (Kal/100g)	4,557	4,536	4,542	4,561

Total energi dihitung berdasar nilai konversi protein 5,65 kkal/g, lemak 9,45 kkal/g dan karbohidrat 4,10 kkal/g (Chow, 1982 dalam Watanabe, 1988)

tuk L-ascorbate-2-sulfat (vitamin C<sub>2</sub>), yang telah dilengkapi kelompok anion yang membentuk senyawa sehingga lebih stabil dan tidak mudah teroksidasi (Steffens et al., 1989). Perlakuan dosis yang diberikan yaitu, 0 mg/kg pakan, 75 mg/kg pakan, 150 mg/kg pakan dan 225 mg/kg pakan. Pakan buatan yang memiliki komposisi protein 40% dan lemak 20%. Ikan kerapu membutuhkan 40-50% protein (Jobling, 1994). Kebutuhan ikan akan lemak 10-20% (Cowan and Sargent, 1979 dalam Halver and Hardy (2002). Takeuchi, et al. (1978) dalam Halver and Hardy (2002) menyebutkan rasio optimum protein dan lemak untuk rainbow trout 35%:15-20% dari kebutuhan protein semula 48% dapat dikurangi menjadi 35% tanpa menurunkan pertumbuhan dan diimbangi dengan kecukupan kebutuhan lemak. Formulasi pakan uji tersaji seperti pada Tabel 1 dan Tabel 2. Media yang digunakan adalah air laut salinitas 30-32 ppt yang telah mengalami proses penyaringan, pengendapan kemudian diaerasi selama 24 jam.

Penelitian dilakukan dengan metode eksperimental. Rancangan percobaan menggunakan rancangan acak lengkap dengan 4 perlakuan dan

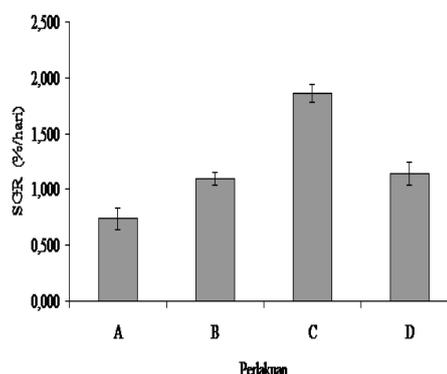
setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Penelitian yang dilakukan pada benih kerapu sebagai berikut: Pengukuran bobot. Pemberian pakan dilakukan secara (at satiation) dengan frekuensi 2 kali sehari yaitu pada pukul 07.00 WIB dan 17.00 WIB (Giri et al., 1999). Setiap hari setelah pemberian pakan dilakukan penyiponan sisa pakan dan ganti air. Analisa proksimat pakan uji meliputi kadar protein, lemak, karbohidrat, kadar air, serat kasar dan abu. Pengukuran kualitas air meliputi suhu, salinitas setiap hari, pH, DO dan amonia setiap 7 hari sekali. Variabel penelitian yang diukur adalah Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) (Zonneveld et al., 1991); *Food Conversion Ratio* (FCR) (Tacon, 1987)(Tacon, 1987); *Protein Efficiency Ratio* (PER) (Watanabe, 1988); Kelulushidupan (SR) (Effendie, 1979). Data sebelumnya dianalisa dengan uji kenormalan Liliefors, uji homogenitas ragam, uji aditifitas Tuckey Steel and Torrie (1993), setelah ragam data bersifat menyebar normal, homogen, dan aditif, selanjutnya dianalisa dengan (Anova), apabila terdapat pengaruh yang berbeda dilakukan uji wilayah ganda Duncan untuk mengetahui perlakuan mana berbeda (Srigandono, 1987).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Laju Pertumbuhan Spesifik

Hasi anova menunjukkan perlakuan penambahan vitamin c menghasilkan perbedaan yang sangat nyata terhadap laju pertumbuhan harian ikan uji ( $F$  hitung  $>$   $F$  tabel pada taraf kepercayaan 99% /  $P < 0,01$ ). Pada Gambar 5 perlakuan A dengan perlakuan B,C,D. berbeda sangat nyata ( $P < 0,01$ ) juga perlakuan C-D. Sedangkan perlakuan B-D tidak perbedaan nyata. Gambar 1 adalah histogram laju pertumbuhan spesifik. Dosis terbaik adalah pada perlakuan 150 mg/kg pakan. (1,86%/hari).

Hasil laju pertumbuhan spesifik dari yang tertinggi berturut-turut adalah pada perlakuan C (150 mg/kg), D (225 mg/kg), B (75 mg/kg), A (0 mg/kg). yaitu 1,86%/hari, 1,14%/hari, 1,09%/hari dan 0,74%/hari. Pada perlakuan B dan D tidak memiliki perbedaan nyata, artinya penambahan vitamin B sebesar 75 mg/kg pada pak-



