



## **PEMETAAN KONDISI TERUMBU KARANG YANG TERKAIT DENGAN SEBARAN FOSFAT DAN NITRAT DI PERAIRAN PANTAI DESA KARIMUNJAWA DENGAN MENGGUNAKAN METODE SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS**

**Jasmine Khairani Zainal <sup>\*)</sup>, Petrus Subardjo, Munasik**

*Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro*  
email : [Journalmarineresearch@gmail.com](mailto:Journalmarineresearch@gmail.com)

### **Abstrak**

*Desa Karimunjawa merupakan desa dengan kepadatan penduduk tertinggi yang terdapat di Kawasan Taman Nasional Karimunjawa, didukung dengan keberadaan dua dermaga penting bagi masyarakat Kepulauan Karimunjawa yaitu Dermaga Perintis dan Dermaga Syahbandar yang menjadikannya pusat perekonomian masyarakat kepulauan Karimunjawa. Perairan Pantai Desa Karimunjawa banyak dipengaruhi oleh aktivitas manusia yang tinggi dan berpotensi dalam peningkatan kandungan nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) dan fosfat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) perairan yang dapat memberikan tekanan pada ekosistem terumbu karang, sehingga diperlukan kajian untuk mengetahui kualitas air perairan pantai desa Karimunjawa khususnya nitrat, fosfat dan kondisi ekosistem terumbu karang. Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif eksploratif menggunakan metode Manta Tow untuk kondisi terumbu karang dan analisis spasial pada ArcGIS 10 untuk sebaran kualitas air. Materi yang digunakan berupa sebaran dan kondisi terumbu karang dan kualitas air perairan pantai Desa Karimunjawa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa luas terumbu karang di perairan pantai Desa Karimunjawa yang padat penduduk adalah  $149,50 \text{ m}^2$  berdasarkan analisa satelit Landsat-8 dan kondisi terumbu karang masuk dalam kategori sedang (26-50%). Kandungan fosfat perairan berkisar antara 0,12-2,19 mg/l dan kandungan nitrat perairan berkisar antara 0,04-1,33 mg/l.*

**Kata Kunci :** Fosfat, nitrat, terumbu karang, Desa Karimunjawa.

### **Abstract**

*Karimunjawa village is the highest inhabitant density in Karimunjawa National Park area, supported by the presence of two important docks (Perintis and Syabandar) which make the Karimunjawa village as the center of the economy community of inhabitants in Karimunjawa islands. Karimunjawa village coastal waters had been influenced by high intensity of human activities so that can potentially increasing the concentration of nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) and phosphate ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) which can put preassure on coral reefs ecosystem, so it needs to examine the spread patterns of water quality and coral reefs ecosystem in Karimunjawa village coastal waters. This research used explorative descriptive research method that used Manta Tow for coral reefs ecosystem and Spatial Analyst in ArcGIS 10 for spread patterns of water quality. The materials that collected were spread patterns and condition of coral reefs; and distribution of water quality in Karimunjawa village coastal waters. Based on the result, it was known that the extensive of coral reefs in Karimunjawa densely populated village is  $149,50 \text{ m}^2$  based on analysisi Landsat-8 and the average conditions in the moderate category (26-50%). It was also known that range of phosphate concentration was 0,12-2,19 mg/l and the range of nitrate concentration was 0,04-1,33 mg/l.*

**Keywords :** Phosphate, nitrate, coral reefs, Karimunjawa village.

*\*) Penulis penanggung jawab*



## 1. Pendahuluan

Desa Karimunjawa merupakan desa yang paling padat penduduknya dibandingkan desa lainnya dengan nilai 4.422 jiwa dari total penduduk 8.733 jiwa di Kepulauan Karimunjawa, didukung oleh keberadaan dua dermaga penting (Perintis dan Syahbandar) yang menjadikan Desa Karimunjawa sebagai pusat perekonomian masyarakat Kepulauan Karimunjawa. Menurut tim peneliti dari Bappeda (2010) dalam BTNKJ (2013), beberapa hal yang mengganggu ekosistem terumbu karang di perairan pantai Pulau Karimunjawa adalah tekanan lingkungan berupa gelombang besar, pencemaran limbah domestik dan praktek penangkapan ikan yang tidak ramah lingkungan.

Aktivitas masyarakat di era modern dan besarnya populasi manusia yang semakin bertambah menjadi penyumbang terbesar bagi lepasnya fosfor ke lingkungan perairan yang memicu proses eutrofikasi akibat dari masuknya nutrisi yang berlebihan (Bell, 1992). Walaupun nutrisi sangat penting dalam suatu ekosistem terutama sebagai sumber penyusunan bahan organik oleh produsen primer, akan tetapi peningkatan nutrisi pada ekosistem terumbu karang dinilai dapat berpengaruh negatif terhadap perkembangan ekosistem ini. Hal tersebut dikarenakan dampak yang terjadi akibat proses *blooming algae* ini mempengaruhi tingkat kekeruhan suatu perairan dan masuknya cahaya matahari (Tomascik dan Sander, 1987).

