

Karakteristik Pola Arus Dalam Kaitannya dengan Kondisi Kualitas Perairan dan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Kawasan Taman Nasional Laut Karimunjawa

Muh. Yusuf, Gentur Handoyo, Muslim, Sri Yulina Wulandari,
dan Heriyoso Setiyono

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Diponegoro, Semarang

ABSTRAK

Perairan Kepulauan Karimunjawa memiliki karakteristik yang spesifik secara geografis maupun ekologis karena terletak di tengah lautan yang jauh dari daratan utama, dikelilingi oleh banyak pulau-pulau kecil dan hamparan terumbu karang, sehingga perairannya termasuk semi tertutup. Kondisi ini memberikan keuntungan karena menjadi daerah jebakan unsur hara. Arah dan pola sebaran spasial unsur hara (nitrat dan fosfat) dan Fitoplankton sangat dipengaruhi oleh bagaimana arah dan kecepatan arus yang terjadi serta tipe dan kondisi perairan yaitu semi tertutup. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pola arus (arah dan kecepatan) dalam kaitannya dengan kondisi kualitas perairan terutama sebaran nitrat, fosfat, dan kelimpahan individu fitoplankton di perairan Kawasan Taman Nasional Karimunjawa.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa arah arus dari hasil model adalah dominan menuju ke arah Barat, dan hasil ini sesuai dengan arah arus dari pengukuran secara in-situ di stasiun-stasiun yang diteliti. Kecepatan arus maksimal untuk permukaan laut termasuk kategori sedang, yaitu sebesar 0,309 m/detik dengan kecepatan rata-rata 0,055 m/detik. Dilihat dari arah sebaran parameter kualitas air terutama nitrat dan fosfat menunjukkan bahwa konsentrasi yang relatif lebih besar berada di pulau-pulau yang terletak di sebelah Barat, seperti P. Parang dan P. Nyamuk (nitrat), dan P. Nyamuk untuk unsur fosfat. Kelimpahan fitoplankton yang tinggi juga terdapat di pulau-pulau yang lokasinya terletak di sebelah Barat seperti pulau Parang (sisi Timur dan Selatan), dan pulau Nyamuk (semua sisi). Ada kecenderungan bahwa arah sebaran parameter kualitas air yang memiliki konsentrasi lebih tinggi terutama suhu, pH, oksigen terlarut, dan nitrat ternyata mengikuti arah sebaran arus yang terjadi.

Kata Kunci: *Pola Arus, Kualitas Perairan, Fitoplankton, Karimunjawa.*

Abstarct

Karimunjawa archipelago waters have specific characteristics both geographically and ecologically since it is located in the middle of sea which is far from the main land. Besides, it is surrounded by many small islands and coral reefs. Thus, the waters are included in semi-closed type of waters. This condition is very advantageous because it can be the trapping area of nutrient elements. The direction and the pattern of special spreading of nutrient elements (nitrate and phosphate) and phytoplankton are intensely influenced by how the direction and the current speed happen and also by the type as well as the condition of semi-closed waters. The purpose of this research is to analyze the current pattern (direction and speed) relating to the condition of waters' quality, mainly nitrate, phosphate, and the abundance of phytoplankton individuals in the area of Karimunjawa National park waters.

The result of this research shows that the current direction from model's result is dominantly toward West direction. Consequently, this result is precisely similar to the current direction from in situ measurement in examined stations. Maximum current speed for sea surface is categorized as medium. It is as fast as 0.309 m/second with 0.055 m/second average speed. Based on the parameter spread of water quality, mainly nitrate and phosphate, it shows that there is a relatively bigger concentration in western islands, such as Parang Island and Nyamuk Island with nitrate, and Nyamuk island with phosphate concentration. There is also a high abundance of phytoplankton in islands

which are located in western as Parang island (east and South sides), and Nyamuk island (all sides). In conclusion, there is a tendency that the direction of parameter spread of water quality which has higher concentration, mainly temperature, ph, dissolved oxygen, nitrate is exactly follows the direction of occurring current spread.

Key words: *current pattern, waters quality, phytoplankton, Karimunjawa*

Pendahuluan

Latar Belakang

Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di Dunia, yang terdiri dari 17.508 pulau dan garis pantai sepanjang 95.180,8 km (terpanjang ke dua di Dunia setelah Canada), (*World Resources Institute*, 2000), serta wilayah laut teritorial seluas 5,1 juta km² (63 % dari total wilayah teritorial Indonesia), ditambah dengan Zona Ekonomi Eksklusif seluas 2,7 juta km², sesungguhnya Indonesia memiliki potensi sumberdaya alam pesisir dan lautan yang sangat besar dan beranekaragam.

Pulau-pulau kecil umumnya memiliki sumber daya pesisir yang cukup besar, dimana potensi perikananannya didukung oleh ekosistem karang (*coral reef*), lamun (*seagrass*), bakau (*mangrove*), dan rumput laut (*seaweed*). Salah satu contoh gugusan pulau-pulau kecil yang mempunyai tipe-tipe ekosistem dan sumberdaya sebagaimana tersebut diatas adalah Kepulauan Karimunjawa (Yusuf, 2007).

Kepulauan Karimunjawa ditetapkan sebagai Taman Nasional sejak Tahun 1988 yang tertuang dalam Surat Keputusan Menteri Kehutanan No. 161/Menhut-II/1988. Kepulauan Karimunjawa memiliki 27 pulau, dimana 22 pulau masuk ke dalam Kawasan Taman Nasinal Karimunjawa. Kepulauan Karimunjawa memiliki daerah seluas 107.255 ha, terdiri dari lautan seluas 100.105 ha, dan daratan seluas 7.120 ha, serta memiliki potensi sumberdaya laut yang cukup besar, dan beragam ekosistem seperti terumbu karang, lamun, rumput laut, dan mangrove (Yusuf, 2007).