**Gambar 1** Laju Pertumbuhan Spesifik (%/hari)

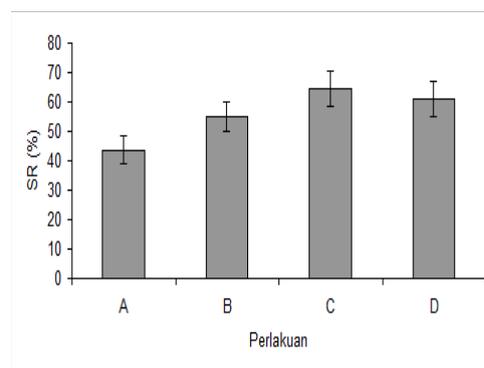
an menghasilkan pertumbuhan yang tidak berbeda nyata dengan penambahan vitamin D sebesar 225 mg/kg. Meski demikian, penambahan vitamin C (Ascorbate-2-sulfat) pada dosis 75 mg/kg pakan telah mampu meningkatkan laju pertumbuhan harian ikan kerapu macan. Hal ini dibuktikan pada hasil uji wilayah ganda duncan yang menunjukkan perbedaan yang sangat nyata antara perlakuan A (0 mg/kg) dan B (75 mg/kg). Hasil ini mendukung penelitian yang dilakukan Li dan Lovell (1984) dalam Lovell et al. (1989) yang menambahkan vitamin C (Ascorbate-2-sulfate) 60 mg/kg pada pakan benih *Channel catfish* untuk menghasilkan pertumbuhan dan perkembangan tulang secara normal.

Perlakuan terbaik yang didapatkan adalah pada penambahan vitamin C (Ascorbate-2-sulfate) 150 mg/kg pakan. Penambahan vitamin C pada dosis 150 mg/kg pakan adalah yang paling efektif dalam menghasilkan laju pertumbuhan spesifik yang terbaik. Laju pertumbuhan menurun kembali pada perlakuan D (225 mg/kg) karena diduga pada dosis ini telah melebihi kebutuhan ikan tersebut. Menurut Combs (1992) dalam Jusadi et al. (2000) kelebihan vitamin C akan dikeluarkan melalui urin secara cepat. Ikan memiliki keterbatasan dalam menyimpan vitamin C. Hati memegang peranan penting. Hati menempati urutan setelah limpa, ginjal dan gonad yang diidentifikasi memiliki kandungan vitamin C tertinggi dalam tubuh ikan mas (Agrawal dan Mahajan, 1980 dalam Steffens et al. (1989) Tingginya kandungan vitamin C pada hati berkaitan antara lain dengan

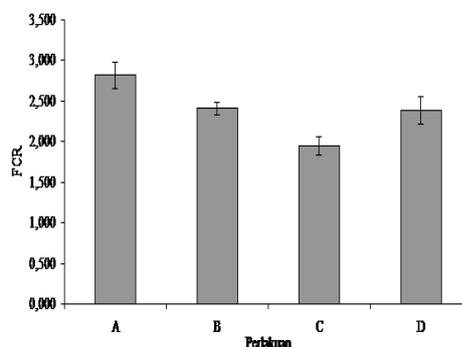
fungsinya dalam reaksi redoks potensial NADH dan metabolisme kolesterol membentuk asam empedu (Halver and Hardy, 2002). Asam empedu diketahui berkaitan erat dengan pencernaan lemak (Fujaya, 2004). Sehingga dengan adanya vitamin C lemak akan efektif digunakan sebagai sumber energi dan protein akan dimanfaatkan secara optimal untuk pertumbuhan.

### Kelulushidupan

Kelulushidupan pada histogram Gambar 2, dari uji anova dan Duncan menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata pada perlakuan yang diberikan terhadap kelulushidupan ikan uji. Terbukti F hitung > F tabel pada taraf uji kepercayaan 99% ( $P < 0,01$ ). Hasil yang didapatkan menunjukkan angka kelulushidupan yang tertinggi berturut-turut adalah perlakuan, C (80,95%), D (76,19%), B (66,67%), A (47,62%). Vitamin C turut berperan aktif di dalam meningkatkan kelulushidupan ikan uji. Pernyataan ini didukung oleh pendapat Steffens et al. (1989) bahwa kekurangan vitamin C tidak hanya akan menurunkan pertumbuhan tetapi juga akan meningkatkan kematian. Penelitian Brandt et al. (1985) dalam Steffens et al. (1989) melaporkan peningkatan SR setelah ditambahkan ascorbate-2-sulfat dalam pakan juvenil *channel catfish*. Penelitian yang dilakukan Suwirya et al. (1999) menyebutkan penambahan vitamin C sebesar 190 mg/kg pakan mampu meningkatkan kelulushidupan larva bandeng. Pakan dengan kandungan vitamin C yang mencukupi kebutuhan ikan akan dapat menghasilkan kelulushidupan lebih baik. Sebaliknya, tidak adanya vitamin C dalam pakan akan meningkatkan angka mortalitas (Steffens et al., 1989). Ikan kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) yang sedang mengalami stres akan mengalami penurunan nafsu makan atau bahkan akan menghentikan aktivitas makan. Hal ini diduga terkait dengan sifat dasar kerapu yang pemalu dan teritorialistik (Akbar, 2000). Benih kerapu yang mengalami stres membutuhkan waktu 2-3 hari untuk dapat pulih (Prastowo et al., 2004).



**Gambar 2** Tingkat Kelulushidupan (%)



**Gambar 3** Rasio Konversi Pakan

### Rasio Konversi Pakan

Perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ) ditunjukkan antara perlakuan A dengan seluruh perlakuan lainnya yaitu B, C, D. Demikian juga perlakuan antara perlakuan B-C dan D-C. Sedangkan perlakuan B-D tidak berbeda nyata. Hal ini dapat diartikan bahwa antara perlakuan B yaitu pakan dengan penambahan vitamin B yaitu pakan dengan penambahan vitamin C (ascorbat-2-sulfat) sebanyak 75 mg/kg pakan memberikan pengaruh yang relatif sama dengan perlakuan penambahan vitamin C pada pakan uji sebesar 225 mg/kg pakan. Gambar 3 memberikan gambaran rasio konversi pakan setiap perlakuan dan rasio konversi pakan terendah adalah pada perlakuan C dosis 150 mg/kg.