BTNKJ (2013) mengemukakan bahwa terdapat lebih dari 51 kg sampah organik maupun anorganik di sepanjang pantai Pulau Karimunjawa. Besarnya aktivitas penduduk Desa Karimunjawa diduga menjadi penyumbang masuknya nutrisi di perairan pantai Desa Karimunjawa dan terjadi penurunan kondisi terumbu karang akibat dari kompetisi ruang antara peningkatan ganggang benthik

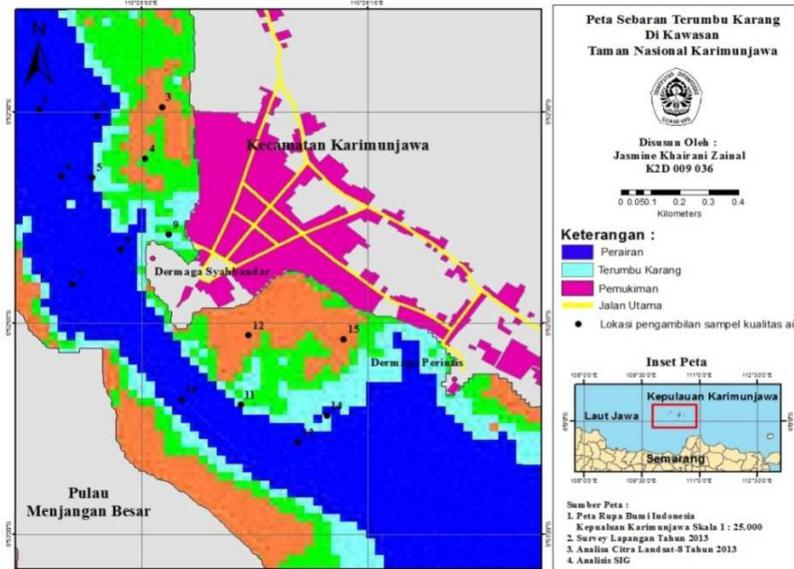
yang diakibatkan oleh kurangnya penetrasi cahaya dan karang yang pertumbuhannya sangat membutuhkan penetrasi cahaya yang tinggi.

Berdasarkan kondisi lokasi tersebut, sehingga diperlukan kajian untuk mengetahui kandungan nutrisi berupa nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) dan fosfat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) yang dikaitkan dengan kondisi ekosistem terumbu karang dengan menggunakan pendekatan analisis spasial diharapkan dapat menjadi suatu aplikasi untuk mengetahui kaitan antara kondisi terumbu karang dan pola sebaran kualitas air di perairan pantai Desa Karimunjawa.

