



STUDI KORELASI NILAI SUHU PERMUKAAN LAUT DARI CITRA SATELIT AQUA MODIS MULTITEMPORAL DAN CORAL BLEACHING DI PERAIRAN PULAU BIAWAK, KABUPATEN INDRAMAYU

Aldi Nuary^{*)}, Agus Trianto dan Agus Anugroho D. S.

*Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro Kampus Tembalang, Semarang 50275 Telp/Fax. 024-7474698
email: Journalmarineresearch@gmail.com*

Abstrak

Ekosistem terumbu karang di Perairan Pulau Biawak masih dalam kategori baik. Namun, perubahan iklim global yang terjadi dewasa ini telah menyebabkan peningkatan suhu terutama suhu permukaan laut. Hal tersebut dapat menjadi ancaman serius bagi keberlangsungan hidup terumbu karang, dalam hal ini fenomena *coral bleaching*. *Coral bleaching* terjadi akibat stress yang dialami hewan karang terhadap perubahan suhu sebesar 1-2 °C dalam kurun waktu minimal empat minggu. Metode penelitian ini menggunakan metode deskriptif yang bertujuan untuk menjelaskan kekuatan hubungan antara perubahan nilai suhu permukaan laut yang diperoleh dari pengolahan citra satelit Aqua MODIS multitemporal level 3 dengan persentase *coral bleaching* di Perairan Pulau Biawak yang diukur dengan metode *Line Intercept Transect* (LIT). Hasil penelitian menunjukkan telah terjadi perubahan suhu drastis pada bulan Februari-Maret tahun 2009 sebesar 2,27 °C dan bulan Januari-Februari 2013 sebesar 2,22 °C. 5 dari 12 stasiun pengamatan ekosistem terumbu karang mengalami pemutihan sekitar 0,13-3,63%. Nilai persentase tersebut masuk kedalam kategori pemutihan tidak parah. *Lifeform* ACB merupakan jenis *lifeform* karang yang umumnya mengalami pemutihan dengan persentase keseluruhan mencapai 3,13%. Analisa regresi tunggal antara suhu permukaan laut dan *coral bleaching* menunjukkan hubungan yang sangat lemah antara keduanya ditunjukkan dengan nilai *r* sebesar 0,038. Oleh karena itu, *coral bleaching* di Perairan Pulau Biawak khususnya pada saat penelitian yakni bulan April 2013 dapat terjadi karena adanya faktor lain penyebab *bleaching* selain suhu permukaan laut.

Kata kunci : *Coral Bleaching*, Aqua MODIS, Suhu Permukaan Laut, Pulau Biawak

Abstract

*Coral reef ecosystems in Biawak Island Waters is still in the good category. However, sea surface temperature increased related with global climate change might be a serious threat to coral reefs which is coral bleaching. Coral bleaching caused by coral animals stress as a result of reaction to 1-2°C temperature change occurred at least in four weeks period. The purpose of this study was to obtain from Aqua MODIS multitemporal satellite level 3 in Biawak Island to determine the correlation between coral bleaching and sea surface temperature in Biawak Island Waters, Indramayu District, West Java. This study used descriptive methods to explain the strength of relationship between sea surface temperature value obtained from Aqua MODIS multitemporal satellite imagery level 3 and coral bleaching percentage in Biawak Island Waters by Line Intercept Transect method. The results showed temperature change in 2009 February-March at 2,27 °C and 2,22 °C in 2010 January-February. Coral bleaching in 5 of 12 observation stations around 0,13-3,63% which is categorized as not severe bleaching. ACB lifeform was the most affected by temperature change with overall bleaching 3,13%. Single regression analysis between sea surface temperature and coral bleaching showed tight relation with *r* value 0,038. That show coral bleaching in Biawak Island Waters especially at April 2013 is caused of other factors beside sea surface temperature*

Key word : *Coral Bleaching, Aqua MODIS, Sea Surface Temperature, Biawak Island*

**) Penulis penanggung jawab*



1. Pendahuluan

Selama dua dekade terakhir telah muncul ancaman lain yang sangat potensial bagi kelangsungan hidup terumbu karang. Kenaikan suhu air laut secara drastis dalam waktu yang relatif singkat telah menyebabkan pemutihan karang (*coral bleaching*). Pemutihan yang terjadi jika berlangsung dalam jangka waktu lama akan menimbulkan kematian pada terumbu karang (Westmacott., *et al*, 2000).

Konsultasi ahli di bidang pemutihan karang yang diselenggarakan oleh Sekretariat Konvensi Keanekaragaman Hayati (1999) mempunyai bukti penting dimana perubahan iklim merupakan penyebab utama peristiwa pemutihan saat ini. Apabila perubahan iklim ini terus berlanjut seperti diperkirakan, peristiwa pemutihan akan menjadi lebih sering dan parah nantinya, sehingga meningkatkan resiko bagi terumbu karang (Westmacott., *et al*, 2000).