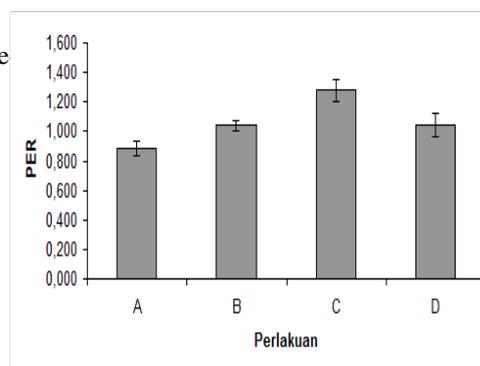
Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa nilai FCR yang terendah adalah pada perlakuan C (150 mg/kg) : 1,95 dan berbeda sangat nyata dengan perlakuan D (225 mg/kg), B (75 mg/kg) dan A (0 mg/kg). ini dapat diartikan bahwa perlakuan penambahan vitamin C mem-

berikan pengaruh terhadap nilai FCR. Nilai FCR pada pakan dengan penambahan vitamin C (Ascorbate-2-Sulfat) lebih kecil dari pada tanpa penambahan vitamin C. Sedangkan antara perlakuan B dan D tidak berbeda nyata, artinya penambahan vitamin C (Ascorbate-2-Sulfat) sebanyak 75 mg/kg (perlakuan B) menghasilkan FCR yang sama dengan penambahan vitamin C sebanyak 225 mg/kg (perlakuan D). Tingginya dosis vitamin C diduga merupakan penyebab menurunnya kembali pemanfaatan pakan sehingga FCR pada perlakuan D (225 mg/kg) lebih tinggi dibandingkan pada perlakuan C (150 mg/kg). Perlakuan C (150 mg/kg) diduga memberikan pemanfaatan pakan yang optimal, ditunjukkan dengan nilai FCR yang terkecil dibanding perlakuan lainnya. FCR juga dipengaruhi oleh cara pemberian pakan. Pemberian pakan secara at satiation akan dapat menurunkan FCR (Lovell et al., 1989). Hopher (1988) juga menyebutkan pemberian pakan secara at satiation akan memperkecil FCR, sehingga pakan yang diberikan dapat digunakan secara efisien. Pakan yang diberikan secara at satiation akan mengurangi resiko pakan terbuang. Hal ini juga dikaitkan dengan sifat dasar kerapu yang tidak akan mau makan pakan yang telah sampai ke dasar (Akbar, 2000).

#### Rasio Efisiensi Protein

Perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ) ditunjukkan antara perlakuan A dengan seluruh perlakuan lainnya yaitu B, C, D. Demikian juga perlakuan antara perlakuan B-C dan D-C. Sedangkan perlakuan B-D tidak berbeda nyata. Hal ini dapat diartikan bahwa antara perlakuan B yaitu pakan dengan penambahan vitamin C (ascorbat-2-sulfat) sebanyak 75 mg/kg pakan memberikan pengaruh yang relatif sama dengan perlakuan penambahan vitamin C pada pakan uji sebesar 225 mg/kg pakan. Gambar 4 memberikan gambaran rasio konversi pakan setiap perlakuan, dan menunjukkan bahwa efisiensi protein pakan terendah adalah pada perlakuan dosis 150 mg/kg.

Hasil PER dari yang tertinggi berturut-turut adalah perlakuan C kg) : 1,280, D: 1,043, B: 1,039 dan A: 0,887. Nilai PER tertinggi dihasilkan



**Gambar 4** Rasio Efisiensi protein

oleh perlakuan C. Artinya ikan uji pada perlakuan C lebih efisien dalam pemanfaatan protein untuk menghasilkan berat tubuh. Protein diketahui sebagai zat pembangun yang membentuk jaringan baru untuk pertumbuhan (Sahwan, 1999). Tanpa produksi protein secara besar-besaran pertumbuhan tidak akan terjadi (Fujaya, 2004). Tingginya nilai PER pada perlakuan C berkaitan dengan peran vitamin C dalam menyokong pertumbuhan. Ikan akan lebih mampu memanfaatkan protein dalam pakan untuk peningkatan bobot tubuhnya. Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan Steffens et al. (1989) yang mengukur pertumbuhan, pemanfaatan pakan total vitamin C, glikogen tubuh ikan nila gift, serta, melaporkan bahwa pakan dengan penambahan vitamin C menghasilkan PER lebih tinggi daripada PER pada pakan tanpa penambahan vitamin C.

Penambahan vitamin C lebih dari 150 mg/kg pada penelitian, tidak akan menghasilkan nilai PER lebih tinggi. Hasil PER yang didapatkan pada perlakuan D (1,043) lebih rendah dari perlakuan C (1,280). PER perlakuan D (1,043) tidak berbeda nyata dengan PER pada perlakuan B (1,039), atau semakin tinggi level vitamin C justru akan menurunkan pemanfaatan protein pakan. Hal ini diduga disebabkan oleh efisiensi sintesis asam amino justru akan terhambat karena vitamin C melebihi kebutuhan.

