

## VARIABILITAS PARAMETER OSEANOGRAFI DAN KARBON LAUT DI TELUK BANTEN

Ramawijaya<sup>1</sup>, Rosidah<sup>2</sup>, M.Yusuf Awaludin<sup>2</sup>, Widodo S. Pranowo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>) Alumni Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran

<sup>2</sup>) Staf Dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran

<sup>3</sup>) Dosen Pembimbing Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Laut dan Pesisir,  
KKP

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran horisontal parameter suhu permukaan laut, salinitas, klorofil-a, pH, DIC, dan pCO<sub>2</sub>, lalu menentukan indeks korelasi antara pCO<sub>2</sub> dengan parameter oseanografi (suhu permukaan laut, salinitas dan klorofil-a) dan parameter karbon laut (pH dan DIC). Data yang digunakan merupakan hasil survei lapangan P3SDLP tahun 2010. Sebaran horisontal dibuat menggunakan metode interpolasi (kriging), untuk indeks korelasi dihitung menggunakan korelasi *Pearson*. Hasil penelitian menunjukkan sebaran parameter yang diamati bervariasi secara spasial maupun temporal. Indeks korelasi yang didapat antara pCO<sub>2</sub> dengan parameter oseanografi dan karbon laut relatif tinggi dan signifikan pada bulan Maret, sedangkan pada bulan Juli hanya pH yang memiliki indeks korelasi yang tinggi dan signifikan. Secara umum pCO<sub>2</sub> memiliki hubungan yang kuat dengan parameter karbon laut, sementara dengan parameter oseanografi perlu dikaji variabilitasnya secara musiman.

### ABSTRACT

This research aims to determine the horizontal distribution of sea surface temperature, salinity, chlorophyll-a, pH, DIC, and pCO<sub>2</sub>, then determine the correlation index between pCO<sub>2</sub> with Oceanography parameters (sea surface temperature, salinity and chlorophyll-a) and carbon sea parameters (pH, and DIC). The Data used are the result of field survey of P3SDLP in 2010. Horizontal distribution is created using the method of interpolation (kriging), for index a correlation was calculated using Pearson correlation. The results show the distribution of observed parameters vary both spatial and temporal. Correlation between pCO<sub>2</sub> with Oceanography and carbon sea parameters relatively high and significant in March, while in July only pH has a high and significant correlation with pCO<sub>2</sub>. In general the pCO<sub>2</sub> has a strong correlation with the carbon sea, while the correlation with oceanography parameters need to be studied in seasonal variability.

Keywords : Oceanography, Carbon sea, pCO<sub>2</sub>, and Banten Bay

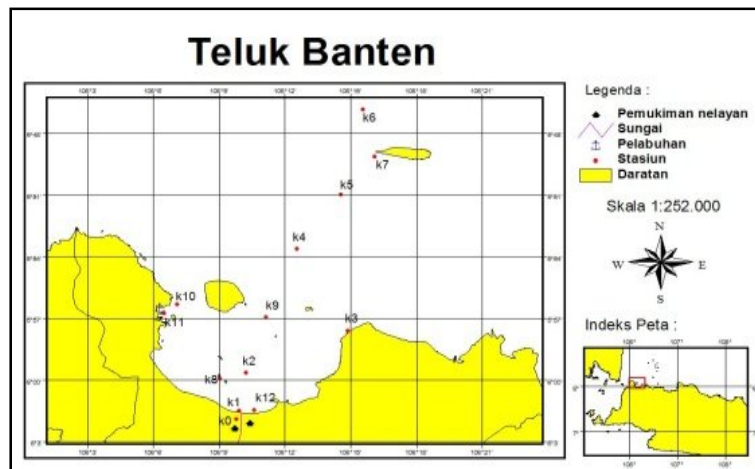
## PENDAHULUAN

Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) merupakan salah satu gas rumah kaca penyebab utama pemanasan global yang mengakibatkan dampak perubahan iklim. Banyak penelitian menyebutkan bahwa laut diduga dapat menyerap CO<sub>2</sub> di atmosfer. Tantangan penting dalam bidang sains iklim adalah bagaimana mengembangkan secara kuantitatif dan prediksi dari penyerapan CO<sub>2</sub> oleh lautan (susandi *dkk.* 2006). Perairan pesisir merupakan bagian kecil sekitar 7 % dari total luas lautan, walaupun begitu perairan pesisir berperan penting terhadap total *budget* karbon global karena menerima aliran karbon dan nutrien dari darat dan

ekosistem lahan basah (Borges *et al.* 2011). Perubahan morfologi pantai dan dinamika di wilayah hulu ditambah dengan aktivitas manusia di pesisir berpengaruh terhadap sistem CO<sub>2</sub> khususnya di Teluk Banten (Adi dan Rustam 2010).

## BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian adalah di wilayah Teluk Banten (5°54'44.87" - 6° 0'37.89 LS; 106° 6'30.27 - 106°14'43.69 BT) dengan pengamatan terhadap beberapa stasiun pengukuran (Gambar 1) yang telah dilakukan oleh tim penelitian *Blue Carbon* P3SDLP pada tahun 2010 (Maret dan Juli).



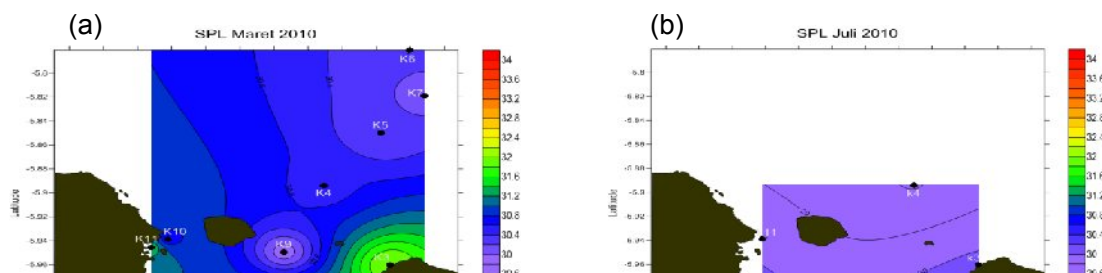
Data pengukuran *in situ* menggunakan TOA multiparameter meliputi SPL, salinitas, dan pH. Sedangkan analisis laboratorium meliputi klorofil-a, pH dan DIC. Sementara pCO<sub>2</sub> merupakan hasil perhitungan CO<sub>2</sub>SYS (Lewis dan Wallace 1997) berdasarkan pH dan DIC laboratorium. Data hasil pengukuran observasi dan laboratorium dianalisis sebarannya berupa peta sebaran permukaan (horisontal) dengan metode interpolasi *kriging*. Langkah selanjutnya dilakukan analisis korelasi dan uji signifikansi antara pCO<sub>2</sub> dengan parameter

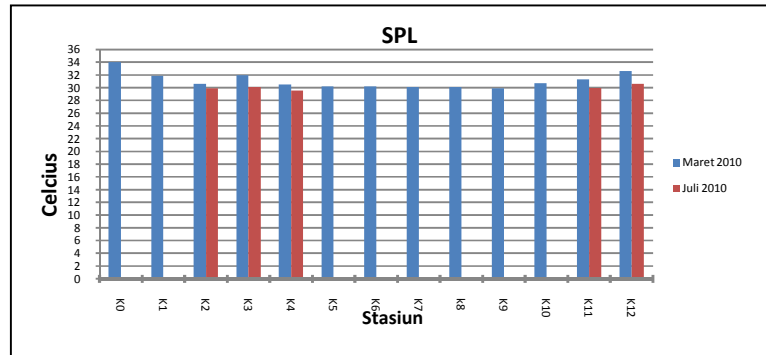
oseanografi (SPL, salinitas, dan klorofil-a) dan karbon laut (pH dan DIC).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sebaran Horizontal SPL

Sebaran horisontal hasil pengukuran SPL di bulan Maret 2010 didapat suhu minimum 29.8 °C dan suhu maksimum 34°C. Sementara sebaran SPL pada bulan Juli 2010 didapatkan suhu minimum 29.55 °C dan suhu maksimum 30.65°C (Gambar 2 a dan b..). Perbedaan nilai SPL secara temporal terlihat cukup jelas pada bulan Maret dan Juli tahun 2010 (Gambar 2 c).