Salah satu prediksi dampak dari perubahan iklim adalah *coral bleaching* (pemutihan pada karang). Hal ini disebabkan karena terganggunya hubungan simbiosis antara polip karang dan *zooxanthellae* yang ditandai dengan keluarnya *zooxanthellae* dari jaringan polip karang. Stress pada karang lebih banyak disebabkan oleh pencampuran air tawar dengan air laut, polusi, sedimentasi, penyakit dan yang terpenting adalah perubahan suhu dan pencahayaan. Jika faktor stress berlangsung dalam jangka waktu lama akan menyebabkan penurunan laju pertumbuhan dan kesuburan pada karang bahkan cenderung menyebabkan kematian. Fenomena *bleaching* sangat tergantung pada lokasi, kondisi lingkungan, musim atau komposisi spesies karang (Douglass, 2003).

Pulau Biawak merupakan pulau yang tidak berpenghuni. Pulau Biawak terbagi atas dua zona yakni, zona perlindungan dan zona pemanfaatan terbatas. Ekosistem terumbu karang yang terdapat di Pulau Biawak merupakan salah satu ekosistem yang termasuk ke dalam zona perlindungan (Dinas Kelautan dan Perikanan, 2005).

Sejak ditetapkannya kawasan Pulau Biawak dan sekitarnya sebagai kawasan

konservasi berdasarkan Keputusan Bupati Indramayu nomor 556/Kep.528-Diskanla/2004 yang dikeluarkan pada tanggal 7 April 2004 tentang Penetapan Pulau Biawak dan sekitarnya sebagai Kawasan Konservasi Laut Daerah diharapkan segala macam bentuk kegiatan manusia yang cenderung merusak ekosistem terumbu karang serta ekosistem lain yang penting di kawasan tersebut bisa diminimalisir. Dengan begitu, penanggulangan masalah yang mengancam kehidupan terumbu karang pada perairan tersebut sudah mulai bisa terfokuskan pada hal yang lebih bersifat alami yakni kenaikan suhu akibat perubahan iklim yang terjadi dalam kurun waktu dua dekade terakhir (Dinas Kelautan dan Perikanan, 2005).

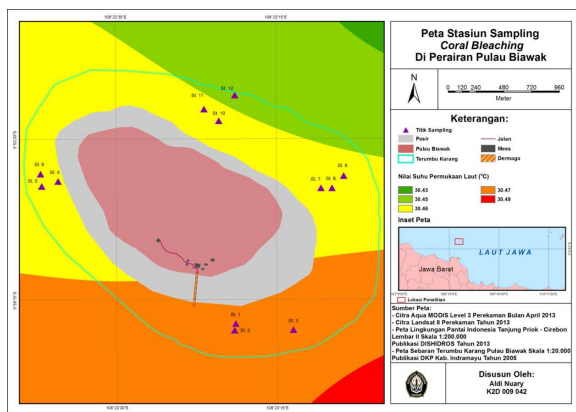
Satelit Aqua membawa sensor MODIS yang mempunyai 36 kanal spektral atau *band* dengan kisaran panjang gelombang antara 0,4 μm sampai 14,4 μm (Annas, 2009). Menurut Annas (2009), untuk menghitung suhu permukaan laut, data MODIS yang digunakan antara lain *band* 20, 31 dan 32 karena panjang gelombang pada *band-band* tersebut berada di antara 3,5-13 μm yang dimanfaatkan oleh radiometer inframerah untuk mendeteksi nilai suhu yang diemisikan oleh permukaan laut. Selain itu, data citra satelit Aqua MODIS dapat digunakan untuk membuat Peta Suhu permukaan Laut (*Sea Surface Temperature Maps/SST Maps*), dimana dapat digunakan untuk monitoring iklim sejak peluncurannya pada tahun 1995 hingga saat ini. Dengan begitu, data tersebut dapat dipakai untuk mendeteksi fenomena *coral bleaching* pada waktu tertentu.

2. Materi dan Metode

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra satelit Aqua MODIS level 3 multitemporal perekaman bulan Januari tahun 2009 sampai bulan April tahun 2013 yang diunduh dari <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>. Selain itu, digunakan juga data persentase *coral bleaching* pada ekosistem terumbu karang di Perairan Pulau Biawak, Kabupaten Indramayu, Jawa Barat, serta data suhu permukaan laut hasil pengukuran survei lapangan yang digunakan untuk uji akurasi dari data citra suhu permukaan