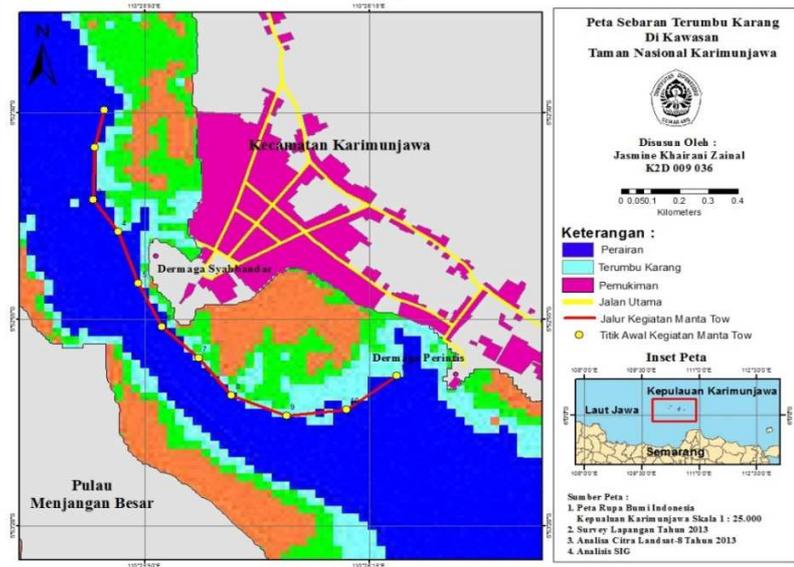
## 2. Materi dan Metode

Materi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi terumbu karang yang terdapat di perairan pantai Desa Karimunjawa yang terekam oleh citra satelit Landsat-8 tahun 2013, kandungan fosfat dan nitrat, beberapa data pendukung lainnya seperti kandungan klorofil-a, suhu, kecerahan perairan, pH, oksigen terlarut, salinitas dan arus.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif eksploratif. Penentuan titik pengamatan lokasi menggunakan metode *purposive sampling*, dimana penentuan lokasi dengan beberapa pertimbangan tertentu. Hal-hal yang dipertimbangkan dalam penentuan titik pengamatan adalah daerah sampling mewakili setiap kelas dari citra Landsat-8 Kepulauan Karimunjawa tahun 2013 yang telah terklasifikasi sebelumnya. Jumlah stasiun pengambilan sampel pada penelitian ini ada 15 stasiun yang mewakili daerah disekitar perairan pantai Desa Karimunjawa (Gambar 1 dan 2) dimulai dari lokasi yang sangat dekat dengan pantai (5 titik), lokasi yang tepat berada di substrat terumbu karang (5 titik) dan lokasi pada kedalaman lebih dari 10 meter (5 titik)



**Gambar 1.** Peta Lokasi Pengambilan Sampel Kualitas Air



**Gambar 2.** Peta Lokasi Pemantauan Kondisi Terumbu Karang

Pemantauan kondisi terumbu karang dilakukan dengan menggunakan metode Manta Tow. Pengambilan sampel air fosfat dan nitrat dilakukan dengan menggunakan botol *nansen* lalu dimasukkan kedalam botol polietilen dan didinginkan dalam *cool box* yang memiliki temperatur 4°C. Pengambilan sampel air untuk uji kandungan klorofil-a dilakukan dengan memasukkan sampel air ke dalam

botol sampel gelap 1500 ml dan didinginkan dalam *cool box*.

Sifat-sifat kimia perairan yang diukur pada penelitian ini meliputi pH, salinitas dan oksigen terlarut dimana pengambilan ketiga data tersebut dilakukan secara *in-situ* dilapangan. Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan pHmeter, pengukuran oksigen terlarut dilakukan dengan menggunakan DOMeter dan salinitas

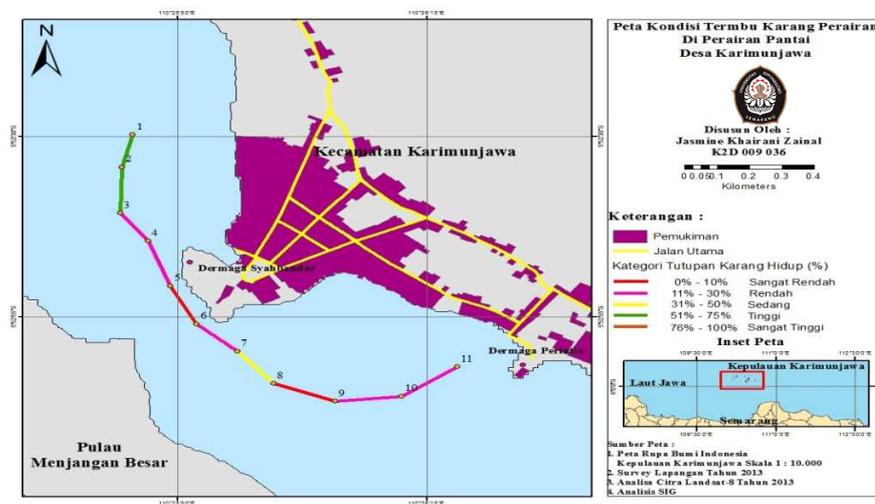
menggunakan refraktometer. Pengukuran sifat fisika perairan berupa kecerahan dan suhu diukur secara *in-situ* dilapangan dengan menggunakan *secchi disc* dan termometer. Pengukuran arah arus dilakukan dengan bantuan peta batimetri Kepulauan Karimunjawa (DISHIDROS) dan perangkat lunak SMS 8.0 dan 8.1.

Sampel air laut untuk uji kandungan fosfat, nitrat dan klorofil-a kemudian dilakukan analisa laboratorium untuk mengetahui kandungan fosfat perairan (metode Fosfovanadomolibdat), kandungan nitrat perairan (metode Brusin) dan kandungan klorofil-a. Pengolahan data nitrat dan fosfat, klorofil-a, DO, dan pH dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.0 dan microsoft excel dari kegiatan survey lapangan dan analisa laboratorium didapatkan nilai-nilai dari setiap titik.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Sebaran dan Kondisi Terumbu Karang

Hasil dari analisa citra satelit Landsat-8 dibantu dengan transformasi Lyzengan yaitu sebaran terumbu karang di perairan pantai Desa Karimunjawa seluas 149,50 m<sup>2</sup> dan menghasilkan jalur manta tow untuk pemantauan kondisi terumbu karang sepanjang 1,84 km. Tutupan substrat di perairan pantai Desa Karimunjawa didominasi oleh tutupan karang hidup dengan persentase 31% dan tutupan karang hidup tertinggi terdapat pada *towing* 1 dan 2 (51 – 75%). Lokasi yang masih sulit untuk dijangkau oleh manusia dan jauh dari aktivitas dermaga ( $\pm$  450 meter dari garis pantai) diduga menjadi indikator utama pada kedua jalur ini kondisi tutupan terumbu karang masih terjaga sangat baik (Gambar 3).