Perairan Kepulauan Karimunjawa memiliki karakteristik yang spesifik baik secara geografis maupun ekologis, yaitu

kawasan perairannya adalah tipe semi tertutup, karena dikelilingi oleh gugusan pulau-pulau, baik gugusan pulau-pulau besar maupun gugusan pulau-pulau kecil, dan merupakan daerah ekosistem terumbu karang yang tersebar luas dan merata di semua pulau-pulau yang ada, yang dapat melindungi pantainya dari gemburan ombak dan menahan kuatnya laju arus yang menuju ke pantai. Sebagai daerah perairan yang dikelilingi oleh banyak pulau-pulau kecil dan hamparan terumbu karang (tipe semi tertutup), maka perairan Karimunjawa menjadi daerah jebakan unsur hara (nutrien), sehingga perairan tersebut menjadi subur (Nybakken, 1988). Arah dan pola sebaran unsur-unsur hara, material tersuspensi dan berbagai parameter fisika-kimia air termasuk biologi (biota) yang terjadi di perairan Karimunjawa akan sangat dipengaruhi oleh bagaimana arah, kecepatan dan pola arus serta karakteristik gelombang yang terjadi pada saat tersebut. Variabilitas hidro-oseanografi tersebut, sangat dipengaruhi oleh pola angin musim yang berlangsung pada saat itu. Berdasarkan data dari Balitbang (2003), perairan Karimunjawa termasuk ke dalam Monsun Timur dan Barat serta dua musim Peralihan yakni musim Peralihan I dan Peralihan II. Musim-musim tersebut sangat dipengaruhi oleh sifat-sifat perairan seperti arus laut yang mengalir dari Barat ke Timur (dikenal sebagai musim barat), dicirikan oleh kondisi angin kencang, gelombang laut besar, curah hujan tinggi dan kadar garam relatif menurun atau rendah; sedangkan sebaliknya terjadi arus laut yang mengalir dari Timur ke Barat (dikenal sebagai musim Timur), dicirikan oleh kondisi angin dan gelombang laut relatif tidak besar, curah

*) Corresponding author <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/buloma> Diterima/Received : 16-07-2012
laboska_undip@yahoo.com Disetujui/Accepted : 12-08-2012

hujan rendah dan kadar garam relatif tinggi (Nontji, 1993).

Berdasarkan kondisi dan karakteristik hidro-oseanografi yang spesifik tersebut di atas, maka penelitian tentang studi pola arus dan sebaran kualitas perairan terutama unsure nitrat dan fosfat di Kepulauan Karimunjawa sangat diperlukan untuk diteliti, mengingat perairan Kepulauan Karimunjawa merupakan kawasan konservasi yang harus terus dimonitor terhadap kondisi ekologi dan hidro-oseanografinya, agar bisa terpelihara kelestarian dan keberlanjutannya sebagai Taman Nasional Laut, selain di luar dari faktor-faktor sosial dan ekonomi terutama semakin meningkatnya pemanfaatan Karimunjawa untuk berbagai kepentingan seperti budidaya laut, penangkapan ikan hias/karang dan wisata (Yusuf, dkk. 2007).

Permasalahan dan Pendekatan Masalah

Permasalahan yang muncul di perairan Kepulauan Karimunjawa adalah semakin rusaknya kondisi terumbu karang di kawasan tersebut, dan kondisi hidro-oseanografi yang sangat spesifik, dimana ketika musim Barat berlangsung, terjadi gelombang besar dan arus yang sangat kuat, sedangkan ketika musim Timur tiba, gelombang relatif kecil dan arus tidak begitu kuat. Fenomena ini sangat menarik untuk diteliti terhadap bagaimana kondisi variabilitas sifat dan karakteristik arus, kondisi kualitas perairan dan bagaimana kondisi biologis terumbu karang dan ikan-ikan karang yang hidup di kawasan perairan tersebut tentunya pada lokasi-lokasi dimana yang merupakan bagian sisi yang terbuka (*leeward*) dan lokasi dimana merupakan bagian yang termasuk sisi yang terlindung (*seaward*) dari gempuran ombak dan arus kuat ketika suatu musim itu sedang berlangsung. Sementara informasi data sifat dan karakteristik arus di perairan Karimunjawa dirasa masih sangat minim.

Salah satu cara pemantauan untuk mengetahui karakteristik kondisi pola arus untuk jangka panjang adalah menggunakan model matematik yang dibandingkan dengan pengamatan lapang. Cara ini sangat efisien

dari segi tenaga, biaya dan waktu. Model yang dimaksud adalah model pola arus yang dibuat dengan software SMS versi 8,1 dan model sebaran kualitas perairan yang dibuat dengan software Arc.GIS versi terbaru 9,3.

Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian di perairan Kawasan Taman Nasional Karimunjawa ini adalah untuk menganalisis dan mengkaji :

Karakteristik arus (arah dan kecepatan), dan kondisi kualitas perairan di Kawasan Taman Nasional Laut Karimunjawa.

Kelimpahan fitoplankton di perairan Kawasan Taman Nasional Laut Karimunjawa.

Keterkaitan antara sebaran nitrat dan fosfat dengan kelimpahan fitoplankton

Materi dan Metode Penelitian

Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan adalah data hasil pengukuran selama pengambilan sampel. Data primer tersebut berupa data arus, data kualitas air laut (fisika-kimia), dan data biologi berupa plankton dan karang hidup. Sedangkan data sekunder adalah data pendukung yang berasal dari instansi terkait. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini berupa :

1. Peta Rupa Bumi Indonesia dikeluarkan oleh BAKORSUTANAL Tahun 2001 dengan skala 1:25.000
2. Peta Kedalaman Karimunjawa dikeluarkan oleh DISHIDROS TNI-AL Tahun 2005.

Waktu dan Lokasi Penelitian

Pengambilan data atau sampling di lapangan akan dilakukan selama kurang lebih 17 hari, yaitu meliputi pengukuran pasang surut, arus, kualitas air (parameter fisika-kimia), sampling plankton, pengamatan dan pengukuran terumbu karang, yang dilaksanakan bulan September 2012. Penelitian ini dilaksanakan di perairan Kepulauan Karimunjawa, meliputi P. Bengkoang (Stasiun 1 sebelah Barat, stasiun 2



sebelah Timur), P. Cemara Besar (Stasiun 2 sebelah Barat, stasiun 4 sebelah Timur), P. Cemara Kecil (Stasiun 5 sebelah Barat), P. Geleang (Stasiun 6 sebelah Barat Laut), P. Menjangan Besar (Stasiun 8 sebelah Selatan), P. Menjangan Kecil (Stasiun 7 sebelah Barat), P. Parang (Stasiun 10 sebelah Timur, Stasiun 11 sebelah Utara, Stasiun 12 sebelah Barat) dan P. Nyamuk (Stasiun 13 sebelah Utara, Stasiun 14 sebelah Barat Daya, Stasiun 15 sebelah Selatan, dan stasiun 16 sebelah Timur). Analisis kualitas air dilakukan di Laboratorium Fisika-Kimia Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UNDIP, Kampus Teluk Awur, Jepara. Lokasi penelitian dan pengukuran parameter oseanografi serta kualitas perairan disajikan pada Gambar 1.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian, baik yang digunakan di lapangan maupun digunakan untuk pengolahan data tercantum pada Tabel 1.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif, yaitu suatu penelitian untuk memperoleh gambaran mengenai situasi atau kejadian yang diteliti dan dikaji pada waktu yang terbatas dan tempatnya tertentu (Hadi, 1984). Dalam hal ini adalah kondisi pola arus (arah dan kecepatan), sebaran kualitas air (nitrat dan fosfat), dan fitoplankton.