(c)

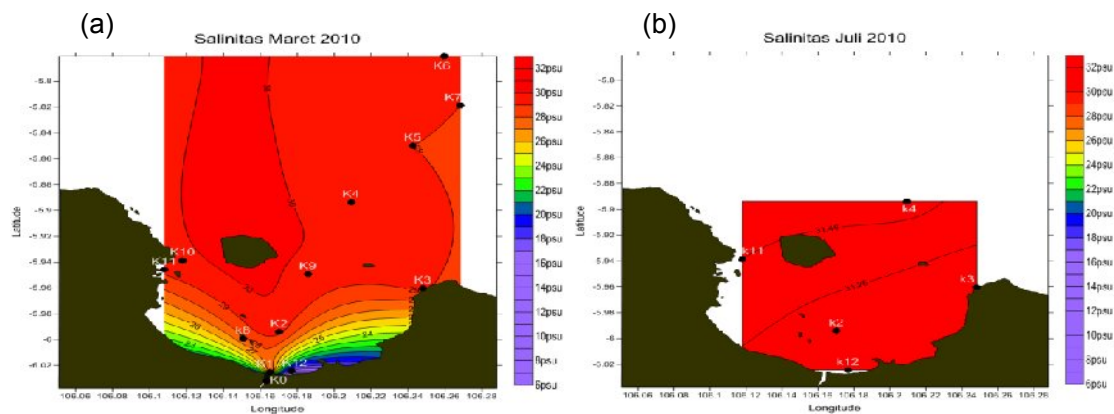
Gambar 2. Sebaran SPL a) Maret b) Juli 2010 c) Grafik Temporal SPL tiap Stasiun.

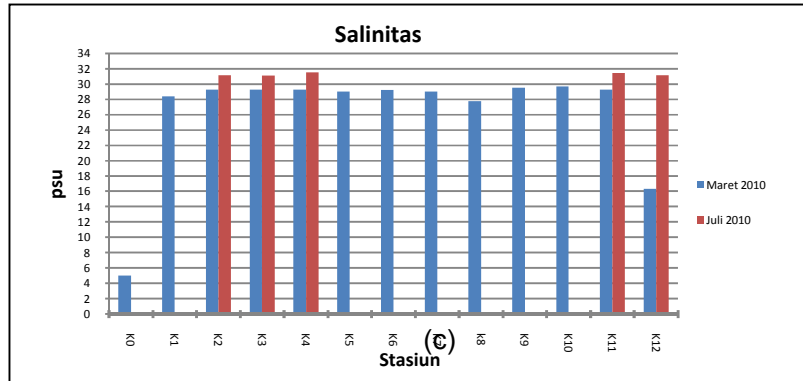
Suhu pada bulan Maret lebih tinggi dibandingkan pada bulan Juli. Hal tersebut terjadi karena pada bulan Maret di sepanjang ekuator terjadi insolasi maksimum yaitu pada *ekuinox* Maret dan September, ketika matahari berada tepat tegak lurus terhadap daerah ekuator (Supangat dan Susanna 2003). Hal tersebut membuat pemanasan oleh radiasi sinar matahari semakin meningkat dan kebanyakan diserap oleh lapisan permukaan laut. Sedangkan secara spasial sebaran suhu pada bulan Maret dan Juli 2010 suhu tinggi di perairan dalam teluk dan semakin menurun hingga ke luar teluk.

**Sebaran Horizontal Salinitas**

Sebaran horizontal salinitas di bulan Maret 2010 didapat salinitas minimum 6 psu dan salinitas maksimum 30 psu. Sementara sebaran salinitas pada bulan Juli 2010 didapatkan salinitas minimum 31.05 psu dan salinitas

maksimum 31.55 psu (Gambar 3 a dan b). Perbedaan salinitas secara temporal terlihat cukup jelas pada bulan Maret dan Juli tahun 2010 (Gambar 3c). Salinitas pada bulan Maret lebih rendah dibandingkan stasiun yang diambil pada bulan Juli. Menurut Mohr (1933) dalam Ongkosongo dan Wijonarko (2004) bulan Maret dikelompokkan kedalam periode bulan basah di Teluk Banten yang berlangsung dari November hingga April. Pada bulan basah cenderung memiliki curah hujan yang tinggi sampai 318 mm dibandingkan bulan kering berkisar 61 mm. Curah hujan yang tinggi tersebut dapat menyebabkan salinitas menjadi rendah begitu pula sebaliknya (Hutabarat dan Evans 2006). Secara spasial pola sebaran salinitas pada bulan Maret dan Juli 2010 rendah di bagian dalam teluk dan meningkat hingga ke luar teluk.