**Gambar 3.** Peta Kondisi Terumbu Karang di Perairan Pantai Desa Karimunjawa

Tutupan karang terendah terdapat pada *towing* 5 dan 8 (0 – 10%) diduga hal tersebut dikarenakan lokasi yang sangat dekat dengan garis pantai ( $\pm$  75 meter dari garis pantai). Pada kedua jalur ini memiliki tutupan substrat pasir (SA) tertinggi sehingga tutupan karang hidup rendah (Gambar 3). Menurut Nybakken (1992),

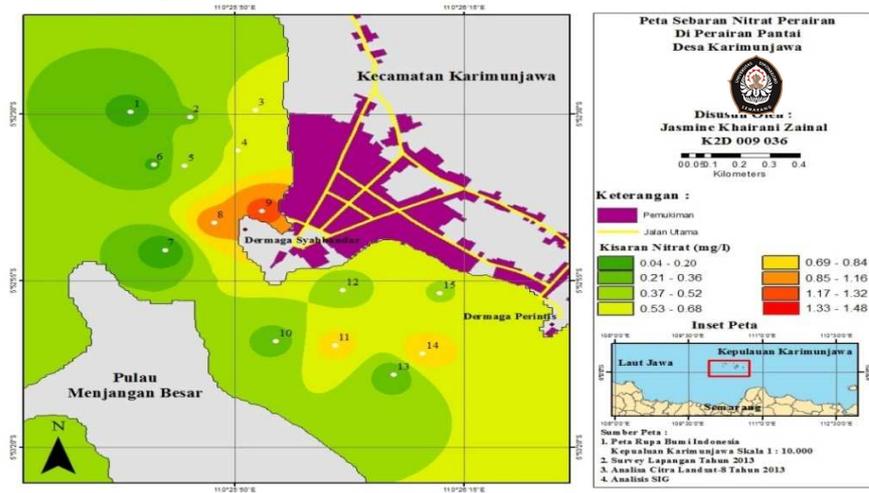
prosentase tutupan pasir (SA) yang tinggi menunjukkan bahwa distribusi karang tidak merata dan menghambat laju pertumbuhan karang.

#### Kandungan Nitrat dan Fosfat Perairan

Zat hara nitrat diperlukan dan berpengaruh terhadap proses pertumbuhan dan perkembangan

hidup fitoplankton dan mikro-organismenya lainnya sebagai sumber bahan makanannya. Kandungan nitrat di perairan pantai Desa Karimunjawa pada musim peralihan (November) berkisar antara 0,04 – 1,33 mg/l dengan rata-rata 0,51 mg/l. Kandungan nitrat tertinggi terdapat pada stasiun 9 dengan nilai 1,33 mg/l dan kandungan nitrat terendah terdapat pada stasiun 7 dengan nilai 0,04 mg/l (Gambar 4). Tingginya kandungan nitrat pada stasiun 9 dipengaruhi oleh jarak stasiun tersebut dengan Dermaga Syahbandar.

Rendahnya kandungan nitrat pada stasiun 7 dipengaruhi oleh jarak yang relatif jauh dengan aktifitas dermaga dan dipengaruhi oleh arus yang bergerak dari utara menuju selatan. Menurut Hutagalung dan Rozak (1997), distribusi horizontal kandungan nitrat semakin tinggi menuju kearah pantai dan muara sungai. Sesuai dengan pernyataan tersebut sebaran nitrat di perairan pantai Desa Karimunjawa cenderung semakin tinggi mendekati pesisir pantai (Gambar 4).