laut yang didapat dari pengolahan data citra satelit Aqua MODIS tersebut. Data pendukung yang digunakan dalam penelitian ini adalah Peta Lingkungan Pantai Indonesia Tanjung Priok-Cirebon Lembar II Skala 1:200.000 Publikasi DISHIDROS tahun 2013 serta Peta Sebaran Terumbu Karang Pulau Biawak Skala 1:20.000 Publikasi Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Indramayu tahun 2005.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif. Metode yang digunakan dalam penentuan stasiun sampling adalah metode *purposive sampling* atau metode pertimbangan, dimana penentuan stasiun sampling ini berdasarkan peta sebaran suhu permukaan laut yang telah dibuat, peta sebaran terumbu karang di Perairan Pulau Biawak yang dipublikasikan oleh Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Indramayu, serta survei pendahuluan di daerah terumbu karang dengan teknik *Manta Tow*. Jumlah stasiun pengamatan pada penelitian ini adalah 12 stasiun yang terbagi kedalam empat arah mata angin dengan masing-masing bagian berjumlah 3 stasiun dengan beda kedalaman yakni kedalaman 3 meter, 5 meter dan 10 meter (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Stasiun Sampling

Sebelum melakukan pengukuran lapangan, dilakukan interpretasi citra terlebih dahulu sebagai klasifikasi awal, yakni dengan menggunakan metode *unsupervised classification* atau klasifikasi tak terawasi.

Pemotongan citra bertujuan untuk membatasi wilayah pengamatan dengan obyek penelitian. Pemotongan citra dilakukan berdasarkan lokasi penelitian yang mengacu pada Peta LPPI Tanjung Priok-Cirebon terbitan DISHIDROS tahun 2013.

Selanjutnya, dilakukan proses ekstraksi citra satelit Aqua MODIS dengan menggunakan perangkat lunak *ENVI 4.5*. Hasil dari pengolahan data tersebut berupa data titik koordinat yang membatasi lokasi penelitian serta data suhu yang berada di titik tersebut. Data koordinat dan suhu tersebut masih dalam bentuk .txt pada *Notepad* sehingga harus dikonversi kedalam bentuk .xls dengan menggunakan *Microsoft Excel*. Data hasil ekstraksi citra satelit Aqua MODIS tersebut digunakan untuk proses interpolasi agar diketahui nilai serta pola sebaran suhu permukaan laut yang ada di lokasi penelitian. Hasil dari proses ini berupa peta sebaran suhu permukaan laut yang juga dipakai sebagai bahan pertimbangan untuk penentuan stasiun sampling seperti yang sudah dijelaskan di atas serta untuk membuat grafik atau sebaran temporal serta anomali suhu permukaan laut selama lima tahun terakhir.

Survei lapangan pada penelitian ini dilakukan untuk melakukan verifikasi atau pengecekan kebenaran di lapangan dari hasil klasifikasi nilai suhu permukaan laut dari citra satelit Aqua MODIS. Uji ketelitian dilakukan dengan analisa regresi linier sederhana dan koreksi kesalahan relatif antara suhu permukaan laut pada citra dengan suhu permukaan laut hasil pengukuran di lapangan yang dihitung dengan cara:

$$RE = \left[\frac{X_{insitu} - X_{citra}}{X_{insitu}} \times 100\% \right]$$

$$MRE = M = \sum_0^n \left| \frac{RE}{n} \right|$$

Keterangan :

RE : Kesalahan relatif (*Relative Error*)

MRE : Rata-rata kesalahan relatif (*Mean Relative Error*)

X_{insitu} : Data SPL hasil pengukuran di lapangan

X_{citra} : Data SPL citra

n : Jumlah data

Selain itu, dilakukan juga pengukuran parameter perairan lain seperti pH, DO, kecerahan serta salinitas yang bertujuan untuk mengetahui kondisi umum Perairan Pulau Biawak.

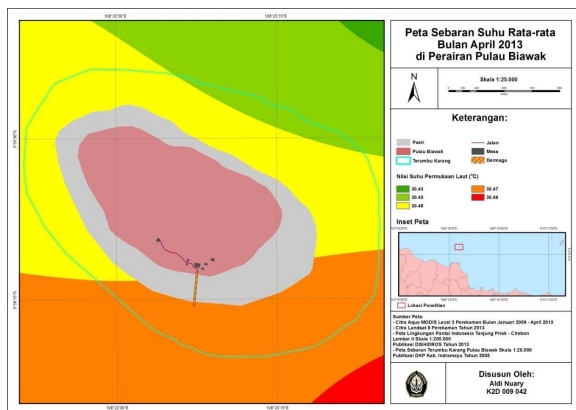
Pada tahap survei lapangan ini juga dilakukan pengamatan dan pengukuran persentase *coral bleaching* dengan metode *Line Intercept Transect* (LIT) pada ekosistem terumbu karang di Perairan Pulau Biawak, Kabupaten Indramayu, Jawa Barat.

Analisis regresi linier antara suhu permukaan laut dengan data persentase *coral bleaching* dilakukan untuk mengetahui keeratan hubungan antara keduanya sehingga dapat diketahui apakah fenomena *coral bleaching* di Perairan Pulau Biawak ini disebabkan oleh faktor perubahan suhu permukaan laut atau disebabkan oleh faktor lain.