Gambar 1. Peta Penelitian

Tabel 1. Alat dan Bahan yang Digunakan dalam Penelitian

| No | Nama Alat | Satuan | Kegunaan |
|----|---|-------------|--|
| 1. | Bola duga | m/d | Mengukur kecepatan Arus |
| 2. | Water sampler | - | Mengambil sampel air |
| 3. | Kompas tembak | Derajat (°) | Mengukur sudut |
| 4. | GPS Merk Garmin serie 5 | - | Menentukan posisi lokasi penelitian secara geografis |
| 5. | Software SMS 8,1 (Surface Water Modelling System. | - | Mensimulasi permodelan arus. |
| 6. | DO meter | mg/l | Mengukur oksigen terlarut |
| 7. | Software Argis9,3 | - | Mengolah data penelitian |
| 8. | Seperangkat komputer | - | Mengolah data penelitian |



Metode Pengumpulan Data

Dalam metode pengumpulan data ini terdapat beberapa data yaitu data arus (arah dan kecepatan), dan data kualitas air. Adapun metode pengumpulan data tersebut diuraikan sebagai berikut :

Data Arus

Teknik pengukuran arus dapat dilakukan dengan pendekatan *Lagrangian* dan *Eulerian*. Pendekatan *Lagrangian* dilakukan dengan pengamatan gerakan massa air permukaan dalam rentang waktu tertentu menggunakan pelampung sedangkan pendekatan Eulerian dilakukan dengan pengamatan arus pada suatu posisi tertentu di suatu kolom air sehingga data yang didapat adalah data arus dalam suatu titik tertentu dalam fungsi waktu (Poerbondono dan Djunarsjah, 2005). Peneliti tidak menggunakan ADCP disebabkan alat tersebut sedang dalam keadaan rusak dan tidak bisa digunakan, sehingga peneliti hanya melakukan pengukuran arah dan kecepatan arus secara in-situ di lapangan. Hasil vektor plot yang berupa vektor arah arus yang diperoleh dari pemodelan menggunakan *software SMS 8.1* modul *ADCRC*.

Data Fisika-Kimia Kualitas Air dan Biologi Perairan

Pengambilan data kualitas air laut dilakukan dengan botol *Nansen*. Data kualitas perairan meliputi sifat fisika, kimia dan biologi. Sifa-sifat fisika yang diukur meliputi : suhu, kedalaman, kecerahan, arah dan kecepatan arus. Sifat-sifat kimia yang diukur

meliputi: salinitas, pH, DO, nitrat, dan fosfat. Sedangkan sifat biologi yang diukur yaitu kelimpahan fitoplankton, indek keanekaragaman (H') dan indeks keanekaragaman fitoplankton (E).

Metode Analisis Data

Dalam metode analisis data ini terdapat beberapa data yang diolah dan dianalisis yaitu data arus, dan data kualitas air. Adapun metode analisis data tersebut diuraikan sebagai berikut:

Analisis Fisika dan Kimia Perairan

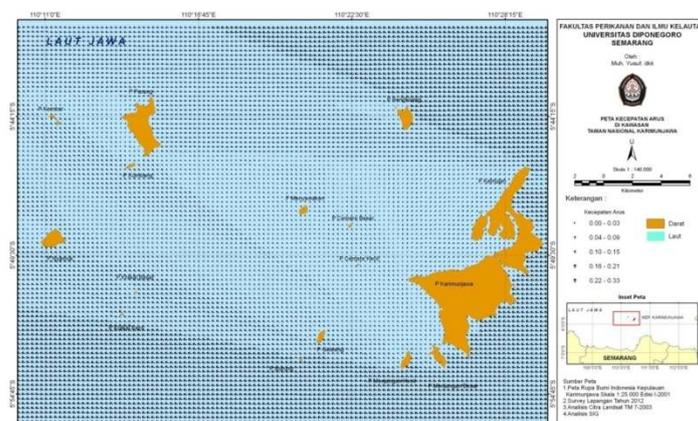
Analisis fisika-kimia perairan hasil pengukuran secara in-situ dibandingkan dengan Baku Mutu Air Laut yang berlaku (Kep.Men.LH/No.51/2004), khususnya untuk kepentingan kehidupan biota laut.

Hasil dan Pembahasan

Hasil Penelitian

Arus dan Permodelan Pola Arus

Hasil pengukuran kecepatan dan arah arus yang dilakukan menunjukkan bahwa arah arus dominan di permukaan mengalir dari Timur ke Barat. Kecepatan arus maksimal di permukaan mencapai 0,309 meter/detik, kecepatan arus minimal adalah 0,055 meter/detik, sedangkan untuk kecepatan arus rata-rata di permukaan sebesar 0,155 meter/detik. Sedangkan pola Kecepatan dan arah arus berdasarkan permodelan yang dibuat dari peta bathimetri mencakup wilayah penelitian, disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Pola Kecepatan dan Arah arus Di Kawasan Taman Nasional Laut Karimunjawa, Jepara.