**Gambar 4.** Peta Sebaran Nitrat di Perairan Pantai Desa Karimunjawa

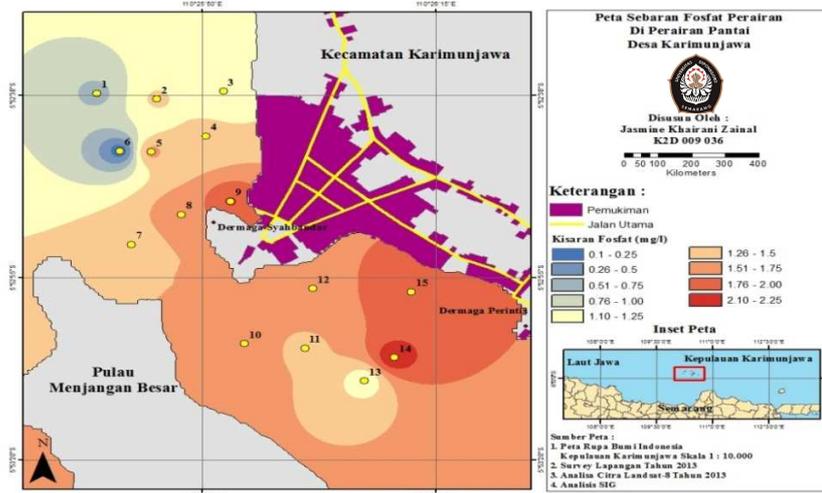
Dalam keputusan MENLH No.51 Tahun 2004, disebutkan bahwa baku mutu kandungan nitrat air laut yang layak untuk biota laut adalah 0,008 mg/l. Dibandingkan dengan baku mutu konsentrasi nitrat dalam penelitian ini jauh lebih tinggi atau berada diatas baku mutu. Fakta ini ditemukan diseluruh stasiun pengamatan data ini mengindikasikan bahwa perairan pantai Desa Karimunjawa tengah mengalami tekanan berupa pengkayaan nitrat.

Fosfat merupakan salah satu zat hara yang dibutuhkan untuk proses pertumbuhan dan metabolisme fitoplankton dan organisme laut lainnya dalam menentukan kesuburan

perairan. Secara keseluruhan, kandungan fosfat di perairan pantai Desa Karimunjawa yang pada penduduk berkisar antara 0,12 – 2,19 mg/l dengan rata-rata 1,41 mg/l. Kandungan fosfat yang relatif tinggi ditemukan pada stasiun 14 (2,19 mg/l) dan 9 (2,02 mg/l) (Gambar 5). Tingginya kandungan nitrat pada kedua stasiun tersebut diduga karena mendapatkan aliran zat hara dari daratan atau aktivitas dermaga Perintis dan Syahbandar. Kandungan fosfat terendah terdapat pada stasiun 6 (0,12 mg/l) diduga hal tersebut dikarenakan jarak yang relatif jauh antara stasiun 6 dan pesisir, dermaga dan aktivitas manusia. Menurut

Muchtar (2012), kandungan fosfat umumnya semakin menurun apabila semakin jauh ke arah laut (*off shore*). Sesuai dengan pernyataan tersebut sebaran fosfat di perairan pantai Desa

Karimunjawa cenderung semakin tinggi mendekati pesisir dan cenderung semakin rendah menjauhi pesisir dan aktivitas dermaga.



**Gambar 5.** Peta Sebaran Fosfat di Perairan Pantai Desa Karimunjawa

Dalam keputusan MENLH No.51 Tahun 2004, disebutkan bahwa baku mutu kandungan fosfat air laut yang layak untuk biota laut adalah 0,015 mg/l. Dibandingkan dengan baku mutu konsentrasi fosfat dalam penelitian ini jauh lebih tinggi atau berada diatas baku mutu. Fakta ini ditemukan diseluruh stasiun pengamatan perairan pantai Desa Karimunjawa.

### Faktor-Faktor Pendukung Kualitas Perairan

Oksigen terlarut (DO) merupakan salah satu indikator dari kesuburan perairan, kandungan oksigen terlarut pada perairan pantai Desa Karimunjawa berkisar antara 5,04 – 7,86 mg/l. Kandungan oksigen terlarut tertinggi terdapat pada stasiun 2 (7,86 mg/l) dan terendah pada stasiun 9 (5,04) (Gambar 6A). Simanjuntak (2012) menyebutkan bahwa kadar oksigen terlarut semakin menurun seiring dengan semakin meningkatnya limbah organik di perairan. Peningkatan limbah organik di perairan pantai Desa Karimunjawa diindikasikan dari hasil laboratorium kandungan

nitrat dan fosfat yang sudah melebihi Nilai Ambang Batas (NAB) untuk keberlangsungan hidup biota.