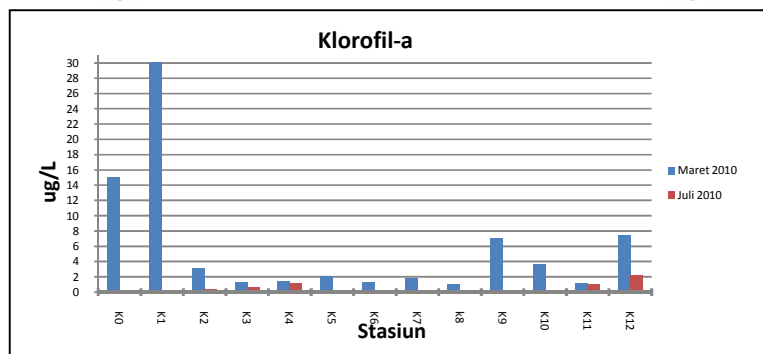
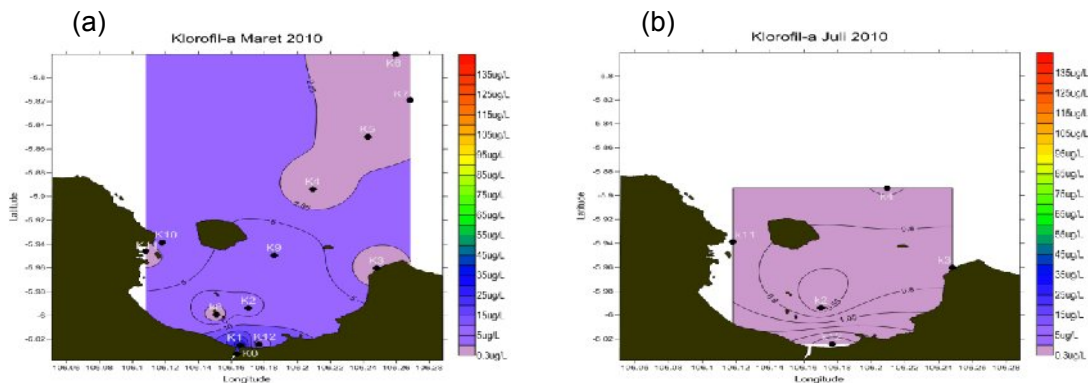


Gambar 3. Sebaran Salinitas a) Maret b) Juli 2010 c) Grafik Temporal Salinitas tiap Stasiun.

### Sebaran Horizontal Klorofil-a

Sebaran horizontal hasil pengukuran klorofil-a di bulan Maret 2010 didapat konsentrasi klorofil-a minimum 0.937  $\mu\text{g/L}$  dan maksimum 30.086  $\mu\text{g/L}$ . Sementara sebaran klorofil-a pada bulan Juli 2010 didapat konsentrasi klorofil-a minimum 0.356  $\mu\text{g/L}$  dan maksimum 2.133  $\mu\text{g/L}$  (Gambar 4a dan b ). Perbedaan konsentrasi klorofil-a secara temporal cukup jelas terlihat pada bulan Maret dan Juli 2010 (Gambar 4c). Pada bulan Maret konsentrasi klorofil-a lebih tinggi

dibandingkan pada bulan Juli. Hal tersebut terjadi karena pada bulan Maret diduga curah hujan yang tinggi pada bulan tersebut membantu mengalirkan bahan organik dan anorganik yang berasal dari daratan melalui aliran sungai yang bermuara ke Teluk Banten sehingga bermanfaat bagi fitoplankton untuk tumbuh dan berkembang sehingga konsentrasi klorofil-a pun meningkat. Secara spasial pola sebaran klorofil-a pada bulan Maret dan Juli 2010 tinggi di perairan dalam teluk dan menurun ke luar teluk.