Kualitas Perairan

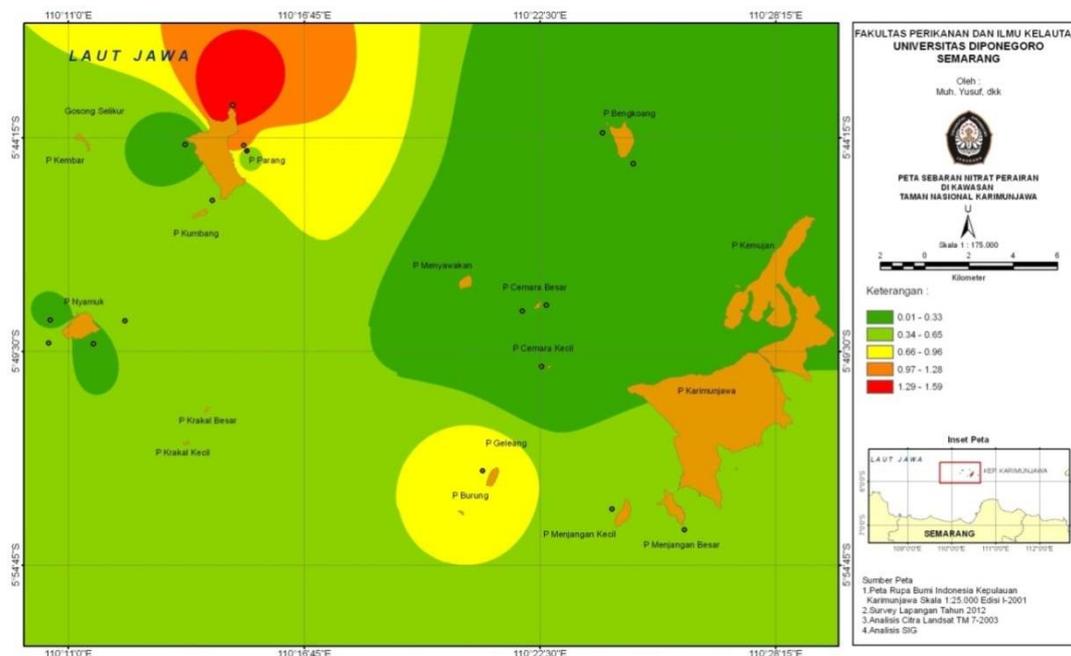
Hasil Pengukuran Kualitas Perairan DO, Suhu, Kedalaman, Kecerahan, Salinitas, pH,

Nitrat, dan Fosfat disajikan dalam Tabel 2. Sedangkan hasil analisis terhadap sebaran nitrat dan fosfat di sajikan pada Gambar 3-4.

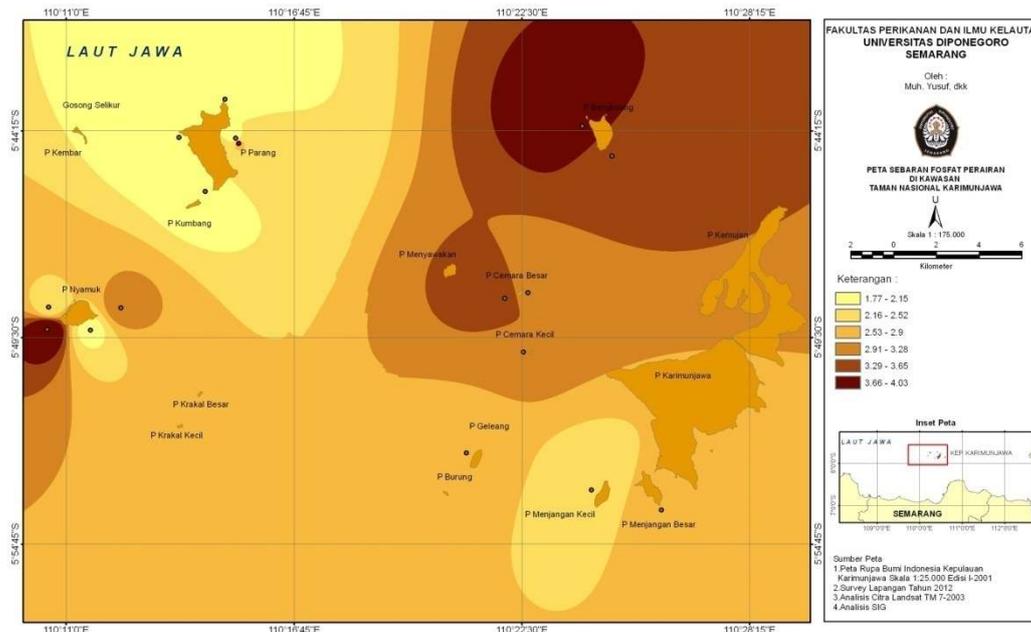
Tabel 2. Hasil Pengukuran Kualitas Perairan Di Kawasan Taman Nasional Karimunjawa.

| Sta-siun | DO (mg/l) | Suhu (°C) | Kedalaman (m) | Kecerahan (m/%) | Salinitas (‰) | pH | Nitrat (mg/l) | Fosfat (mg/l) |
|----------|-----------|-----------|---------------|-----------------|---------------|------|---------------|---------------|
| 1. | 8.1 | 28.5 | 6.0 | 6.00 (100%) | 35 | 9.8 | 0.05405 | 3.92537 |
| 2. | 9 | 28.9 | 10.25 | 6.25 (61%) | 34 | 8.27 | 0.10811 | 3.28358 |
| 3. | 8.05 | 29.2 | 6.2 | 6.20 (100%) | 33.5 | 6.87 | 0.02703 | 3.55224 |
| 4. | 8.2 | 28.6 | 6.8 | 6.80 (100%) | 34 | 6.76 | 0.01351 | 2.97015 |
| 5. | 8.2 | 29.4 | 9.2 | 9.20 (100%) | 33.5 | 6.95 | 0.13514 | 2.92537 |
| 6. | 8.1 | 28.7 | 6.7 | 6.70 (100%) | 34 | 7.70 | 0.70270 | 2.69403 |
| 7. | 10.5 | 28.6 | 5.7 | 5.70 (100%) | 32.5 | 7.48 | 0.62162 | 2.28358 |
| 8. | 8.4 | 28.9 | 6.2 | 6.20 (100%) | 34 | 7.70 | 0.45946 | 2.75373 |
| 9. | 10 | 28.8 | 4.1 | 4.10 (100%) | 32.5 | 7.40 | 1.59459 | 1.76866 |
| 10. | 8.5 | 29.3 | 7 | 6.30 (90%) | 32.5 | 7.35 | 1.27027 | 2.01493 |
| 11. | 7 | 28.6 | 8.0 | 800 (100%) | 33 | 7.61 | 0.16216 | 1.85075 |
| 12. | 11 | 28.7 | 8.0 | 8.00 (100%) | 33 | 8.28 | 0.37838 | 2.03731 |
| 13. | 8.01 | 28.9 | 7.8 | 7.80 (100%) | 34 | 7.89 | 0.32432 | 2.35075 |
| 14. | 9.1 | 29.8 | 10.5 | 10.5 (100%) | 32 | 7.91 | 0.37838 | 4.02985 |
| 15. | 9.4 | 28.9 | 9.2 | 7.00 (76%) | 33 | 8.19 | 0.29730 | 2.08955 |
| 16. | 9.1 | 28.9 | 10.0 | 10.0 (100%) | 32 | 8.03 | 0.43243 | 2.98507 |

Keterangan: 1, 2, 16 : stasiun penelitian (letaknya sama dengan stasiun sampling untuk fitoplankton)



Gambar 3. Peta Sebaran Nitrat (NO₃) Perairan di Taman Nasional Laut Karimunjawa.