#### Kualitas Air

Hasil pengamatan terhadap kualitas air yang meliputi suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut,

amonia tertera pada Tabel 3. Kualitas air merupakan salah satu faktor penting untuk mendukung keberhasilan budidaya ikan, seperti DO pada pengamatan harian berkisar 5,07-6,59 mg/L, kisaran ini masih dalam kisaran layak untuk budidaya ikan yaitu > 4 mg/L (Ghufran, 2007). Nafsu makan ikan akan mulai menurun pada konsentrasi di bawah 4 mg/L. Kisaran suhu yang terukur adalah 27,7-29,8°C. Menurut Akbar and Sudaryanto (2001). Suhu optimum bagi ikan kerapu adalah 28-32°C. Salinitas yang terukur adalah 30-32. Salinitas pada kisaran tersebut sesuai dengan kisaran kelayakan yaitu 30-33 ppt. pH yang terukur pada pengamatan harian adalah 7,0-7,4. Hal ini sesuai dengan sifat air laut cenderung bersifat alkalis pH lebih dari 7. Ikan akan mengalami pertumbuhan optimal pada pH 6,5-9,0. Amoniak yang terukur 0,033-0,078 mg/l. Kisaran optimal untuk amonia adalah < 0,1 mg/l. Amonia rendah diduga disebabkan oleh penggunaan protein pada formula pakan rendah.

## SIMPULAN

Kesimpulan dalam penelitian ini adalah Vitamin C (Ascorbate-2-sulfat) dapat meningkatkan laju pertumbuhan harian (SGR). Kelulushidupan (SR). Rasio Konversi Pakan (FCR), Rasio Efisiensi Protein (PER) benih kerapu macan dan Dosis vitamin C (Ascorbate-2-sulfat) untuk menghasilkan pertumbuhan dan kelulushidupan terbaik bagi benih ikan adalah 150 mg/kg pakan.

**Acknowledgements** Ucapan terima kasih disampaikan kepada Pimpinan beserta staf Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara.

## Pustaka

- Akbar, S. (2000). *Meramu pakan ikan kerapu: bebek, lumpur, macan, malabar*. Penebar Swadaya.
- Akbar, S. and Sudaryanto (2001). *Pembenihan dan Pembesaran Ikan Kerapu Bebek (*Cromileptes altivelis*)*. Penebar Swadaya.
- Cholik, F. A. and Arifuddin, R. (1991). Pengelolaan kualitas air kolam ikan. *Direktorat Jenderal Perikanan. Jakarta*.
- Effendie, M. (1979). Metode biologi perikanan cetakan pertama. *Penerbit Yayasan Dewi Sri. Fakultas Perikanan IPB. Bogor. 112hlm.*
- Fujaya, Y. (2004). Fisiologi ikan dasar pembangunan teknik perikanan. *Jakarta: Rineka Cipta*.
- Ghufran, M. (2007). *Pakan ikan: Formulasi, pembuatan dan pemberian*. Penerbit PT. Perca, Jakarta.
- Halver, J. E. and Hardy, R. W. (2002). *Fish nutrition*. Academic press.
- Hepher, B. (1988). *Nutrition of pond fishes*. Cambridge University Press.
- Jusadi, D., Muis, A., and Mokoginta, I. (2000). Kebutuhan vitamin c benih ikan gurame *osphronemus gouramy*. *Journal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 7(1):17-26.
- Lovell, T. et al. (1989). *Nutrition and feeding of fish*, volume 260. Springer.
- Srigandono, B. (1987). Rancangan percobaan. *Universitas Diponegoro, Semarang. (Tidak dipublikasikan)*.
- Steel, R. G. D. and Torrie, J. H. (1993). *Prinsip dan Prosedur Statistika Suatu Pendekatan*. Gramedia Pustaka Utama.
- Steffens, W. et al. (1989). *Principles of fish nutrition*. Ellis Horwood Limited.
- Sunyoto, P. (1993). Pembesaran kerapu dengan keramba jaring apung. *Penebar Swadaya. Jakarta*, 65.
- Suwirya, K., Prijono, A., and Setiadarma, T. (1999). Pengaruh vitamin c dalam pakan terhadap sintasan, pertumbuhan dan stres larva bandeng (*chanos chanos*). *Jurnal Penelitian*.
- Tacon, A. G. J. (1987). The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp; a training manual. 2: Nutrient sources and composition. *FAO of The United Nation Brazilia. Brazil*.
- Watanabe, T. (1988). *Fish nutrition and mariculture. jica texbook the general aquaculture course*.
- Widiyati, A. and Praseno, O. (2002). Peranan vitamin c dalam mencegah dan mengurangi stres pada benih ikan. *Warta Penelitian Pwerikanan Indonesia*, 8(1):853-894.
- Zonneveld, N., Huisman, E., and Boon, J. (1991). *Prinsip-prinsip budidaya ikan*. PT Gramedia Pustaka Utama.