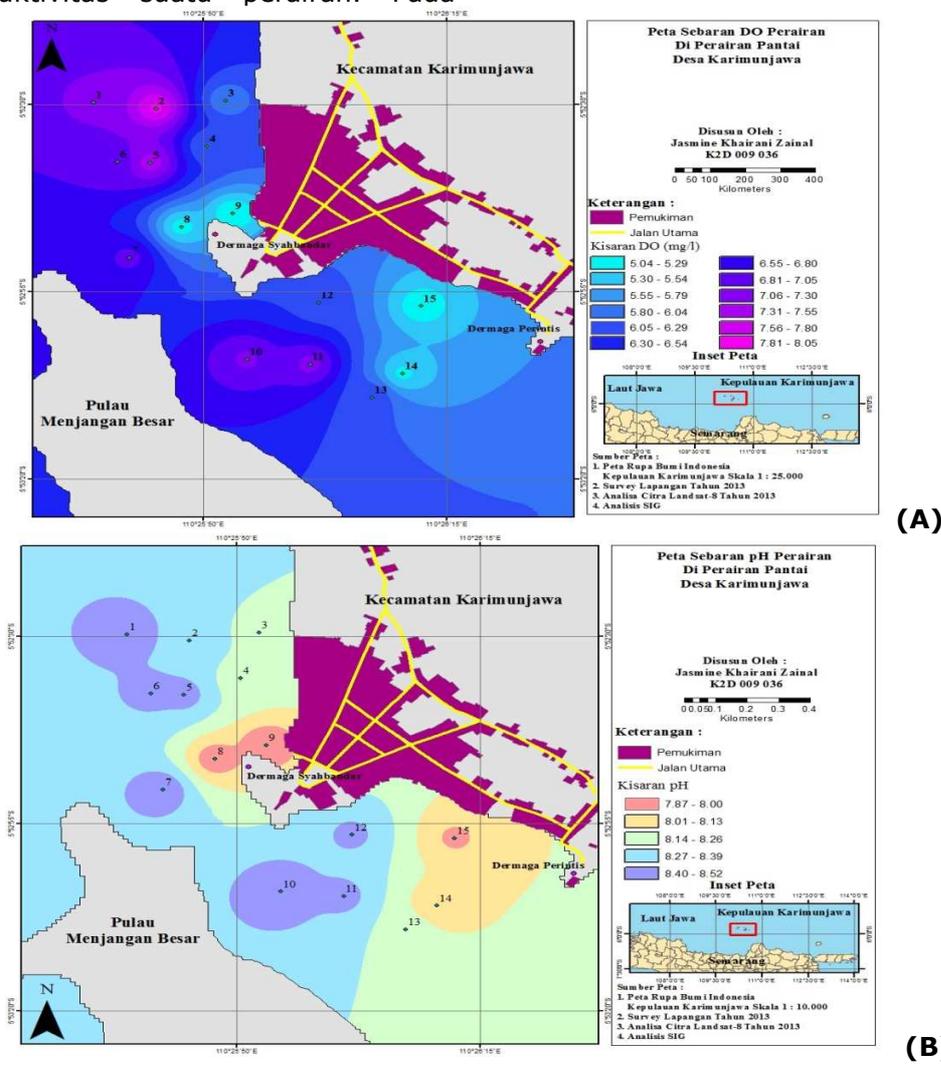
pH atau derajat keasaman dalam suatu perairan merupakan suatu indikasi terganggunya perairan tersebut. Kandungan pH pada perairan pantai Desa Karimunjawa berkisar antara 7,87 – 8,50 dengan rata-rata 8,26. pH tertinggi terdapat pada stasiun 10 dan terendah terdapat pada stasiun 9. Hasil pengukuran *insitu* menunjukkan bahwa nilai pH pada stasiun 9 cenderung lebih rendah dibandingkan stasiun lainnya (Gambar 6B). Menurut Simanjuntak (2012), berkurangnya pH dalam suatu perairan ditandai dengan semakin meningkatnya senyawa organik di suatu perairan. Hal tersebut didukung dengan hasil analisa kandungan nitrat dan fosfat yang bernilai tinggi pada stasiun yang dekat dermaga dan pesisir.

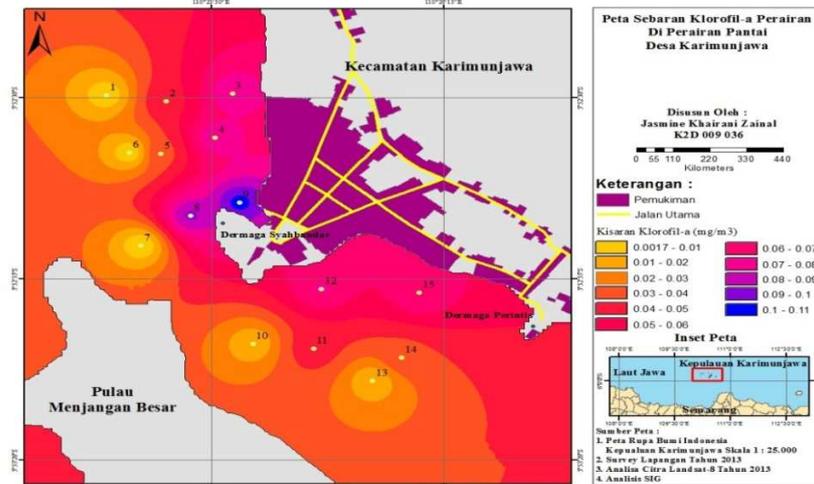
Hasil pengukuran kecerahan air laut pada daerah perairan dalam (stasiun 1, 6, 7, 10 dan 13) tidak tampak dasar dengan prosentase kecerahan dibawah 100%. Kondisi

kekeruhan yang tidak tampak dasar tidak ditemukannya terumbu karang yang dikarenakan proses fotosintesis yang berlangsung tidak sempurna.