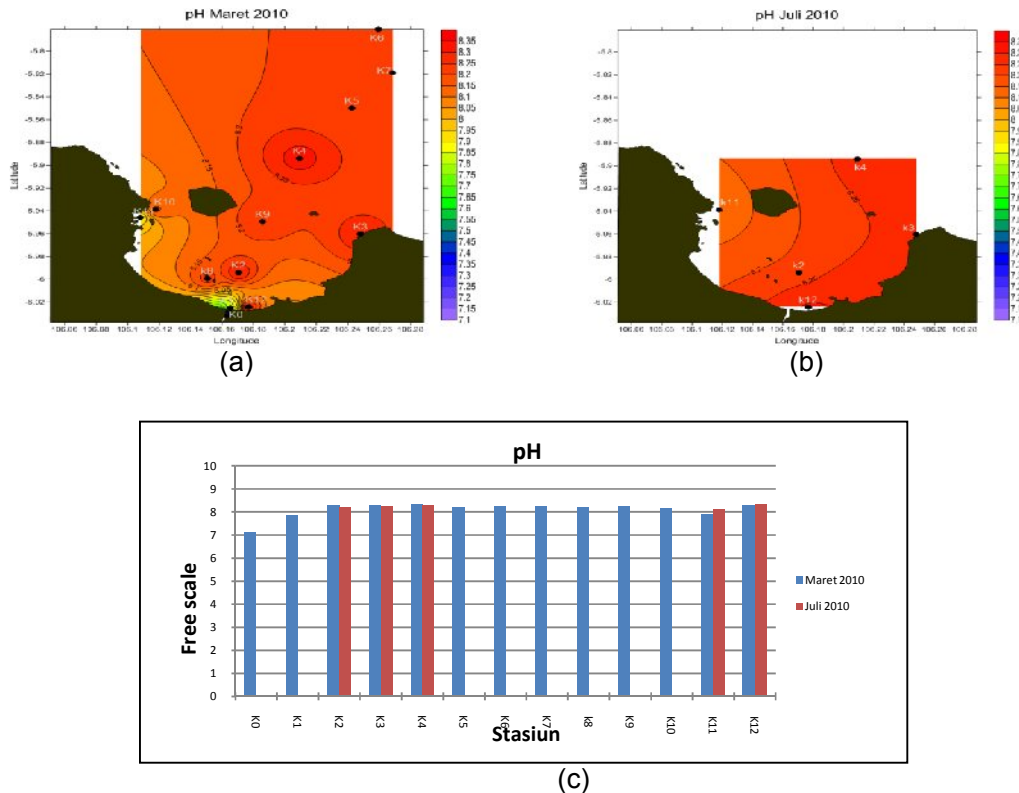
(c)

Gambar 4. Sebaran klorofil-a a) Maret b) Juli 2010 c) Grafik Temporal Klorofil-a tiap Stasiun.

**Sebaran Horizontal pH**

Sebaran horisontal hasil pengukuran pH di bulan Maret 2010 didapat pH minimum 7.14 dan maksimum 8.3. Sementara sebaran pH pada bulan Juli 2010 didapatkan pH minimum 8.11 dan maksimum 8.32 (Gambar 5a dan b). Perbedaan nilai pH secara temporal tidak begitu jelas terlihat pada bulan Maret dan

Juli tahun 2010 (Gambar 5c). Namun terdapat perbedaan nilai pH minimum hasil interpolasi dimana untuk bulan Juli 2010 pH di daerah aliran sungai tidak diukur sementara bulan Maret diukur. Sedangkan secara spasial pola sebaran pH nilainya rendah dan semakin meningkat dari perairan dalam teluk hingga perairan luar teluk.