**Tabel 3** Data Pengamatan Kualitas Air

Parameter	Nilai	Kelayakan
Suhu (°C)	27,7-29,8	28-32 (Akbar and Sudaryanto, 2001)
Salinitas (‰)	30-32	30-33 (Akbar and Sudaryanto, 2001)
pH	7,0-7,4	7-9 (Ghufran, 2007)
Oksigen terlarut (mg/l)	5,07-6,59	> 4 (Ghufran, 2007)
Amonia (mg/l)	0,033-0,078	< 0,1 (Cholik and Arifuddin, 1991)

## EFFECTIVITY OF LIGHT INTENSITY ON COLOR GRADATION AND CAROTENOIDS CONTENT OF *Lobophyllia hemprichii*

Ahmad Mustawa<sup>1</sup> · Esti Harpeni<sup>1</sup> · Moh. Muhaemin<sup>1\*</sup>

**Ringkasan** *L. hemprichii* is one of the marine ecosystems with high biodiversity and the most productive. The more healthy corals, the higher productivity in the sea. The existence of light is needed for *L. hemprichii* for its growth. Moreover *L. hemprichii* has color that produced by symbiotic algae pigments such as carotenoid pigments. Carotenoid pigment has active role to absorb light in process of photosynthetic of algae symbionts. The aims of this study were to gain different effects of light intensity to color gradation of red and carotenoids content of *L. hemprichii*. The study was conducted by placing *L. hemprichii* into aquariums with ICR treatment (Low Light Intensity = 1514 Lux), ICS treatment (Medium Light Intensity = 3028 Lux), treatment ICR (High Light Intensity = 4547 Lux). The results showed that the light intensity affect the color gradation of coral *L. hemprichii* and light intensity affect the concentration of total carotenoid pigment *L. hemprichii*. The best light intensity for *L. hemprichii* color and carotenoid pigment production was high light intensity (4547 Lux).

**Keywords** algae, carotenoid, photosynthetic, light

Received : 14 Maret 2017

Accepted : 27 Maret 2017

<sup>1</sup>Jurusan Perikanan dan Kelautan Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Jalan Prof. Soemantri Brodjonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145  
E-mail: mmuhaemin@gmail.com

### PENDAHULUAN

Terumbu karang merupakan salah satu ekosistem perairan yang paling produktif. Namun, juga dapat mengalami kerusakan yang terjadi akibat aktifitas manusia maupun pengaruh alam. Kerusakan oleh aktivitas manusia menjadi ancaman utama bagi kelangsungan hidup karang keras. Tingginya aktivitas manusia pada perairan terumbu karang meliputi sedimentasi, pencemaran, penangkapan dan pengeboman ikan. Beberapa faktor lain yang menimbulkan kerusakan diantaranya tingginya peningkatan suhu permukaan laut dan pencemaran senyawa kimia (Jones and Hoegh-Guldberg, 1999), radiasi sinar matahari (Brown et al., 1999), penurunan suhu permukaan laut (Saxby et al., 2003), infeksi bakteri (Shenkar et al., 2006), dan penurunan salinitas (Downs et al., 2009).

Kerusakan terumbu karang di perairan bisa terlihat dari koloni karang yang terangkat dari substratnya, bentuk karang yang hancur serta terumbu karang mengalami kerusakan ditandai dengan perubahan warna dari yang sebelumnya warna gelap menjadi pudar hingga berwarna putih (*bleaching*). Pemutihan adalah suatu proses yang mengalami penurunan fungsi bahkan hilangnya kemampuan fotosintetik symbiodinium sebagai simbiosis (Bhagooli and Hidaka, 2003). Santoso (2011) yang mengungkapkan bahwa alga simbiosis yaitu zooxanthellae memberikan warna pada polip karang.

Selain secara heterotrofik, terumbu karang mampu memenuhi kebutuhan nutrisinya dengan ca-

ra fotosintetik. Berdasarkan penelitian Rani et al. (2004) alga simbiotik membutuhkan cahaya yang cukup untuk melakukan fotosintesis. Kurangnya intensitas cahaya akan menghambat proses fotosintesis sehingga kemampuan karang menghasilkan kalsium karbonat, pembentukan terumbu, dan warna karang juga berkurang. Ketika karang tidak dapat memaksimalkan penggunaan cahaya salah satunya dapat diketahui terjadinya proses gradasi warna karang atau berubahnya warna karang yang memudar bahkan menjadi warna putih. Selain itu, karang memiliki konsentrasi pigmen fotosintesis yaitu pigmen karotenoid yang bertugas sebagai fotoproteksi dengan menyerap dan melepaskan cahaya yang berlebihan (Tyas, 2006).

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengamati warna karang dan kandungan konsentrasi pigmen karotenoid pada berbagai intensitas cahaya yang berbeda. Penelitian ini diharapkan dapat memperoleh informasi mengenai pengaruh intensitas cahaya yang berbeda terhadap kelangsungan hidup *L. hemprichii*.

## MATERI DAN METODE

Sirkulasi air atau biasa disebut *cycling* merupakan proses perputaran air dalam akuarium dilakukan selama 14 hari bertujuan membersihkan air laut dari kotoran, senyawa kimia, plankton. Langkah untuk melakukan proses sirkulasi air, alat dan bahan yang dibutuhkan akuarium sump atau akuarium filter yang berukuran 40x30x30cm<sup>3</sup> dibagi menjadi tiga bagian. Pada bagian pertama berisi pipa *inlet* dan *protein skimmer* dari tandon, bagian kedua berisi pasir dan pecahan karang, bagian ketiga berisi pipa *outlet*. Air laut pada akuarium filter yang dihubungkan menggunakan pipa menuju tiga akuarium utama berukuran 50x30x40 cm<sup>3</sup>, dan lampu 20 watt, lampu 40 watt, lampu 60 watt. Air yang keluar dari akuarium utama dihubungkan menggunakan pipa menuju tandon yang berisi 1 buah pompa air.