Gambar 4 . Peta Sebaran Fosfat (PO₄) di Taman Nasional Laut Karimunjawa

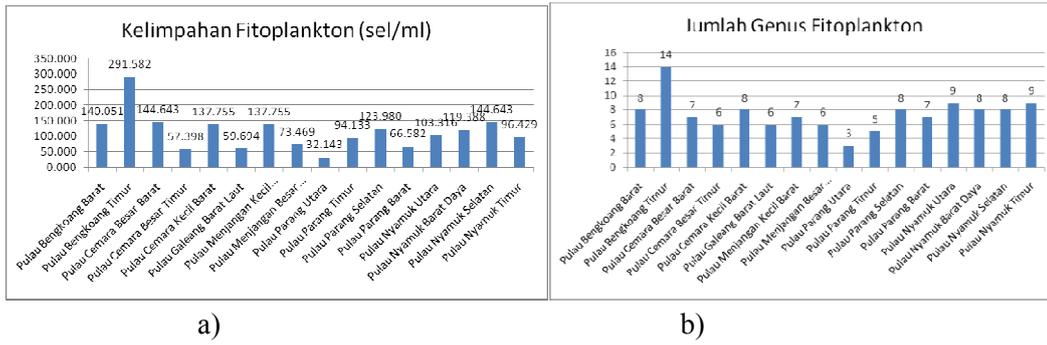
Kelimpahan dan Indeks Keanekaragaman Fitoplankton

Kelimpahan dan Indeks Keanekaragaman (H') dan keseragaman (E) fitoplankton di daerah

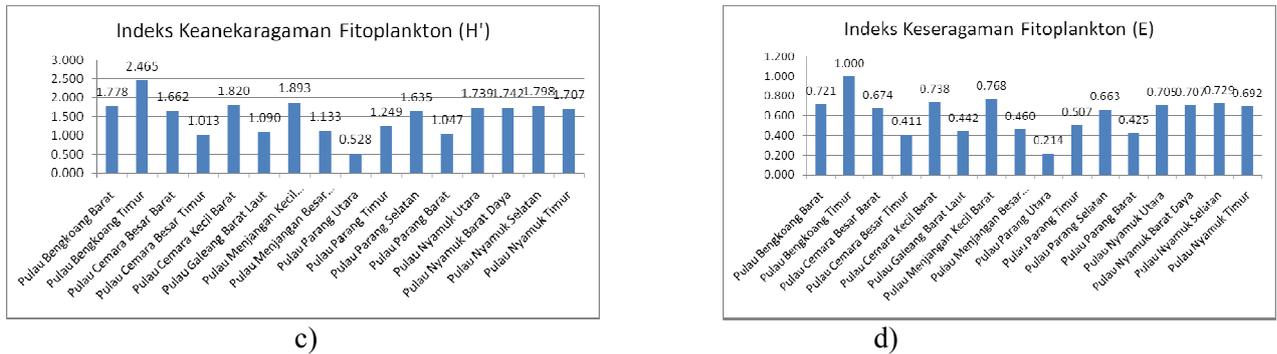
penelitian disajikan pada Tabel 3, Gambar 5 - 6, dan peta sebaran disajikan pada Gambar 7.

Tabel 3. Nilai Kelimpahan Individu Fitoplankton (sel/ml), Jumlah Genus (sel/ml), Indeks H' (sel/ml) dan Indeks E (sel/ml) Di Daerah Penelitian.

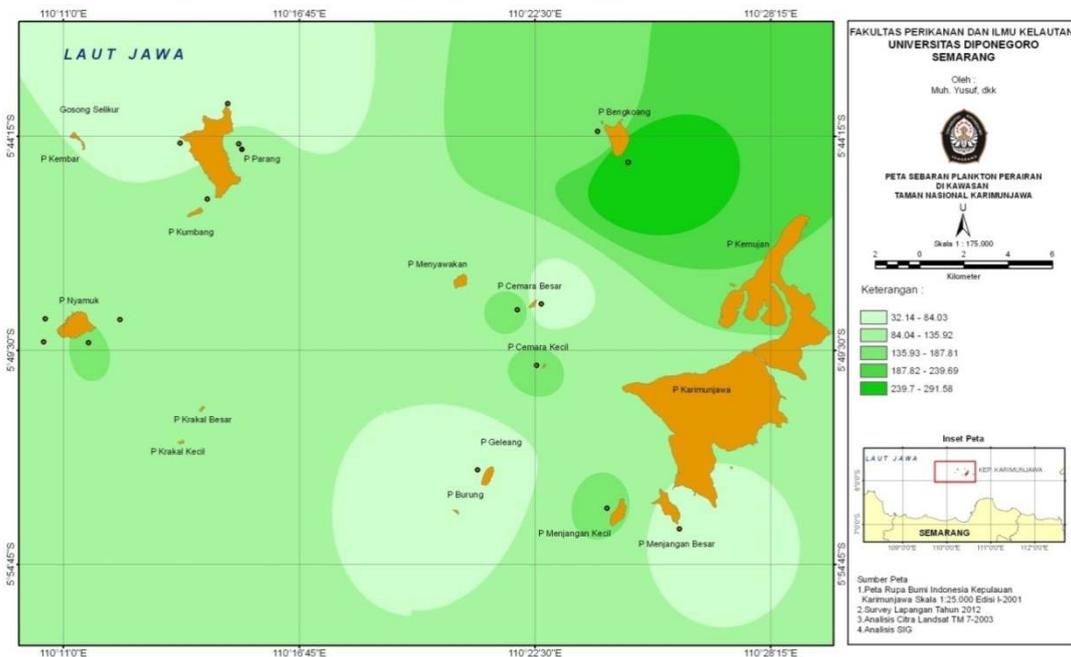
| Stasiun | Lokasi | Posisi | Kelimpahan (sel/ml) | Jml Genus (sel/ml) | H'(sel/ml) | E (sel/ml) |
|---------|------------------|------------|---------------------|--------------------|------------|------------|
| 1 | P. Bengkoang | Barat | 140 | 8 | 1,778 | 0,721 |
| 2 | P. Bengkoang | Timur | 292 | 14 | 2,465 | 1,000 |
| 3 | P. Cemara Besar | Barat | 145 | 7 | 1,662 | 0,674 |
| 4 | P. Cemara Besar | Timur | 57 | 6 | 1,013 | 0,411 |
| 5 | P. Cemara Kecil | Barat | 138 | 8 | 1,820 | 0,738 |
| 6 | P. Galeang | Barat Laut | 60 | 6 | 1,090 | 0,442 |
| 7 | P. Menjangan Kcl | Barat | 138 | 7 | 1,893 | 0,768 |
| 8 | P. Menjangan Bsr | Selatan | 73 | 6 | 1,133 | 0,460 |
| 9 | P. Parang | Utara | 32 | 3 | 0,528 | 0,214 |
| 10 | P. Parang | Timur | 94 | 5 | 1,249 | 0,507 |
| 11 | P. Parang | Selatan | 124 | 8 | 1,635 | 0,663 |
| 12 | P. Parang | Barat | 67 | 7 | 1,047 | 0,425 |
| 13 | P. Nyamuk | Utara | 103 | 9 | 1,739 | 0,705 |
| 14 | P. Nyamuk | Barat Daya | 119 | 8 | 1,742 | 0,707 |
| 15 | P. Nyamuk | Selatan | 145 | 8 | 1,798 | 0,729 |
| 16 | P. Nyamuk | Timur | 96 | 9 | 1,707 | 0,692 |