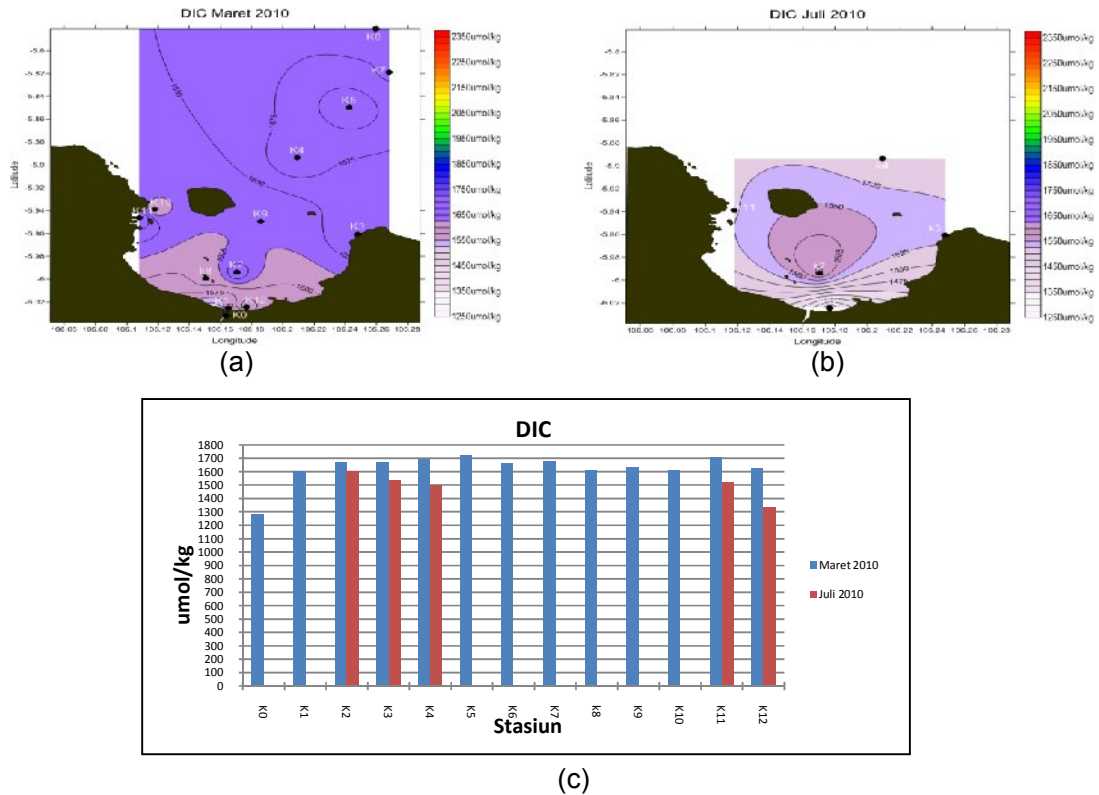


Gambar 5. Sebaran pH a) Maret b) Juli 2010 c) Grafik Temporal pH tiap Stasiun

**Sebaran Horizontal DIC**

Hasil pengukuran DIC di bulan Maret 2010 didapat DIC minimum 1280.44  $\mu\text{mol/kg}$  dan maksimum 1720.04  $\mu\text{mol/kg}$ . Sementara sebaran DIC pada bulan Juli 2010 didapatkan DIC minimum 1329.87  $\mu\text{mol/kg}$  dan maksimum 1605.16  $\mu\text{mol/kg}$  (Gambar 5a dan b). Perbedaan DIC secara temporal terlihat cukup jelas pada bulan Maret dan Juli tahun 2010 (Gambar 5c). Konsentrasi DIC bulan Maret cenderung lebih tinggi dibandingkan hasil pengukuran stasiun pada bulan Juli. Hal tersebut berkaitan dengan nilai salinitas yang rendah pada bulan Maret. Hal tersebut juga dikemukakan oleh Munandar (2009) yang menyatakan bahwa

konsentrasi DIC sangat bergantung kepada tekanan, suhu, salinitas dan pH. Sedangkan secara spasial konsentrasi DIC justru lebih rendah di perairan dalam teluk dibandingkan perairan luar teluk. Hal tersebut terjadi karena waktu pengukuran yang berbeda-beda sehingga faktor pasang surut belum diperhitungkan. Bouillon *et al.* (2008) dalam Afdal *dkk.* (2011) menyatakan bahwa pasang surut memompa air poros yang ada dalam sedimen yang kaya akan karbon organik apabila masuk ke perairan estuari akan mengalami remineralisasi berubah menjadi karbon inorganik dan secara tidak langsung menyebabkan variabilitas DIC di estuari.