Karang dimasukkan ke dalam akuarium utama berisi air laut yang sebelumnya mengalami proses *cycling* selama 14 hari. Setiap akuarium perlakuan, penempatan sampel di akuarium disusun 2 baris dengan pemberian nama sampel

secara acak yang diisi sebanyak 4 buah karang sebagai ulangan. Proses aklimatisasi dilakukan hingga warna fisik karang tersebut menyerupai ketika karang berada di alam yang berwarna merah.

Rancangan penelitian terdiri dari 4 (empat) perlakuan dan masing-masing terdiri dari 4 (empat) kali ulangan yaitu perlakuan ICT (Intensitas Cahaya Tinggi = 4547 Lux), perlakuan ICS (Intensitas Cahaya Sedang = 3028 Lux), perlakuan K (Intensitas Cahaya Matahari = 3001 Lux), perlakuan ICR (Intensitas Cahaya Rendah=1514 Lux).

Pengukuran sampel warna pada koloni karang dengan menggunakan tolak ukur warna yaitu M-TCF (*Modified Toca Colour Finder*) yang terlebih dahulu ditetapkan standar warnanya. Parameter warna yang ditetapkan melalui M-TCF, kemudian dikuantifikasi secara visual dengan sistem ranking yang terdiri atas warna pada karang. Pengukuran warna sampel karang dibutuhkan lima orang pengamat independen yang tidak memiliki buta warna bertujuan agar hasil yang didapat akurat.

Pengukuran *Consistency Rasio* (CR) warna sampel karang *L. hemprichi* menggunakan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*). Pengukuran rasio konsisten menggunakan metode AHP bertujuan untuk mengetahui hasil dari keputusan 5 (lima) orang pengamat independen dalam pengukuran warna sampel melalui M-TCF adalah tepat. Data hasil keputusan yang diperoleh dari lima pengamat dimasukkan kedalam perhitungan rata-rata geometrik untuk menyatukan 5 (lima) pendapat dari pengamat independen setiap kriteria. Langkah selanjutnya dimasukkan kedalam skala penilaian AHP untuk dilakukan perbandingan antar perlakuan kemudian dilakukan perhitungan *Consistency Index* (CI) dan dilanjutkan perhitungan rumus (Wind and Saaty, 1980).

$$CI = \frac{\lambda \text{ maksimum} - n}{n - 1} \quad (1)$$

dimana: CI = *Consistency Indeks*;  $\lambda$  maks = Jumlah hasil perbandingan; n = jumlah total perbandingan

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

dimana: CR = *Consistency Rasio* CI = *Consistency Index* RI = *Random Index*

Pengukuran karotenoid dilakukan dengan mengambil bagian karang lalu sebanyak 5 ml. Bagian karang yang diambil kemudian disaring dengan kertas *whatman* GF/F. Hasil saringan kemudian ditambahkan menggunakan air laut steril untuk menjadikan 10 ml per-sampel. Hasil saringan di *centrifuge* selama 5 menit dengan kecepatan 1000 rpm. Endapan yang terbentuk ditambahkan 10 ml aseton 90% dan dihomogenisasi selama 1 menit.

dengan kecepatan rendah menggunakan vortex. Sampel disimpan dalam ruang gelap pada suhu  $-20^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam. Sampel yang sudah disimpan lalu didiamkan pada suhu ruang hingga tabung reaksi terlihat mengembun. Hasil berupa supernatan diambil dan diukur konsentrasinya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 480 nm, 510 nm, dan 750nm. Hasil yang diperoleh kemudian dihitung menggunakan rumus konsentrasi karotenoid.

$$C - \text{car} = 7.6 \times [(Abs_{480nm} - Abs_{750nm}) - (1.49 \times Abs_{510nm} - Abs_{750nm})]. \quad (3)$$

Pengukuran parameter kualitas air meliputi suhu, pH, dan salinitas. Pengukuran suhu dilakukan setiap hari sekali, pengukuran pH, dan salinitas dilakukan setiap 3 hari sekali. Data hasil penelitian diuji analisis normalitas, homogenitas, analisis sidik ragam (ANOVA) serta analisis regresi pada koefisien determinasi dan korelasi. Apabila terdapat perbedaan, dilanjutkan dengan uji BNT (Steel and Torrie, 1993).