Klorofil-a merupakan indikator dari kelimpahan fitoplankton, sementara fitoplankton berhubungan erat dengan siklus alami dari ketersediaan nutrisi dan dengan input nitrat dan fosfat. Menurut Ardiwijaya (2002), kualitas perairan yang baik merupakan tempat hidup dan berkembang yang baik bagi fitoplankton, karena kandungan klorofil-a fitoplankton itu sendiri dapat dijadikan indikator tinggi rendahnya produktivitas suatu perairan. Pada

lima stasiun yang berlokasi di kedalaman yang lebih dari 10 meter memiliki kandungan klorofil-a yang cenderung rendah. Pada lima stasiun yang berlokasi sangat dekat dengan pesisir dan aktivitas dermaga memiliki kandungan klorofil-a yang cenderung rendah. Menurut Andriyono (2010), klorofil-a menjadi indikator kelimpahan fitoplankton yang berhubungan erat dengan ketersediaan nutrisi, terlihat bahwa pada keempat stasiun dan khususnya stasiun yang dekat dengan dermaga Perintis dan Syahbandar memiliki ketersediaan nutrisi yang tinggi (Gambar 6C).



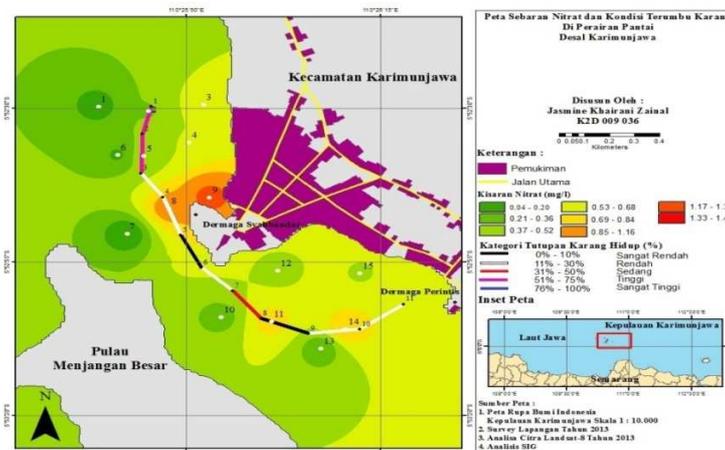


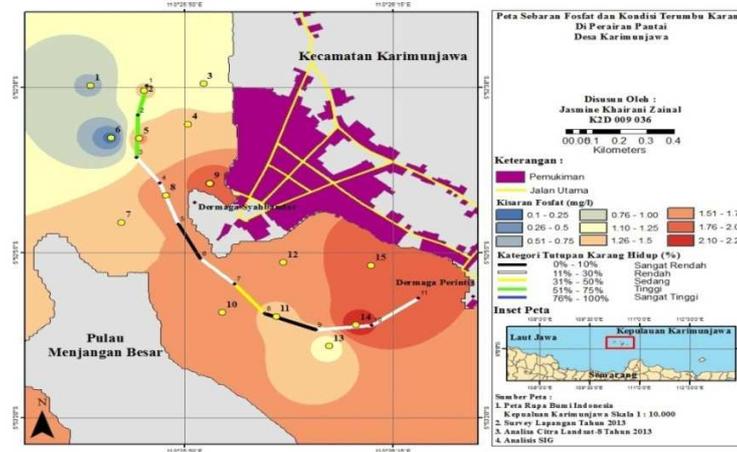
**Gambar 6.** (A) Peta Sebaran Oksigen Terlarut Perairan; (B) Peta Sebaran pH Perairan; (C) Peta Sebaran Kandungan Klorofil-a Perairan.

### Korelasi Kondisi Terumbu Karang dan Kandungan Fosfat Nitrat

Hasil analisa hubungan antara nitrat dengan terumbu karang menunjukkan adanya penurunan kondisi terumbu karang pada daerah dengan kandungan fosfat dan nitrat yang cenderung tinggi (Gambar 7A dan 7B). Pada daerah dengan sebaran nitrat dan fosfat yang cenderung tinggi ditempati oleh substrat terumbu karang yang masuk dalam kategori rendah (11 – 25%) dan sangat rendah (0 – 10%). Khususnya pada *towing* 3

dan 4 yang sangat dekat dengan Dermaga Syahbandar didominasi oleh substrat makroalga (MA) yang merupakan indikator dari tingginya *nutrient overloaded*. Hal tersebut didukung pendapat dari McCook *et al.* (2001) dalam Muchtar (2012) bahwa *nutrient overloaded* dapat berkontribusi terhadap degradasi terumbu karang, degradasi terumbu karang seringkali melibatkan suatu pergantian fase dari karang yang berlimpah kepada makroalga yang berlimpah.