Gambar 5. a) Kelimpahan Individu Fitoplankton b) Jumlah Genus Fitoplankton di Daerah Penelitian, Taman Nasional Laut Karimunjawa.



Gambar 6. c) Indeks Keaneekaragaman Fitoplankton (H') d) Indeks Keaneekaragaman Fitoplankton (E) di Daerah Penelitian, Taman Nasional Laut Karimunjawa



Gambar 7. Peta Sebaran Kelimpahan Fitoplankton di Taman Nasional Laut Karimunjawa

Pembahasan

Arus Permukaan (arah dan kecepatan) dan Permodelan Pola Arus

Berdasarkan hasil permodelan terhadap karakteristik pola arus di perairan kawasan Taman Nasional Karimunjawa menunjukkan bahwa arah arus permukaan yang dominan yaitu mengalir dari Timur ke Barat. Hasil permodelan ini juga ternyata sama dengan arah arus hasil pengukuran lapangan yang dominannya ke arah Barat dan sebagian kecil ke arah Barat Laut. Hal ini bisa dimengerti karena pengukuran arus di lapangan dilakukan pada bulan September dimana pada saat itu sedang berlangsung musim timur (masuk ke peralihan II), sehingga arah arus dominan dari arah Timur ke Barat. Kecepatan arus di daerah penelitian tergolong rendah sampai dengan sedang, karena masih berada di bawah 0,5 m/detik yang merupakan indikator arus tersebut kuat. Diduga tidak kuatnya arus laut di daerah penelitian tersebut adalah selain berada pada musim Timur yang kekuatan arus umumnya lebih rendah daripada musim Barat, juga disebabkan oleh peran ekologis terumbu karang dalam merambatkan dan melemahkan kekuatan arus yang mengalir ke wilayah itu. Di daerah penelitian adalah merupakan daerah ekosistem terumbu karang yang cukup luas dan tersebar di semua pulau yang ada.

Kualitas Perairan

Kecerahan, Suhu, Salinitas dan pH

Kecerahan perairan di daerah penelitian masih tinggi (90-100 %) di perairan kawasan Taman Nasional Karimunjawa sangat mendukung bagi kehidupan terumbu karang yang ada di perairan tersebut. Suhu yang terukur di daerah penelitian (Tabel 2) masih termasuk kisaran yang normal untuk perairan laut tropis seperti di Indonesia. Sedangkan nilai salinitas perairan di daerah penelitian yaitu antara 32-35 ‰, dimana nilai salinitas yang terukur ini masih tergolong normal dan alami. Umumnya kisaran alami salinitas di perairan tropis seperti perairan Indonesia berkisar antara 32-35 ‰ atau kurang dari 35 ‰ untuk salinitas tertinggi.

Nilai pH yang terukur di daerah penelitian umumnya bersifat alkalis ($\text{pH} > 7,0$), hanya ada sebagian kecil dari stasiun penelitian yang memiliki nilai pH mendekati normal (7,0), yaitu Stasiun 3, 4, 5. Kondisi ke tiga stasiun yang berada di dekat P. Cemara Besar dan P. Cemara Kecil ini, diduga lebih disebabkan oleh pengaruh dari kegiatan budidaya kerapu yang terdapat di sekitar pulau tersebut (sebelah Timur Pulau). Dari sisa-sisa pakan ikan kerapu yang tidak termakan semuanya dapat menyebabkan nilai pH turun, dan perairan setempat bersifat sedikit dibawah normal (non alkalis).

Berdasarkan hasil pengamatan suhu menunjukkan bahwa suhu yang dominan di perairan kawasan Taman Nasional Karimunjawa adalah 28,85-29,18 °C (pulau-pulau yang berada di sebelah Barat), dan 28,5-28,84 °C (pulau-pulau yang berada di sebelah Timur). Salinitas yang dominan di daerah penelitian mengarah ke nilai 33,21-33,8 ‰; 32,61-33,3 ‰; dan 33,81-34,4 ‰. Konsentrasi salinitas yang besar berada pada pulau-pulau di sebelah Timur. Sedangkan sebaran nilai pH yang dominan di daerah penelitian berada pada kisaran 7,36-7,97 kecuali di pulau Cemara Besar dan Cemara Kecil nilai pH yang terukur lebih rendah, yaitu berkisar 6,75-7,37. Jika melihat nilai ke tiga parameter tersebut, maka dapat dikatakan bahwa kondisi kualitas perairan di perairan yang masuk ke dalam kawasan Taman Nasional Karimunjawa tergolong masih sangat baik sebagaimana perairan alami di laut yang belum tercemar oleh kegiatan antropogenik, sehingga sangat mendukung bagi kehidupan biota laut dan menunjang bagi kegiatan wisata dan budidaya laut.