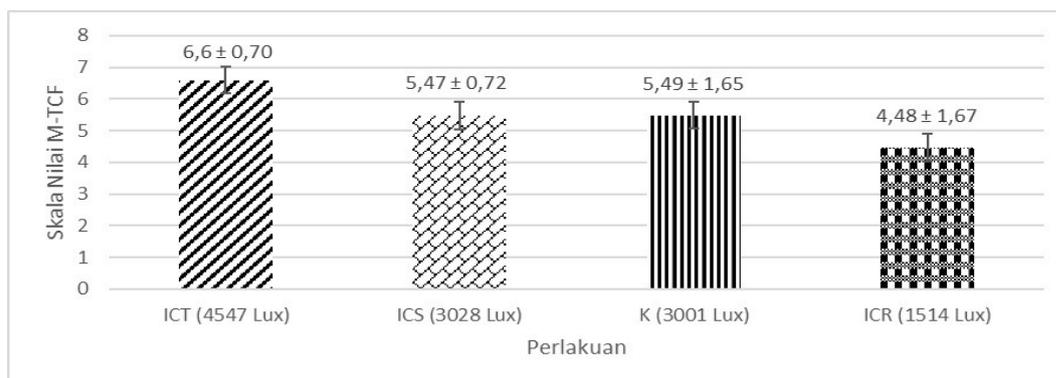
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Rata-rata nilai warna M-TCF *L. hemprichii* pada perlakuan K 4,49, perlakuan ICT sebesar 6,6, perlakuan ICS sebesar 5,47, dan perlakuan ICR sebesar 4,48. Warna *L. hemprichii* perlakuan ICT lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lain yang dapat diduga *L. hemprichii* membutuhkan intensitas cahaya medium sampai intensitas cahaya tinggi dalam kelangsungan hidup. Sedangkan warna *L. hemprichii* perlakuan ICR mendapat nilai warna merah terendah selama pengamatan. Hal tersebut disebabkan menggunakan intensitas cahaya paling

rendah dari setiap perlakuan yaitu 1514 Lux. Rendahnya intensitas cahaya yang masuk perairan akan menghambat karang hermatipik terutama alga simbiotik untuk melakukan proses fotosintetik (Jones and Yellowlees, 1997). Intensitas cahaya rendah menimbulkan hilangnya alga simbiotik pewarna dari jaringan *L. hemprichii* yang tidak dapat memaksimalkan cahaya untuk melakukan fotosintesis menghasilkan nutrisi bagi pertumbuhan dan perkembangan *L. hemprichii* yang pada akhirnya karang mengalami pemutihan. Hal ini sesuai dengan Glynn (1996) yang mengungkapkan bahwa selama pemutihan terjadi karang kehilangan 60–90% dari jumlah zooxanthellae-nya dan zooxanthellae yang masih tersisa dapat kehilangan 50–80% dari pigmen fotosintesisnya.

Rata-rata nilai warna M-TCF yang diperoleh (gambar 1.), menunjukkan intensitas cahaya berpengaruh terhadap intensitas warna karang *L. hemprichii* ( $F=6,247$ ;  $df=3$ ;  $p=0,008$ ). Uji lanjut BNT atau LSD menunjukkan terdapat perbedaan antara perlakuan ICT (intensitas cahaya lampu 4547 Lux) terhadap perlakuan K (intensitas cahaya matahari 3001 Lux) ( $p=0,43$ ), perlakuan ICS (intensitas cahaya lampu 3028 Lux) ( $p=0,40$ ), dan perlakuan ICR (intensitas cahaya lampu 1514 Lux) ( $p=0,001$ ). Perlakuan K tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap perlakuan ICS (intensitas cahaya lampu 3028 Lux) ( $p=0,968$ ) dan perlakuan ICR (intensitas cahaya lampu 1514 Lux) ( $p=0,062$ ).

Hasil dari pengukuran warna sampel yang didapat, kemudian mencari nilai prioritas tertinggi dan rasio konsistensi menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) untuk memilih warna karang yang lebih diprioritaskan dari setiap perlakuan. Metode AHP memerlukan interaksi dan konsistensi pengguna agar solusi yang dihasilkan optimal. Nilai rata-rata prioritas tertinggi dimiliki perlakuan ICT yaitu 0,424 disusul perlakuan ICS yaitu 0,226, kemudian perlakuan K yaitu 0,194, dan perlakuan ICR yaitu 0,157. Hasil tersebut menunjukkan bahwa warna merah karang *L. hemprichii* pada perlakuan ICT lebih pekat dari pada perlakuan K, ICS, dan ICR. Pada Tabel 1, dapat dilihat bahwa pengamatan hari ke-3 hingga hari ke-15 diperoleh nilai rasio konsisten yaitu  $\leq 0,1$  menunjukkan keputusan dari 5 panelis



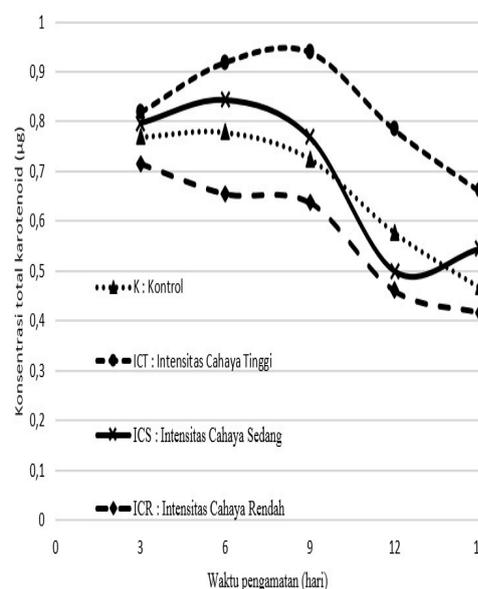
**Gambar 1** Rata-rata intensitas warna karang *L. hemprichii* pada intensitas cahaya yang berbeda

**Tabel 1** Pengukuran *Consistency Indeks* (CI) dan *Consistency Rasio* (CR) menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP)

Waktu Pengamatan (Hari)	<i>Consistency Indeks</i> (CI)	<i>Consistency Rasio</i> (CR)
3	0	0
6	0	0
9	0,01	0,01
12	0	0,01
15	0,02	0,03

dalam mencocokkan warna karang *L. hemprichii* sesuai dengan warna pada M-TCF adalah konsisten. Hal tersebut sesuai dengan Saaty (1980) menyatakan bahwa jika  $CR \leq 0,1$  maka nilai matriks perbandingan berpasangan pada matriks kriteria konsisten dan solusi yang dihasilkan optimal.

Pemberian intensitas cahaya yang berbeda terhadap kandungan pigmen karotenoid *L. hemprichii* memperoleh hasil yang berbeda hingga akhir penelitian. Selama pengamatan kandungan karotenoid cenderung mengalami penurunan (Gambar 2). Grafik pada perlakuan K dan ICT dengan intensitas cahaya 4547 Lux, selama pengamatan mengalami peningkatan dari hari ke-3 hingga hari ke-9 perlakuan ICT menjadi puncak konsentrasi pigmen karotenoid selama pemeliharaan dengan nilai 0,939  $\mu\text{g}$  pada hari ke-9. Hal ini terjadi karena teraktivasi pigmen karotenoid terhadap paparan intensitas cahaya tinggi yang tidak mampu lagi diserap oleh pigmen klorofil. Akan tetapi, pemeliharaan pada hari ke-12 sampai hari ke-15 mengalami penurunan dengan konsentrasi pada akhir pengamatan yaitu 0,660  $\mu\text{g}$ . Pigmen karotenoid tidak mampu lagi menyerap semua cahaya yang diterima sehingga karotenoid meng-



**Gambar 2** Konsentasi Total Karotenoid karang *L. hemprichii*

alami penurunan. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Wahyuni and Widjanarko (2014), bahwa pengaruh intensitas cahaya tinggi yang diterima pigmen karotenoid secara terus menerus dapat mempengaruhi penurunan konsentrasi karotenoid serta menyebabkan terjadinya degradasi.

## SIMPULAN

Perbedaan intensitas cahaya memberikan pengaruh terhadap warna merah pada karang *L. hemprichii* dan pengurangan intensitas cahaya pada karang *L. hemprichii* memberikan penga-

ruh yang signifikan terhadap konsentrasi pigmen total karotenoid serta jumlah konsentrasi pigmen total karotenoid karotenoid akan meningkat pada cahaya tinggi.

### Pustaka

- Bhagooli, R. and Hidaka, M. (2003). Comparison of stress susceptibility of in hospite and isolated zooxanthellae among five coral species. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 291(2):181–197.
- Brown, B., Ambarsari, I., Warner, M., Fitt, W., Dunne, R., Gibb, S., and Cummings, D. (1999). Diurnal changes in photochemical efficiency and xanthophyll concentrations in shallow water reef corals: evidence for photoinhibition and photoprotection. *Coral Reefs*, 18(2):99–105.
- Downs, C. A., Kramarsky-Winter, E., Wooldley, C. M., Downs, A., Winters, G., Loya, Y., and Ostrander, G. K. (2009). Cellular pathology and histopathology of hyposalinity exposure on the coral stylophora pistillata. *Science of the Total Environment*, 407(17):4838–4851.
- Glynn, P. W. (1996). Coral reef bleaching: facts, hypotheses and implications. *Global change biology*, 2(6):495–509.
- Jones, R. J. and Hoegh-Guldberg, O. (1999). Effects of cyanide on coral photosynthesis: implications for identifying the cause of coral bleaching and for assessing the environmental effects of cyanide fishing. *Marine Ecology Progress Series*, 177:83–91.
- Jones, R. J. and Yellowlees, D. (1997). Regulation and control of intracellular algae (= zooxanthellae) in hard corals. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 352(1352):457–468.
- Rani, C., Jompa, J., and Amiruddin (2004). Pertumbuhan tahunan karang keras porites lutea di kepulauan spermonde: hubungannya dengan suhu dan curah hujan. *Torani*, 14(4):195–203.
- Santoso, A. D. (2011). Pemutihan terumbu karang. *Jurnal Hidrosfir Indonesia*, 1(2).
- Saxby, T., Dennison, W. C., and Hoegh-Guldberg, O. (2003). Photosynthetic responses of the coral montipora digitata to cold temperature stress. *Marine Ecology Progress Series*, 248:85–97.
- Shenkar, N., Fine, M., Kramarsky-Winter, E., and Loya, Y. (2006). Population dynamics of zooxanthellae during a bacterial bleaching event. *Coral Reefs*, 25(2):223–227.
- Steel, R. G. and Torrie, J. H. (1993). Prinsip dan prosedur statistika. *PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta*, 747.
- Tyas, K. N. (2006). Adaptasi kedelai terhadap intensitas cahaya rendah melalui efisiensi penangkapan cahaya. *Disertasi. Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor*.
- Wahyuni, D. T. and Widjanarko, S. B. (2014). Pengaruh jenis pelarut dan lama ekstraksi terhadap ekstrak karotenoid labu kuning dengan metode gelombang ultrasonik [in press april 2014]. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(2):390–401.
- Wind, Y. and Saaty, T. L. (1980). Marketing applications of the analytic hierarchy process. *Management science*, 26(7):641–658.



# AQUASAINS

pISSN: 2301-816X



eISSN:2579-7638