**Gambar 7. (A)** Peta sebaran kandungan nitrat dan kondisi terumbu karang; **(B)** Peta sebaran kandungan fosfat dan kondisi terumbu karang.

Keterkaitan ekosistem terumbu karang dengan makroalga sangat erat, disatu sisi memberikan dampak positif namun disisi lain memberikan dampak negatif. Positifnya, makroalga merupakan biota yang sangat penting dalam ekosistem terumbu karang karena berperan sebagai produsen primer. Kemampuan makroalga untuk tumbuh secara cepat dapat berdampak negatif terhadap komunitas karang yang tumbuh secara lambat, sehingga jika pertumbuhan makroalga tidak di kendalikan maka komunitas makroalga akan segera mendominasi ekosistem terumbu karang dan pada akhirnya mengancam keberadaan terumbu karang di perairan. Hal tersebut yang terjadi pada beberapa *towing* di lokasi pemantauan terumbu karang di perairan pantai Desa Karimunjawa.

#### 4. Kesimpulan

Sebaran terumbu karang di perairan pantai Pulau Karimunjawa yang padat penduduk dengan citra satelit Landsat-8 yaitu 149,50 m<sup>2</sup>. Tutupan karang hidup di perairan pantai Desa Karimunjawa masuk dalam kategori sedang (26 - 50%) dengan persentase 31% dan tutupan karang keras mati (HCD) sebesar 19%. Dan kandungan nitrat di perairan pantai Desa Karimunjawa

yang padat penduduk memiliki kisaran sebesar 0,04 - 1,33 mg/l telah melampaui Baku Mutu yang telah ditetapkan, yaitu 0,008 mg/l. Adapun kandungan fosfat memiliki nilai berkisar antara 0,12 - 2,19 mg/l telah melampaui Baku Mutu yang telah ditetapkan yaitu sebesar 0,015 mg/l. Nilai kandungan fosfat dan nitrat semakin meningkat apabila dekat dengan pantai dan dermaga. Terjadi penurunan kondisi terumbu karang yang disebabkan oleh kandungan nitrat dan fosfat perairan yang telah melewati Nilai Ambang Batas.

#### Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Balai Taman Nasional Karimunjawa atas kerjasamanya dan bantuannya selama pelaksanaan penelitian. Terima kasih disampaikan kepada rekan-rekan peneliti yang ikut terlibat dalam penelitian ini atas kerjasamanya.



**Daftar Pustaka**

- Andriyono, S. 2010. Kondisi Muara Porong Berdasarkan Indeks Klorofil-a dan Total Suspended Solid (TSS). Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga. Surabaya., Vol. 2 No. 2 : 171 – 177 hal.
- Ardiwijaya, R.R. 2002. Distribusi Horizontal Klorofil-a dan Hubungannya dengan Kandungan Unsur Hara serta Kelimpahan Fitoplankton di Teluk Semangka, Lampung. Skripsi. Program Studi MSP. FPIK. IPB. Bogor.
- Bell, P.R.F. 1992. Eutrophication and Coral Reefs – Some Examples in The Great Barrier Reef Lagoon. University of Queensland. Australia., Vol. 26 No. 5., 553 – 568 pp.
- BTNKJ. 2013. Statistik Balai Taman Nasional Karimunjawa 2013. Balai Taman Nasional Karimunjawa, Semarang, 147 hal.
- Hutagalung, H.P. dan A. Rozak. 1997. Metode Analisis Air Laut, Sedimen dan Biota. Buku 2. Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI. Jakarta., Vol. 4, No. 2 : Hal 249 – 261.
- Muchtar, M. 2012. Distribusi Zat Hara Fosfat, Nitrat dan Silikat di Perairan Kepulauan Natuna. Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI. LIPI Press. Jakarta., Vol. 4, No. 2 : Hal. 304 – 317.
- Nybakken, J. W. 1992. Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis. PT. Gramedia, Jakarta. 459 hal.
- Simanjuntak, M. 2012. Kualitas Air Laut Ditinjau dari Aspek Zat Hara, Oksigen Terlarut dan pH di Perairan Banggai, Sulawesi Tengah. LIPI. Jakarta., Vol. 4 No. 2 : 290 – 393 hal.
- Tomascik, T. and Sander, F. 1987. Effects of Eutrophication on Reef Building Corals II. Structure of Scleractinian Coral Communities on Fringing Reefs, Barbados, West Indies. *Mar. Biol.*, 94, 53-75.