Oksigen Terlarut

Konsentrasi oksigen yang tinggi di daerah penelitian dapat dimengerti karena perairan setempat merupakan perairan yang dominan terdiri dari habitat dan ekosistem terumbu karang dimana suplai oksigen yang memadai berasal dari hasil proses fotosintesis zooxanthellae yang hidup di polyp karang. Suplai oksigen yang cukup juga berasal dari sirkulasi arus dan gelombang yang terjadi dan

terbentuk di perairan setempat, terutama berasal dari arus gelombang dan pasut yang tiba ke area terumbu karang baik yang mengenai dan membentur terumbu karang di daerah *barrier reef* maupun *fringing reefs*, sehingga dapat menghasilkan suplai oksigen di area tersebut menjadi meningkat tajam.

Kandungan oksigen terlarut di daerah penelitian menunjukkan nilai dominan berada pada kadar 7,81 – 8,6 mg/l, dan 7,0- 7,8 mg/l. Konsentrasi oksigen yang lebih tinggi berada pada pulau-pulau yang terletak di sebelah Barat (P. Parang, P. Nyamuk), dibandingkan dengan pulau-pulau yang terletak di sebelah Timur (P. Bengkoang, P. Cemara Besar, P. Cemara Kecil, P. Geleang, P. Menjangan Besar). Konsentrasi oksigen terlarut ini tergolong cukup tinggi sebagaimana perairan alami laut yang belum tercemar, sehingga sangat mendukung bagi kehidupan ikan dan berbagai jenis biota laut lainnya, serta dapat meningkatkan oksidasi bahan organik dan senyawa kimia laut lainnya.

Nitrat dan fosfat

Konsentrasi nitrat yang relatif tinggi yang terukur di daerah penelitian menunjukkan bahwa perairan di kawasan Taman Nasional Karimunjawa dikatakan cukup subur. Hal ini dapat dimengerti karena perairan di kawasan Karimunjawa berupa ekosistem terumbu karang yang membentang luas. Ekosistem terumbu karang merupakan ekosistem yang memiliki produktivitas yang cukup tinggi karena dapat memproduksi makanan sendiri dari hasil proses fotosintesis zooxanthella yang hidup bersimbiose dengan binatang karang. Hal ini sesuai dengan pendapat Nybakken (1988) bahwa zooxanthellae dapat menghasilkan senyawa organik dalam proses fotosintesisnya, dipindahkan ke karang dan digunakan sebagai makanan bagi karang. Daerah terumbu karang juga merupakan daerah yang berperan sebagai nutrient trap, sehingga nutrien banyak melimpah di daerah terumbu. Hal ini sesuai dengan pendapat Nybakken (1988) bahwa Terumbu karang memiliki kemampuan untuk menahan nutrient-nutrien dalam suatu sistem dan

berperan sebagai kolam untuk menampung segala sesuatu yang berasal dari luar. Daerah terumbu juga memiliki produktivitas yang tinggi, cukup tersedia makanan (senyawa organik), sehingga merupakan daerah yang subur dan memicu bagi melimpahnya plankton dan ikan-ikan herbivora (Yusuf, 2012).

Tingginya konsentrasi fosfat di daerah penelitian berkorelasi linier dengan kandungan nitrat. Kondisi ini lebih banyak dipengaruhi oleh keberadaan ekosistem terumbu karang yang luas terhampar di daerah penelitian.

Sebaran konsentrasi nitrat di daerah penelitian dominan pada nilai konsentrasi cukup tinggi yaitu 0,34-0,65 mg/l, dan 0,01-0,33 mg/l. Berdasarkan peta sebaran nitrat menunjukkan bahwa konsentrasi nitrat yang lebih tinggi berada pada pulau-pulau di sebelah Barat (P. Parang, P. Nyamuk) dibandingkan dengan pulau-pulau yang berada di sebelah Timur (P. Bengkoang, P. Cemara Besar, P. Cemara Kecil, P. Menjangan Kecil, P. Menjangan Besar). Sedangkan sebaran fosfat yang dominan berada pada konsentrasi yang sangat tinggi yaitu 2,53-2,9 mg/l, dan 2,91-3,28 mg/l. Jika dibandingkan dengan Baku Mutu Air Laut untuk kehidupan biota laut, sehingga dapat dimanfaatkan dengan baik oleh tumbuhan dan fitoplankton untuk memenuhi kebutuhan nutrien bagi pertumbuhannya.

Kelimpahan dan Indeks Keanekaragaman Plankton

Kelimpahan individu fitoplankton di daerah peneliti secara general dapat dikatakan termasuk dalam kisaran sedang sampai dengan tinggi. Kelimpahan yang termasuk sedang dari 16 stasiun penelitian, diketemukan di 4 stasiun yaitu: P. Parang (sisi Barat dan Utara), P. Cemara Besar sisi Timur), P. Geleang (sisi Barat Laut), dan P. Menjangan Besar (sisi Selatan), sedangkan di lokasi lainnya kelimpahannya relatif tinggi. Sedangkan jika dilihat dari nilai indeks H' menunjukkan kisaran dari rendah sampai dengan sedang. Nilai indeks H' yang tidak tinggi ($< 3,0$) di daerah penelitian menunjukkan bahwa kelimpahan individu pada

setiap jenis tidak menyebar secara merata, ada satu jenis kelimpahannya tinggi, sedangkan jenis lainnya kelimpahannya rendah, disamping itu bisa disebabkan oleh jumlah genus yang berhasil diketemukan relatif rendah (kurang beranekaragam). Hal ini sesuai dengan data yang diperoleh dari hasil perhitungan indeks keanekaragaman jenis (H') dan jumlah genus yang diketemukan ternyata menunjukkan tren seperti itu (Tabel 3).

Keterkaitan Sebaran Nitrat dan Fosfat dengan Kelimpahan Fitoplankton

Jika melihat pola sebaran nitrat ($N-NO_3$) tampak bahwa konsentrasi pola sebaran nitrat terbagi dua bagian yaitu 0,01 – 0,33 mg/l yang berada di P. Bengkoang, P. Cemara Besar, dan P. Cemara Kecil, dan pola sebaran lainnya yaitu pada kisaran konsentrasi yang lebih besar yaitu antara 0,34-0,65 mg/l yang terdapat di P. Menjangan Kecil, dan P. Menjangan Besar, P. Parang, dan P. Nyamuk. Sedangkan konsentrasi fosfat yang tinggi terdapat di sebelah Barat dari pulau Karimunjawa yaitu di pulau Nyamuk. Namun demikian konsentrasi fosfat yang tinggi juga terdapat di Pulau Bengkoang (sebelah Barat Laut). Pola sebaran yang terbentuk ini mengarah ke arah Barat dengan konsentrasi yang lebih besar. Pola arus (vektor arah arus) yang dihasilkan dari analisis permodelan dan hasil pengukuran insitu juga menunjukkan dominan ke arah Barat. Hal ini menjelaskan bahwa arus laut yang menuju ke arah Barat akan membawa material, padatan terlarut, dan nutrisi mengarah menuju ke Barat mengikuti arus laut yang terbentuk.