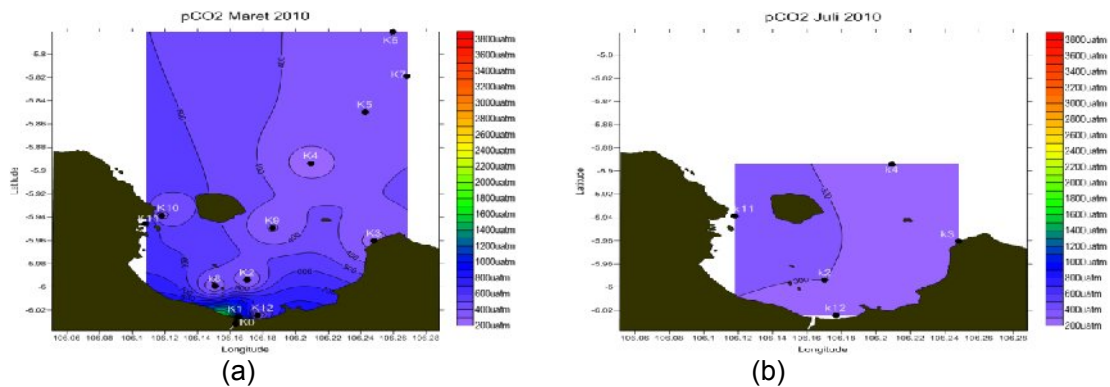


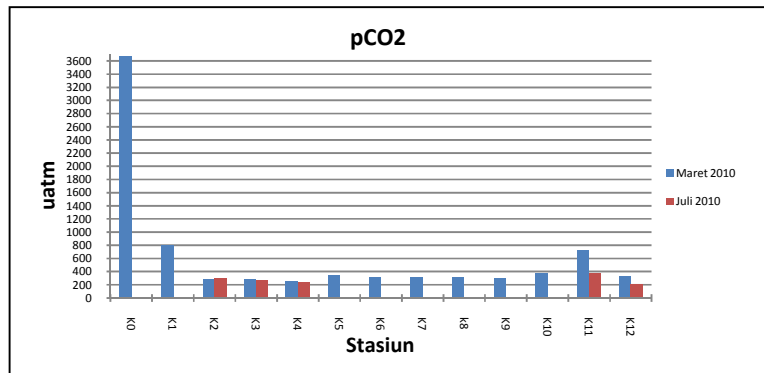
Gambar 6. Sebaran DIC a) Maret b) Juli 2010 c) Grafik Temporal DIC tiap Stasiun.

**Sebaran Horizontal  $p\text{CO}_2$**

Sebaran horisontal hasil pengukuran  $p\text{CO}_2$  di bulan Maret 2010 didapat  $p\text{CO}_2$  minimum 255.2  $\mu\text{atm}$  dan maksimum 3671  $\mu\text{atm}$ . Sementara sebaran  $p\text{CO}_2$  pada bulan Juli 2010 didapatkan  $p\text{CO}_2$  minimum 202  $\mu\text{atm}$  dan maksimum 375.4  $\mu\text{atm}$  (Gamba 6a dan b). Perbedaan  $p\text{CO}_2$  secara temporal terlihat cukup jelas pada bulan Maret dan Juli tahun 2010 (Gambar 6c). Konsentrasi  $p\text{CO}_2$  pada bulan Maret lebih tinggi dibandingkan hasil pengukuran bulan Juli. Variabilitas  $p\text{CO}_2$

tersebut tidak lepas dari kondisi pH dan DIC pada bulan Maret dimana  $p\text{CO}_2$  dihitung berdasarkan pH dan DIC. Kondisi pH dan DIC yang rendah di daerah aliran sungai menyebabkan  $p\text{CO}_2$  yang maksimum sebesar 3671  $\mu\text{atm}$ . Selain itu diduga faktor antropogenik ikut menyumbang  $\text{CO}_2$  lebih besar ke perairan. Sementara secara spasial pola sebaran  $p\text{CO}_2$  nilainya rendah dan semakin meningkat dari perairan dalam teluk hingga perairan luar teluk.





(c)

Gambar 6. Sebaran pCO<sub>2</sub> a) Maret b) Juli 2010 c) Grafik Temporal pCO<sub>2</sub> tiap Stasiun.

### Korelasi pCO<sub>2</sub> dengan Parameter Oseanografi dan Karbon Laut

Berdasarkan Tabel 5 pada bulan Maret 2010 nilai korelasi negatif dan signifikan didapatkan untuk korelasi pCO<sub>2</sub> dengan pH dengan nilai korelasi paling tinggi  $r = -0.991$ . Hal ini sesuai dengan hasil pengukuran yaitu nilai pH

yang rendah dapat dengan signifikan menaikkan nilai pCO<sub>2</sub>. Nilai korelasi yang kuat dan signifikan juga didapat pada hubungan pCO<sub>2</sub> dengan DIC didapatkan nilai korelasi negatif  $r = -0.930$ . Berdasarkan hasil pengukuran DIC yang rendah dapat menyebabkan pCO<sub>2</sub> yang tinggi.

Tabel 1. Indeks Korelasi pCO<sub>2</sub> dengan Parameter Oseanografi dan Karbon Laut

No.	Variabel	pCO <sub>2</sub> Maret 2010	pCO <sub>2</sub> Juli 2010
1.	DIC	-0.930*	0.620
2.	SPL	0.756*	-0.362
3.	pH	-0.960*	-0.991*
4.	Klorofil-a	0.441	-0.571
5.	Salinitas	-0.853*	0.322782

Keterangan : \*) korelasi signifikan dengan tingkat kepercayaan 95%

Sementara korelasi untuk SPL didapat positif dan signifikan dengan nilai korelasi  $r = 0.756$ . Hal tersebut sejalan dengan temperatur yang tinggi berkorelasi kuat dan signifikan dengan kenaikan pCO<sub>2</sub>. Sedangkan korelasi pCO<sub>2</sub> dengan salinitas didapat nilai negatif dan signifikan dengan nilai korelasi  $r = -0.853$ . Hal tersebut menunjukkan bahwa salinitas yang rendah berkorelasi kuat dan signifikan dengan kenaikan pCO<sub>2</sub>. Untuk korelasi pCO<sub>2</sub> dengan klorofil-a didapat rendah dan tidak signifikan dengan nilai korelasi  $r = 0.441$ . Hal ini menunjukkan bahwa kenaikan konsentrasi

klorofil-a berkorelasi rendah dan tidak signifikan dengan kenaikan pCO<sub>2</sub>.

Pada bulan Juli hanya pH yang rendah mempunyai korelasi yang kuat dan signifikan dengan kenaikan pCO<sub>2</sub>. Sedangkan untuk parameter lainnya tidak terdapat korelasi yang kuat dan signifikan. Hal tersebut diduga karena keterbatasan data pada bulan Juli yang didapat hanya dari lima stasiun pengukuran menyebabkan hasil yang didapat kurang mewakili kondisi Teluk Banten. Secara keseluruhan parameter pCO<sub>2</sub> perairan berhubungan kuat dan signifikan dengan parameter pH dan DIC yang merupakan dua dari empat parameter terukur yang

digunakan untuk analisis sistem CO<sub>2</sub> di laut. Sedangkan untuk hubungan dengan klorofil-a, SPL dan salinitas perlu pengukuran dan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui variabilitasnya secara musiman terhadap pCO<sub>2</sub> perairan, khususnya dengan SPL dan salinitas karena kedua parameter tersebut berperan penting dalam menentukan solubilitas CO<sub>2</sub> dalam air laut.

### KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Variabilitas sebaran horisontal parameter SPL, salinitas, klorofil-a, DIC, dan pCO<sub>2</sub> bervariasi secara spasial maupun temporal. Secara spasial dipengaruhi oleh faktor antropogenik di pesisir Teluk Banten. Sedangkan secara temporal dipengaruhi oleh pasang surut dan juga variabilitas musim dalam hal ini musim panas dan musim hujan di Teluk Banten.
2. Faktor pH lebih berkorelasi kuat dengan variabilitas pCO<sub>2</sub> di bulan Maret dan Juli. pH bersama-sama dengan DIC berperan penting dalam sistem pertukaran CO<sub>2</sub>. Sedangkan SPL, salinitas dan klorofil-a perlu penelitian lebih lanjut.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adi, N S., dan A. Rustam. 2010. *Studi Awal Pengukuran System CO<sub>2</sub> Di Teluk Banten*. Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan VI ISOI 2009. Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia. 17 hlm.
- Afdal, L.M.G. Pangabea., dan D.R. Noerjito. 2011. *Fluks Karbondioksida Hubungannya Dengan Produktivitas Primer Fitoplankton Di Perairan Estuari Donan, Cilacap*. Jurnal Oseanologi dan Limnologi Indonesia. 37(2) : 323-337.
- Borges, A.V. 2011. Present Day Carbon Dioxide Fluxes in The Coastal Ocean and Possible Feedbacks Under Global Exchange. Dalam: P. Duarte dan J.M. Santana-Casiano (ed.), *Oceans and the Atmospheric Carbon Content*. Springer Science+Business Media. Hlm. 47-77.
- Hutabarat, S., dan S.M. Evans. 2006. *Pengantar Oseanografi*. UI-Press, Jakarta. 159 hlm.
- Munandar, H. 2009. *Sistem Karbonat Laut Serta Peranannya Bagi Biota "Calisifier"*. Jurnal Oseana, 34 (1): 35-46.
- Ongkosongo, O.S.R., dan S.Wijonarko. 2004. *Lingkungan Hidup Kota Serang*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta. 157 hlm.
- Pierrot, D.E. Lewis., dan D.W.R. Wallace. 2006. *MS Excel Program Developed for CO<sub>2</sub> System Calculations*. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tennessee.
- Supangat, A., dan Susanna. 2003. *Pengantar Oseanografi*. Pusat Riset Wilayah Laut dan Sumberdaya Non Hayati Badan Riset Kelautan dan Perikanan, Jakarta. 270 hlm.
- Susandi, A., A.Subki., dan I.M. Radjawane. 2006. *Kajian Pertukaran Gas Karbondioksida (CO<sub>2</sub>) Antara Laut dan Udara Di Perairan Indonesia dan Sekitarnya*. PROCEEDINGS CONVENTION SEMARANG 2006 - The 31<sup>st</sup> Annual Scientific Meeting (PIT) HAGI. 8 hlm.
- Wannikhof, R. 1992. *Relationship Between Wind Speed and Gas Exchange Over The Ocean*. Journal of Geophysical Research, 97(C5): 7373-7382.