3. Hasil dan Pembahasan

Sebaran Spasial dan Temporal Suhu Permukaan Laut

Hasil perhitungan nilai *error* data suhu permukaan laut pada citra dan suhu permukaan laut di lapangan didapatkan nilai rata-rata persentase kesalahan (*Mean Relative Error*) sebesar 1,1779%. data citra dan data lapangan tidak memiliki perbedaan yang signifikan sehingga data citra dapat mewakili keadaan yang sebenarnya (Disaptono dan Budiman 2006).

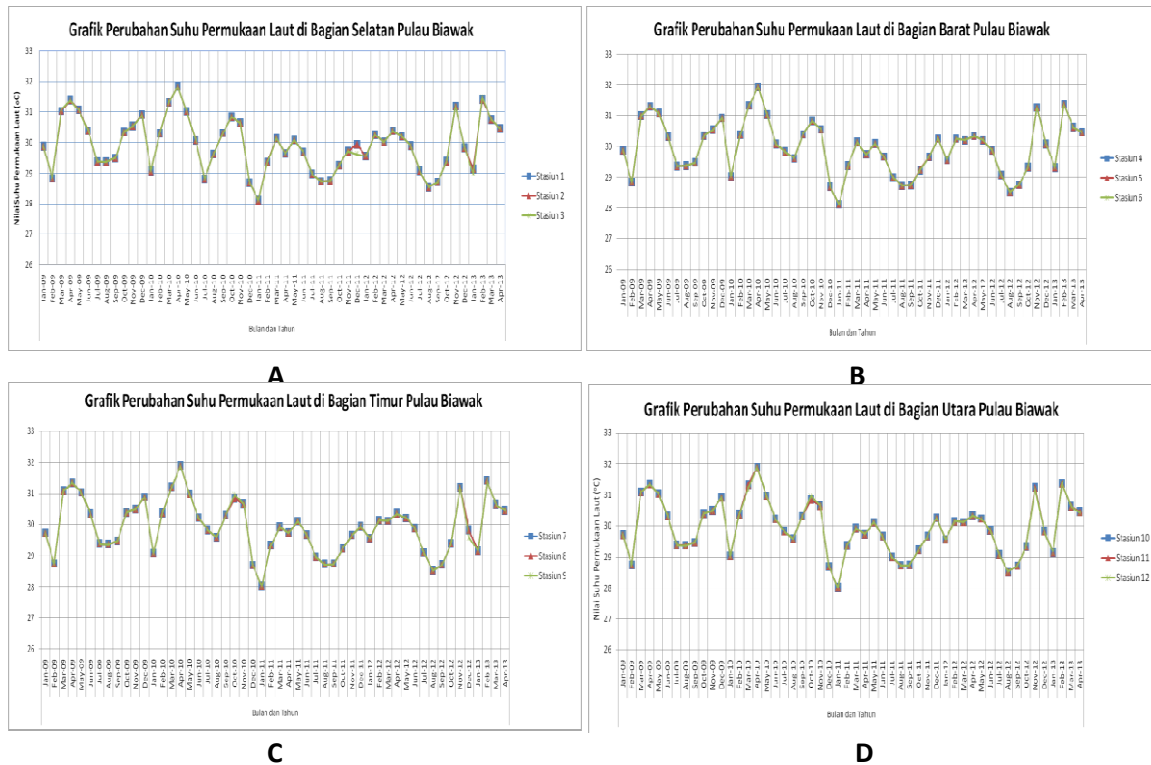


Gambar 2. Peta Sebaran Spasial SPL Rata-rata Bulan April 2013

Sebaran suhu permukaan laut perairan Pulau Biawak yang terletak di Laut Jawa sangat dipengaruhi oleh pergerakan angin muson. Sebaran suhu permukaan laut hasil pengolahan citra satelit Aqua MODIS menunjukkan arah sebaran suhu cenderung bergerak ke arah timur pada musim barat (November-Februari) dan arah barat pada musim timur (Mei-Agustus) serta tidak beraturan pada musim peralihan I (Maret-April) dan musim peralihan II (September-Oktober).

Berdasarkan grafik perubahan suhu permukaan laut (gambar 3), terjadi *trend* atau kecenderungan yang hampir sama yang terjadi selama lima tahun terakhir yakni mengalami kenaikan pada musim barat (November-Februari), musim peralihan baik musim peralihan I (Maret-April) maupun musim peralihan II (September-Oktober) dan mengalami penurunan pada musim timur (Mei-Agustus). Menurut Wyrтки (1961), hal tersebut disebabkan pada saat periode musim timur (Mei-Agustus), angin dan arus di Laut Jawa bergerak dari timur ke barat membawa massa air dingin masuk ke Laut Jawa bagian timur menuju arah barat. Sedangkan pada musim barat (November-Februari) massa air dari Laut Cina Selatan yang hangat mengisi Laut Jawa dan mendorong massa air ke arah timur.

Perubahan suhu permukaan laut rata-rata bulanan yang cukup drastis terjadi pada bulan Februari-Maret tahun 2009 sebesar 2,27 °C dan bulan Januari-Februari tahun 2013 sebesar 2,22 °C. Berdasarkan perubahan suhu permukaan laut secara drastis tersebut dapat diperkirakan fenomena *coral bleaching* di Perairan Pulau Biawak dapat terjadi



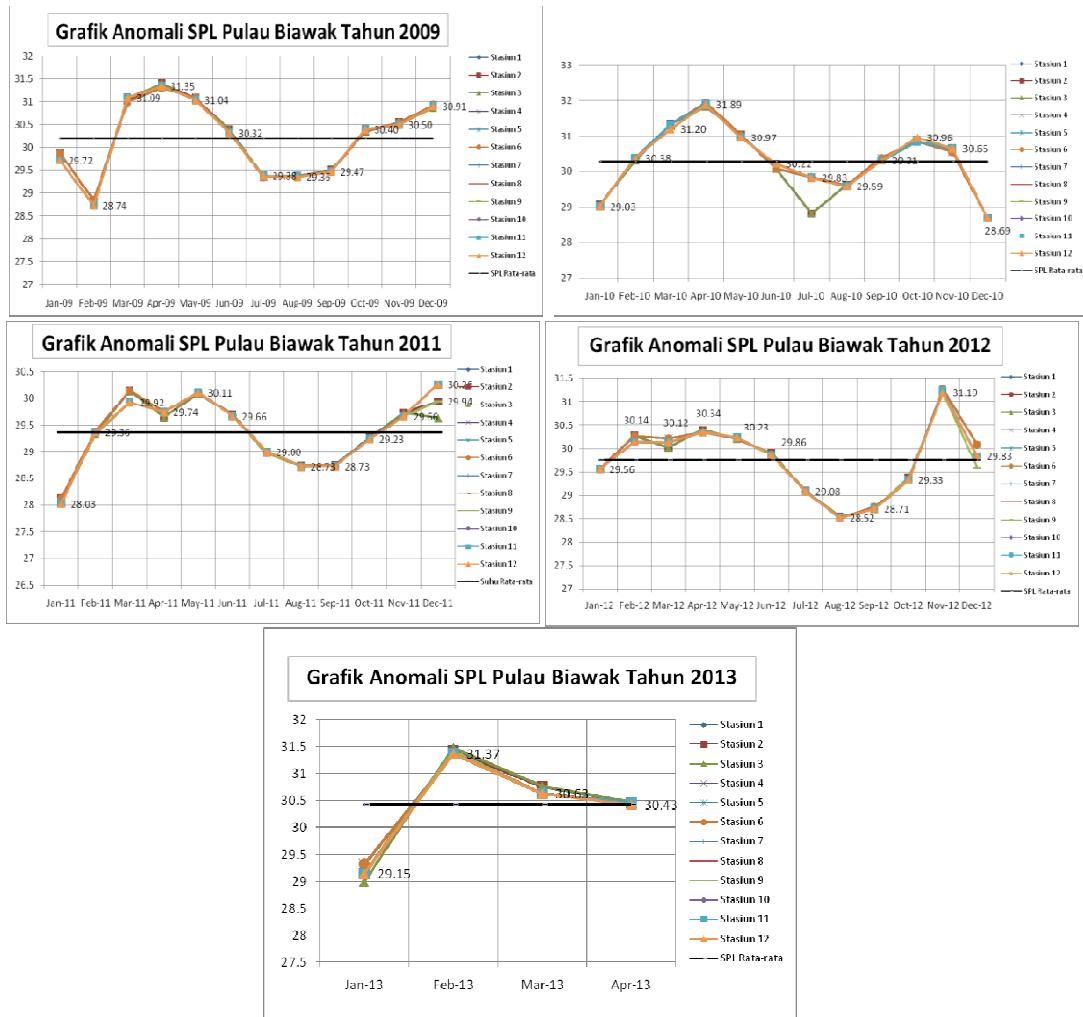
Gambar 3. Grafik Perubahan Suhu Permukaan Laut di Perairan Pulau Biawak
A. Bagian Selatan Pulau; **B.** Bagian Barat Pulau; **C.** Bagian Timur Pulau; **D.** Bagian Utara Pulau

pada bulan Maret tahun 2009 dan bulan Februari tahun 2013. Hal tersebut diperkuat oleh Hoegh-Guldberg (1999) bahwa peningkatan suhu air laut sebesar 2 °C selama 4 minggu (satu bulan) menyebabkan sebagian besar jenis karang mengalami pemutihan atau *bleaching*. Namun, pada bulan April tahun 2010 juga dapat diprediksi terjadi fenomena *coral bleaching*. Meskipun pada bulan tersebut tidak terjadi perubahan nilai suhu permukaan laut yang terlalu drastis dari bulan sebelumnya yakni rata-rata perubahannya sekitar 0,60 °C, namun pada bulan tersebut nilai rata-rata suhu permukaan lautnya sekitar 31,89 °C. Nilai suhu permukaan laut tersebut bernilai 1,89 °C lebih tinggi di atas suhu normal untuk ekosistem terumbu karang yaitu 30 °C. Menurut Keller *et al.* (2009), peningkatan suhu 1-3 °C sering menyebabkan peristiwa pemutihan terumbu karang yang cukup parah yang berlanjut pada kematian karang yang semakin meluas, kecuali terjadi adaptasi termal atau aklimatisasi karang.

Anomali Suhu Permukaan Laut

Berdasarkan grafik anomali suhu permukaan laut tahun 2009-2013 (gambar 4), dapat terlihat anomali suhu permukaan laut (SPL) yang terjadi pada tiap bulannya selama kurun waktu lima tahun tersebut. Anomali SPL sendiri didapat dari nilai SPL pada satu waktu dikurangi nilai SPL rata-rata pada tahun yang sama (NOAA, 2009). Anomali yang terjadi secara positif maupun negatif sebesar 1-2 °C akan menyebabkan *coral bleaching* (Hoegh-Guldberg, 1999). Anomali positif sebesar 1-2 °C terjadi pada bulan April tahun 2009, Maret dan April 2010, bulan November 2012, serta bulan Maret 2013. Sedangkan Anomali negatif sebesar 1-2 °C terjadi pada bulan Februari 2009, Januari, Juli dan Desember 2010, Januari 2011, Agustus dan September 2012 serta bulan Januari tahun 2013.

Biawak Tahun 2010



Gambar 4. Grafik Anomali SPL Perairan P. Biawak Tahun 2013

Kualitas Perairan Pulau Biawak

Kualitas perairan yang terdiri dari parameter fisika (kecerahan) dan kimia (pH, salinitas dan DO) di Perairan Pulau Biawak masih tergolong baik untuk kehidupan terumbu karang. Nilai kualitas perairan tersebut menurut baku mutu Kementerian Lingkungan Hidup (2004) secara umum masih kedalam kategori alami untuk tempat hidup ekosistem terumbu karang. Hal tersebut dapat menjadi pendukung terumbu karang untuk adaptasi

terhadap perubahan suhu permukaan laut yang disebabkan oleh perubahan iklim global yang terjadi, dalam hal ini kaitannya dengan fenomena *coral bleaching*.

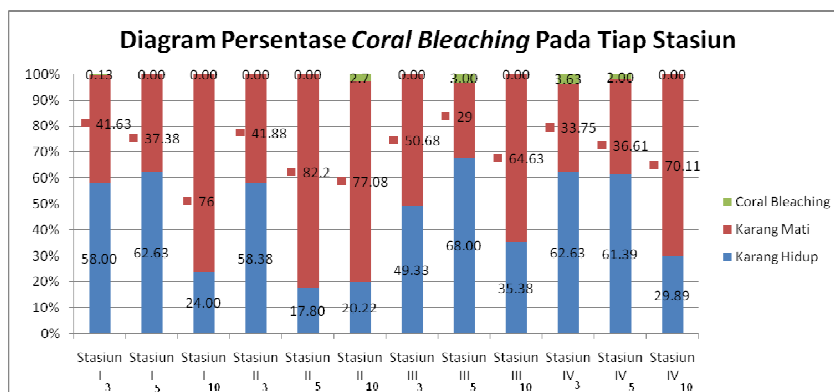
Persentase *Coral Bleaching*

Pemutihan atau *bleaching* yang diukur pada saat survei lapangan terbilang kecil. Persentase *coral bleaching* yang berada di bawah 10% ini tersebar di semua sisi pulau dengan kedalaman yang berbeda.

Persentase paling besar hanya berkisar 3,63% yakni terdapat pada stasiun 10. Stasiun 10 ini berada pada kedalaman 3 meter di sisi utara pulau. Kondisi *coral bleaching* dengan persentase lebih kecil terdapat pada stasiun 1 sebesar 0,13% yang terdapat di kedalaman 3 meter di sebelah selatan, stasiun 6 sebesar 2,70% pada kedalaman 10 meter di sebelah barat, stasiun 8 sebesar 3,00% pada kedalaman 5 meter di sebelah timur, serta stasiun 11 pada kedalaman 5 meter sebesar 2,00% di sebelah utara pulau. Pemutihan atau *bleaching* pada lokasi penelitian ini termasuk ke dalam kategori pemutihan tidak terjadi sampai dengan kategori pemutihan tidak parah. Menurut CRC Reef (2005), kategori pemutihan tidak terjadi dapat dikatakan jika persentase pemutihan atau *bleaching* kurang dari 1%. Sedangkan kategori pemutihan tidak parah jika persentase pemutihan atau *bleaching* berkisar antara 1 sampai 10%. Artinya, ekosistem terumbu karang di perairan pulau Biawak mengalami pemutihan tetapi tidak besar dan tersebar serta sebagian besar terumbu karang pada lokasi penelitian tersebut tidak

mengalami pemutihan atau *bleaching*.

Jenis *liform* yang mengalami pemutihan atau *bleaching* antara lain *Acropora Branching* (ACB), *Acropora Tabulate* (ACT), *Coral Branching* (CB), *Coral Digitate* (CD), *Coral Encrusting* (CE), *Coral Foliouse* (CF), *Coral Massive* (CM), *Coral Mushroom* (CMR) serta *Coral Submassive* (CS). Jenis *liform Acropora Branching* adalah *liform* dengan persentase paling besar jika digabungkan dari semua stasiun pengamatan. Jumlah persentasenya yakni mencapai 3,13%. Hal ini diperkuat dengan pernyataan Hoegh-Guldberg (1999) bahwa karang jenis *Acropora* adalah karang yang akan pertama kali mengalami pemutihan jika suhu perairan mengalami kenaikan 1 °C di atas suhu normal. Hal itu menurut Hoegh-Guldberg (1999) karena karang jenis *Acropora*, khususnya yang *branching* atau bercabang umumnya hidup pada perairan dangkal dimana daerah tersebut merupakan daerah yang menerima penetrasi cahaya matahari yang paling besar sehingga suhu yang diterimanya pun paling tinggi dibanding dengan daerah atau perairan lain tempat hidup karang jenis lain yang lebih dalam.



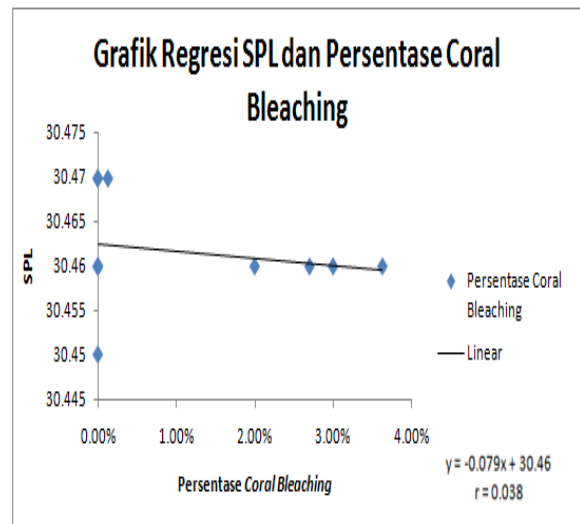
Gambar 5. Diagram Persentase *Coral Bleaching* pada tiap Stasiun

Korelasi Nilai Suhu Permukaan Laut dan Coral Bleaching di Perairan Pulau Biawak

Grafik sebaran temporal pada gambar 3 menunjukkan perubahan SPL secara drastis terjadi antara bulan Januari-Februari 2013 yakni dengan nilai perubahan SPL sekitar 2,05-2,27 °C. Setelah itu, nilai SPL secara berangsur turun hingga bulan April 2013, atau pada saat pengambilan data coral bleaching. Nilai persentase coral bleaching yang didapatkan masuk kedalam kategori pemutihan tidak terjadi sampai dengan kategori pemutihan tidak parah. Jika dikaitkan dengan nilai SPL, bisa jadi kecilnya nilai persentase coral bleaching yang terjadi pada bulan tersebut di Perairan Pulau Biawak dipengaruhi oleh anomali SPL yang juga secara berangsur turun sejak bulan Februari yakni sekitar 0,94-1,05 °C sampai dengan 0-0,04 °C pada bulan April 2013 (Gambar 4).

Grafik regresi antara suhu permukaan laut dengan persentase coral bleaching pada gambar 6 menunjukkan hubungan yang sangat lemah antara kedua variabel yang diujikan. Hal tersebut diketahui dari nilai r sebesar 0,038. Hal ini didukung oleh Sarwono (2006) bahwa nilai r antara 0-0,25 menunjukkan hubungan yang sangat lemah antara dua variabel yang diuji, dalam hal ini nilai suhu permukaan laut dan persentase coral bleaching. Dengan kata lain, fenomena coral bleaching yang terjadi di Perairan Pulau Biawak, khususnya pada bulan April 2013 sangat kecil kemungkinannya dipengaruhi oleh suhu permukaan laut. Fenomena coral bleaching yang terjadi bisa saja disebabkan oleh faktor lain seperti influx air tawar, pencemaran, bakteri dan penyakit (Douglass, 2003). Meski begitu, nilai SPL yang didapat dari pengolahan citra satelit Aqua MODIS tetap dapat dipakai untuk kegiatan monitoring SPL pada Perairan Pulau Biawak. Hal tersebut dapat dikatakan berdasarkan hasil perhitungan nilai error data suhu permukaan laut pada citra dan suhu permukaan laut di lapangan didapatkan nilai rata-rata persentase kesalahan (Mean Relative Error) sebesar 1,1779%. Menurut Disaptono dan Budiman (2006), jika nilai error dibawah 10% artinya data

citra dan data lapangan tidak memiliki perbedaan yang signifikan sehingga data citra dapat mewakili keadaan yang sebenarnya. Barton dan Casey (2005) menambahkan, data suhu permukaan laut ini dapat membantu mengetahui keterkaitan antara coral bleaching dengan kondisi thermal (suhu). Data SPL menyediakan rekaman suhu secara historis dalam ekosistem terumbu karang dan dapat menunjukkan terjadinya coral bleaching dan penyimpangan suhu yang terjadi hampir diseluruh dunia. Prediksi tersebut dapat dilakukan dengan melihat perubahan suhu permukaan laut sebesar 2 °C atau lebih yang terjadi secara drastis dalam empat minggu atau satu bulan (Hoegh-Guldberg, 1999) atau lebih spesifik dapat dilihat dari anomali nilai SPL yang terjadi pada suatu perairan (NASA, 2009).



Gambar 6. Grafik Regresi antara Nilai Suhu Permukaan Laut dengan Persentase Coral Bleaching

4. Kesimpulan

Data satelit Aqua MODIS Multitemporal dapat dipakai untuk monitoring SPL di Perairan Pulau Biawak. Perubahan suhu drastis terjadi pada bulan Februari-Maret tahun 2009 sebesar 2,27 °C dan bulan Januari-Februari 2013 sebesar 2,22 °C. Coral bleaching di Perairan Pulau Biawak masuk ke dalam kategori pemutihan tidak terjadi sampai kategori pemutihan tidak



parah dengan persentase <10%. Berdasarkan analisis regresi linear, korelasi antara perubahan suhu permukaan laut dengan fenomena *coral bleaching* di Perairan Pulau Biawak sangat lemah, ditunjukkan dengan nilai *r* sebesar 0,038. Terdapat faktor selain perubahan SPL yang menyebabkan *coral bleaching* di Perairan Pulau Biawak, khususnya pada bulan April 2013.

5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Dinas Kelautan dan Perikanan, Dinas Pariwisata Indramayu serta lembaga-lembaga daerah lainnya yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini. Terima kasih juga disampaikan kepada rekan-rekan peneliti khususnya TIM DWIPANTARA I UKSA-387 yang turut terlibat dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Annas, R. 2009. Pemanfaatan Data Satelit untuk Menentukan Suhu Permukaan Laut. Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Barton, A.D., Casey, K.S., 2005. *Climatological context for large-scale coral bleaching*. Coral Reefs 24, 536–554.
- CRC Reef. 2005. *Coral Bleaching and Global Climate Change*. CRC Reef Research Centre Ltd.
- Dinas Kelautan dan Perikanan Indramayu, 2005. Naskah Akademik Pengelolaan Kawasan Konservasi Laut Daerah (KKLD) Pulau Biawak Kabupaten Indramayu. PT. Pratiwi Adhiguna.
- Disaptono, S. dan Budiman. 2006. *Hidup Akrab dengan Gempa dan Tsunami*. Buku Ilmiah Populer.
- Douglas, A.E. 2003. *Coral bleaching – How and why?*. Marine Pollution Bulletin 46, 385-392.
- Hoegh-Guldberg, O. 1999. *Climate Change, Coral Bleaching and The Future of The World's of Coral Reef*. Marine and Freshwater Research 50(8): 839-866.
- Keller BD, Gleason DF, McLeod E, Woodley CM, Airame S, Causey BD, Friedlander AM, Grober-Dunsmore R, Johnson JE, Miller SL, Steneck RS. 2009. *Climate Change, Coral Reef Ecosystems, and Management Options for Marine Protected Areas*. Environmental Management 44:1069-1088.
- KLH Republik Indonesia. 2004. Baku Mutu Kualitas Air Laut untuk Wisata Bahari dan Biota Laut. KLH RI.
- NASA. 2009. *Spesification MODIS*. www.modis.gsfc.nasa.gov (diunduh tanggal 28 November 2013).
- Sarwono, J. 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Westmacott, S., Teleki, K., Wells, S., dan West, J. 2000. *Pengelolaan Terumbu Karang yang Telah Memutih dan Rusak Kritis*. (Alih Bahasa oleh : Jan Henning Steffen) IUCN, Gland, Switzerland.
- Wyrtki, K. 1961. *Physical Oceanography of South East Asian Water*. Naga Report. Vol 2. Scripps Institution of Oceanography. California.