Hasil pengukuran kelimpahan fitoplankton menunjukkan bahwa kelimpahan individu yang lebih besar mengarah menuju ke sebelah Barat dari Kepulauan Karimunjawa yaitu sebesar 84,04-135,92 sel/ml, yaitu berada di P. Parang dan P. Nyamuk, dan ada satu pulau yaitu P. Bengkoang di sebelah Timur yang kelimpahannya lebih besar dari ke dua pulau tersebut. Pulau-pulau yang letaknya berada di sebelah Timur dari P. Parang dan P. Nyamuk, yaitu P. Menjangan Besar, P. Cemara Besar, dan

P. Geleang kelimpahannya fitoplanktonnya lebih rendah. Kondisi ini menunjukkan bahwa kelimpahan fitoplankton yang lebih besar cenderung mengarah menuju ke Barat mengikuti aliran arus laut yang terbentuk, walau ada kelimpahan yang sedikit lebih besar terdapat di pulau yang terletak di sisi Timur yaitu P. Menjangan Kecil, P. Cemara Kecil, dan P. Bengkoang.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Arah arus dominan menuju ke arah Barat dengan kecepatan arus permukaan minimal 0,055 m/detik, maksimal 0,309 m/detik, dan rata-rata 0,155 m/detik.
2. Kualitas perairan meliputi kecerahan air, suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut, nitrat dan fosfat semuanya masih baik, dan tidak melampaui ketentuan Baku Mutu Air Laut untuk kehidupan biota.
3. Kualitas perairan terutama parameter suhu, oksigen terlarut, dan nitrat ($N-NO_3$) konsentrasi yang lebih tinggi mengarah ke arah Barat yaitu pada pulau-pulau yang terletak di sebelah Barat meliputi : P. Parang, P. Nyamuk dibandingkan dengan pulau-pulau yang terletak di sebelah Timur meliputi : P. Bengkoang, P. Cemara Besar, P. Cemara Kecil, P. Geleang, P. Menjangan Kecil, P. Menjangan Besar. Sebaran parameter nitrat dalam konsentrasi yang lebih tinggi cenderung arahnya sama dengan arah arus yang terbentuk yaitu dominan ke arah Barat.
4. Kelimpahan individu fitoplankton termasuk kategori sedang sampai dengan tinggi, berkisar antara 32 - 292 sel/ml. Indeks keanekaragaman jenis (H') termasuk kategori rendah sampai dengan sedang, yaitu berkisar dari 0,528-2,465.
5. Pola sebaran nitrat dan fosfat yang terbentuk, yaitu mengarah ke arah Barat dengan konsentrasi yang lebih besar di pulau Parang (nitrat), dan P. Nyamuk

(fosfat). Hasil pengukuran kelimpahan fitoplankton juga menunjukkan pada kelimpahan yang lebih besar mengarah menuju ke Barat dari Kepulauan Karimunjawa (P. Nyamuk), sehingga ada keterkaitan arah sebaran yang sama antara konsentrasi nitrat dan fosfat yang tinggi dengan kelimpahan fitoplankton yang tinggi.

Saran

Saran yang direkomendasikan untuk penelitian lebih lanjut bagi peneliti lainnya adalah bisa melakukan penelitian pada lokasi sisi Timur dari pulau Karimunjawa dan pulau Kemujan, guna mengetahui adakah perbedaan karakteristik pola arus antara sisi Timur dan Barat dari ke dua pulau besar/utama tersebut dalam kaitannya dengan sebaran kualitas perairan dan fitoplankton di Kepulauan Karimunjawa dalam satu musim atau waktu yang sama.

Ucapan Terima kasih :

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada bapak Dekan dan Pimpinan Fakultas yang telah memberikan dana Hibah Penelitian untuk para Dosen di lingkungan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan termasuk kepada penulis. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada :

1. Kepala Balai Taman Nasional Karimunjawa, Jepara atas izin yang diberikan untuk memasuki kawasan Taman Nasional tersebut
2. Adik-adik mahasiswa : Mirza, Sigit, Handoko, Refliana, yang telah membantu di lapangan.
3. Semua pihak yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu atas bantuannya, sehingga penelitian ini akhirnya dapat terlaksana.

Daftar Pustaka

Balitbang, 2003. Penelitian Identifikasi dan Penyelamatan Ekosistem terumbu Karang Bagi Nelayan Kecil Di Karimunjawa. Badan

Penelitian dan Pengembangan Propinsi Jawa Tengah.

Hadi, S. 1984. Metodologi Research. Jilid II, Cetakan XIV. Yayasan Penerbit Fakultas Psikologi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut.

Nontji, Anugerah. 1993. Laut Nusantara. Penerbit Djambatan, Jakarta.

Nybakken, J. W. 1988. Biologi Laut, Suatu Pendekatan Ekologis. Penerbit PT. Gramedia, Jakarta.

Poerbandono dan Djunarsjah. 2005. Survei Hidrografi. Refika Aditama, Bandung.

World Resources Institute. 2000. Marine Jurisdictions: Coast Line Length. <http://earth.wri.org/text/coastalmarine>.

Yusuf, Muh. 2007. Kebijakan Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut Kawasan Taman Nasional Karimunjawa Secara berkelanjutan. Disertasi Program Doktor, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

Yusuf, Muh, G. Handoyo, A. SD Suryaputra, Kismartini. 2007. Analisis Kebijakan Pengelolaan Sumberdaya Pulau-Pulau Kecil Dengan Pendekatan Tata Ruang Berbasis Daya Dukung Lingkungan. Lembaga Penelitian, Universitas Diponegoro.

Yusuf, Muh. 2012. Ekosistem Terumbu Karang. Bahan Kuliah Ekologi Laut Semester Gasal untuk Mahasiswa Program Studi Oseanografi, Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro.