

# **WORKING PAPER PKSPL-IPB**

**PUSAT KAJIAN SUMBERDAYA PESISIR DAN LAUTAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
Center for Coastal and Marine Resources Studies  
Bogor Agricultural University**

**PEMANTAUAN DAN PEMELIHARAAN BERKELANJUTAN PROGRAM  
PENINGKATAN KUALITAS LINGKUNGAN  
KEPULAUAN SERIBU**

Oleh:

Ario Damar  
Nyoman D Adi  
Am Azbas Taurusman  
Beginer Subhan  
Ari Gunawan  
Husnileili  
Arif Trihandoyo



**BOGOR  
2011**



## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	v
1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan dan Manfaat.....	1
2 RUANG LINGKUP KEGIATAN .....	2
2.1 Aspek yang Ditelaah dan Ruang Lingkup .....	2
2.1.1 Pemantauan Transplan Karang .....	2
2.1.2 Pemantauan Mangrove .....	2
2.1.3 Pemantauan Padang Lamun .....	2
2.1.4 Kualitas Air .....	3
2.2 Lokasi Pemantauan.....	3
2.2.1 Transplan Karang dan Terumbu Buatan.....	3
2.2.2 Mangrove .....	3
2.2.3 Padang Lamun .....	3
2.2.4 Kualitas Air .....	3
3 HASIL PEMANTAUAN.....	3
3.1 Pemantauan Transplantasi Karang.....	3
3.1.1 Pulau Karya.....	3
3.1.2 Pulau Kelapa/Harapan .....	7
3.1.3 Ikan.....	11
3.2 Mangrove.....	15
3.2.1 Pulau Harapan .....	15
3.2.2 Pulau Pramuka.....	16
3.3 Padang Lamun .....	17
3.3.1 Pulau Pramuka.....	17
3.3.2 Pulau Harapan .....	24
3.4 Kualitas Air.....	28
4 PENUTUP .....	37
DAFTAR PUSTAKA .....	39

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.2.	Tingkat keberhasilan transplantasi lamun menurut kelangsungan hidup (SR) tanaman di Pulau Pramuka berdasarkan teknik transplantasi yang digunakan .....	22
Tabel 3.3.	Laju pertumbuhan tanaman lamun yang ditransplantasi di Pulau Pramuka .....	24
Tabel 3.4.	Tingkat keberhasilan transplantasi lamun menurut kelangsungan hidup (SR) tanaman di Pulau Harapan berdasarkan teknik transplantasi yang digunakan .....	28
Tabel 3.5.	Laju pertumbuhan tanaman lamun yang ditransplantasi di Pulau Harapan .....	28
Tabel 3.6.	Hasil Analisis Konsentrasi Beberapa Parameter Kualitas Air di setiap Stasiun Pengamatan Maret 2011.....	31

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Tingkat Kelangsungan Hidup Karang Transplan di Pulau Karya.....	4
Gambar 3.2. Pencapaian pertumbuhan panjang dan tinggi karang yang ditransplantasikan di Pulau Karya (Juni 2010 – Mei 2011). ....	5
Gambar 3.3. Panjang dan tinggi karang yang ditransplantasikan di Pulau Karya.....	6
Gambar 3.4. Karang jenis <i>Acropora</i> dan Karang Lunak yang menempel secara alami di modul transplantasi di Pulau Karya.....	7
Gambar 3.5. Karang keras dan karang lunak yang menempel pada modul transplan di Pulau Karya.....	7
Gambar 3.6. Tingkat Kelangsungan Hidup Karang Transplan di Pulau Harapan/Kelapa .....	8
Gambar 3.7. Pencapaian pertumbuhan panjang dan tinggi karang yang ditransplantasikan di Pulau Kelapa .....	9
Gambar 3.8. Panjang dan tinggi karang yang ditransplantasikan di Pulau Harapan/Kelapa .....	10
Gambar 3.9. Karang <i>Acropora</i> yang memiliki pertumbuhan yang cepat sehingga telah menutup substrat atau modul di perairan transplantasi Pulau Harapan/Kelapa. ....	10
Gambar 3.10. Koloni karang yang menempel pada modul transplantasi di Pulau Harapan/Kelapa.....	11
Gambar 3.11. Jumlah famili dan spesies ikan terumbu di Pulau Karya dan Pulau Kelapa selama periode April 2010 – Mei 2011. ....	12
Gambar 3.12. Jumlah individu ikan terumbu di Pulau Karya dan Pulau Kelapa selama periode April 2010 – Mei 2011.....	12
Gambar 3.13. Kelimpahan ikan terumbu di Pulau Karya dan Pulau Kelapa selama periode April 2010 – Mei 2011 .....	13
Gambar 3.14. Keanekaragaman, Keseragaman, dan Dominansi ikan terumbu di daerah transplantasi di Pulau Karya dan Pulau Kelapa selama periode 2010 – 2011 .....	13
Gambar 3.15. Data individu ikan per famili di Pulau Kelapa .....	14
Gambar 3.16. Data individu ikan per famili di Pulau Karya .....	14

Gambar 3.17. Perkembangan Rata-rata Tinggi Batang Mangrove di Pulau Harapan Periode 2010-2011.....	15
Gambar 3.18. Perkembangan Rata-rata Diameter Batang Mangrove di Pulau Harapan Periode 2010-2011.....	16
Gambar 3.19. Penutupan lamun (%) di lokasi monitoring Pulau Pramuka selama pengamatan Bulan Juni 2010 – Mei 2011. Hasil menunjukkan tiga transek garis (SP1, SP2, dan SP3) yang terdiri dari masing-masing 11 transek kuadrat dari garis pantai ke arah laut (1 – 11).....	18
Gambar 3.20. Rata-rata penutupan lamun (%) pada setiap transek garis dan transek kuadrat (stasiun pengamatan) selama monitoring Bulan Juni 2010 – Mei 2011. ....	18
Gambar 3.21. Komposisi jenis lamun di Pulau Pramuka: <i>Thalassia hemprichii</i> (Th), <i>Cymodocea serrulata</i> (Cs), <i>Enhalus acoroides</i> (Ea), <i>Halodule pinifolia</i> (Hp), <i>Cymodocea rotundata</i> (Cr), dan <i>Halodule uninervis</i> (Hu) .....	19
Gambar 3.22. Tinggi rata-rata kanopi lamun (cm) di Pulau Pramuka yang diukur selama monitoring sejak Bulan Juni 2010 – Mei 2011. Hasil menunjukkan tiga transek garis (SP1, SP2, dan SP3) yang terdiri dari masing-masing 11 transek kuadrat dari garis pantai ke arah laut (1 – 11).....	20
Gambar 3.23. Tinggi rata-rata kanopi lamun (cm) pada setiap transek kuadrat pengamatan selama setahun Juni 2010 – Mei 2011 di Pulau Pramuka .....	20
Gambar 3.24. Penutupan epifit pada daun lamun (%) di Pulau Pramuka yang diukur selama monitoring sejak Bulan Juni 2010 – Mei 2011. Hasil menunjukkan tiga transek garis (SP1, SP2, dan SP3) yang terdiri dari masing-masing 11 transek kuadrat dari garis pantai ke arah laut (1 – 11).....	21
Gambar 3.25. Rata-rata penutupan epifit pada daun lamun (%) di Pulau Pramuka, hasil pengamatan sejak Bulan Juni 2010 – Mei 2011. ....	21
Gambar 3.26. Perkembangan jumlah tanaman dan jenis lamun hasil transplantasi selama pengamatan di Pulau Pramuka dari Juni 2010 sampai Januari 2011.....	23
Gambar 3.27. Jumlah tanaman <i>Enhalus acoroides</i> yang ditransplantasi dengan menggunakan teknik anchore di Pulau Pramuka .....	23
Gambar 3.28. Penutupan lamun (%) di lokasi monitoring Pulau Harapan selama pengamatan Bulan Juni 2010 – Mei 2011. Hasil	

menunjukkan tiga transek garis (SP1, SP2, dan SP3) yang terdiri dari masing-masing 11 transek kuadrat dari garis pantai ke arah laut (1 – 11).....24

Gambar 3.29. Rata-rata penutupan lamun (%) pada setiap transek garis dan transek kuadrat (stasiun pengamatan) selama monitoring Bulan Juni 2010 – Mei 2011. ....25

Gambar 3.30. Komposisi jenis lamun di Pulau Harapan: *Thalassia hemprichii* (Th), *Cymodocea serrulata* (Cs), *Halodule pinifolia* (Hp), *Cymodocea rotundata* (Cr), dan *Halodule uninervis* (Hu) ....25

Gambar 3.31. Tinggi rata-rata kanopi lamun (cm) di Pulau Harapan yang diukur selama monitoring sejak Bulan Juni 2010 – Mei 2011. Hasil menunjukkan tiga transek garis (SP1, SP2, dan SP3) yang terdiri dari masing-masing 11 transek kuadrat dari garis pantai ke arah laut (1 – 11). ....26

Gambar 3.32. Tinggi rata-rata kanopi lamun (cm) pada setiap transek kuadrat pengamatan selama setahun Juni 2010 – Mei 2011 di Pulau Harapan .....26

Gambar 3.33. Penutupan epifit pada daun lamun (%) di Pulau Harapan yang diukur selama monitoring sejak Bulan Juni 2010 – Mei 2011. Hasil menunjukkan tiga transek garis (SP1, SP2, dan SP3) yang terdiri dari masing-masing 11 transek kuadrat dari garis pantai ke arah laut (1 – 11). ....27

Gambar 3.34. Rata-rata penutupan epifit pada daun lamun (%) di Pulau Harapan, hasil pengamatan sejak Bulan Juni 2010 – Mei 2011. ....27

Gambar 3.35. Histogram Dinamika Perubahan Kelimpahan Phytoplankton ( $\text{ind}/\text{m}^3$ ) di Setiap Stasiun Pengamatan Monitoring Juni 2010 – Maret 2011. ....32

Gambar 3.36. Rata-rata laju sedimentasi dan fluks bahan organik (gram per meter<sup>2</sup> per jam, n = 4) pada gambar di atas, dan dalam satuan laju harian pada gambar bawah, di lokasi rehabilitasi terumbu karang di Pulau Karya, Kep. Seribu menurut stasiun pengamatan (I, II, III) pada Bulan Oktober 2010 .....34

Gambar 3.37. Proporsi bahan organik dalam sedimen yang terukur dalam sedimen trap di Pulau Karya, Kepulauan Seribu.....34

Gambar 3.38. Rata-rata laju sedimentasi dan fluks bahan organik (gram per meter<sup>2</sup> per jam, n = 4) pada gambar di atas dan dalam satuan laju harian pada gambar bawah, di lokasi rehabilitasi terumbu

karang di Pulau Karya, Kep. Seribu menurut stasiun  
pengamatan (I, II, III) pada Bulan Februari 2011 ..... 36

Gambar 3.39. Proporsi bahan organik dalam sedimen yang terukur dalam  
sedimen trap di Pulau Karya, Kepulauan Seribu ..... 36



# **PEMANTAUAN DAN PEMELIHARAAN BERKELANJUTAN PROGRAM PENINGKATAN KUALITAS LINGKUNGAN KEPULAUAN SERIBU**

Ario Damar<sup>1</sup>, Nyoman D Adi<sup>2</sup>, Am Azbas Taurusman<sup>3</sup>, Beginer Subhan<sup>4</sup>,  
Ari Gunawan<sup>5</sup>, Husnileili<sup>6</sup>, Arif Trihandoyo<sup>7</sup>

## **1 PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Berbagai permasalahan lingkungan yang timbul di kawasan Kepulauan Seribu perlu segera ditindaklanjuti dengan upaya yang nyata dan efektif, yaitu dengan melakukan upaya rehabilitasi ekosistem dan lingkungan.

Salah satu upaya untuk memperbaiki permasalahan lingkungan yang terjadi diantaranya adalah dengan melaksanakan program peningkatan kualitas lingkungan di Kepulauan Seribu yang telah dilaksanakan selama tiga phase yaitu sejak tahun 2007 hingga 2009 dan sudah selesai dilaksanakan pada tahun 2009 yang lalu. Untuk menjaga kesinambungan program yang sudah dilakukan maka perlu dilanjutkan dengan kegiatan pemantauan dan pemeliharaan terhadap program peningkatan kualitas lingkungan terutama terhadap kegiatan transplantasi karang dan terumbu buatan, ekosistem mangrove dan ekosistem padang lamun, serta pemantauan kualitas air dan faktor-faktor yang mungkin mempengaruhi keberlangsungan dan pertumbuhan ekosistem pesisir tersebut. Laporan ini memuat hasil pemantauan dan pemeliharaan selama periode Tahun 2010-2011. Tahapan pemantauan dibagi menjadi 4 (empat) periode, yaitu periode Juni 2010, September 2010, Februari 2011, dan Mei 2011.

### **1.2 Tujuan dan Manfaat**

Pemantauan dan pemeliharaan program peningkatan kualitas lingkungan di Kepulauan Seribu bertujuan untuk melanjutkan program peningkatan kualitas lingkungan di Kepulauan Seribu yang sudah dilaksanakan selama tiga phase 2007 – 2009 dan sudah tercapai pada tahun lalu (2009), khususnya untuk memantau

---

<sup>1</sup> Kepala Program Pengembangan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, PKSPL-IPB

<sup>2</sup> QHSE Department CNOOC SES Ltd.

<sup>3</sup> Dosen Pengelolaan Sumberdaya Perairan, FPIK-IPB

<sup>4</sup> Dosen Ilmu dan Teknologi Kelautan, FPIK-IPB

<sup>5</sup> Peneliti Bid. Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan Pesisir & Laut, PKSPL-IPB

<sup>6</sup> Peneliti Bid. Bioteknologi Kelautan, PKSPL-IPB

<sup>7</sup> Peneliti Bid. Pengembangan Masyarakat dan Kelembagaan, PKSPL-IPB

dan memelihara program yang sudah dilaksanakan agar dapat tetap berlangsung secara berkelanjutan.

Diantara tujuan peningkatan kualitas lingkungan adalah tujuan ekologi, yaitu untuk memulihkan kembali ekosistem pesisir terutama ekosistem terumbu karang, mangrove dan padang lamun. Pemantauan dan pemeliharaan program peningkatan kualitas lingkungan ekosistem pesisir yang sudah dilakukan ini perlu dilakukan secara berkelanjutan untuk mendapatkan manfaat yang optimal bagi lingkungan dan akhirnya bagi masyarakat sekitar.

## **2 RUANG LINGKUP KEGIATAN**

### **2.1 Aspek yang Ditelaah dan Ruang Lingkup**

#### **2.1.1 Pemantauan Transplan Karang**

Pada program pemantauan transplantasi karang dan terumbu buatan aspek yang ditelaah adalah penggantian modul transplan yang rusak dan pemantauan pertumbuhan dari transplan karang dan keragaman ikan pada areal transplan. Lokasi kegiatan adalah di lokasi transplan karang yaitu di perairan Pulau Karya dan Pulau Harapan-Kelapa. Untuk keterlibatan masyarakat, dilibatkan kelompok Sea Garden dari Pulau Pramuka.

#### **2.1.2 Pemantauan Mangrove**

Kegiatan yang dilakukan dalam pemantauan rehabilitasi ekosistem mangrove tahun 2010-2011 ini adalah: 1) melakukan monitoring perkembangan tanaman mangrove yang telah ditanam pada periode tahun 2008-2009; dan 2) melakukan penanaman/penyulaman tanaman/benih mangrove baru yang diikuti dengan pengukuran perkembangan/ pertumbuhannya. Dari kegiatan tersebut, dilakukan evaluasi terhadap keberhasilan program rehabilitasi, dan rekomendasi terhadap kegiatan program monitoring sejenis dikemudian hari.

Pada pemantauan tahun 2010-2011, fokus penanaman/penyulaman dilakukan di dua lokasi, yaitu di Kelurahan Pulau Harapan dan Kelurahan Pulau Panggang.

#### **2.1.3 Pemantauan Padang Lamun**

Sesuai dengan metode *Seagrass-Watch* yang digunakan pada monitoring ini, terdapat delapan parameter yang dimonitor, yaitu: kondisi substrat sedimen, kedalaman perairan saat monitoring, asosiasi biota dalam ekosistem lamun yang teramati secara visual, persen penutupan lamun, jenis-jenis lamun, tinggi kanopi, persen penutupan efit, dan persen penutupan alga. Kegiatan pemantauan dilakukan di Pulau Pramuka dan Pulau Harapan. Khususnya di Pulau Harapan

selain melakukan monitoring, juga dilakukan penanaman lamun jenis *Enhalus sp.* dengan menggunakan metode *sod/turf*.

#### **2.1.4 Kualitas Air**

Kegiatan monitoring kualitas air dilakukan di 9 titik pengamatan, yaitu di lokasi transplan perairan Pulau Karya dan Pulau Harapan-Kelapa. Kegiatan ini dimaksudkan selain untuk melihat kondisi kualitas air juga untuk melihat kecepatan laju pengendapan sedimen. Di setiap titik pemantauan dilakukan pengambilan contoh kualitas air dan pengukuran laju pengendapan sedimen menggunakan *sediment trap*.

### **2.2 Lokasi Pemantauan**

#### **2.2.1 Transplan Karang dan Terumbu Buatan**

Pemantauan transplan karang dan terumbu buatan dilakukan di perairan Pulau Harapan dan Pulau Kelapa, serta Perairan Pulau Karya.

#### **2.2.2 Mangrove**

Pemantauan pertumbuhan ekosistem Mangrove dilakukan di Pulau Harapan dan Pulau Pramuka.

#### **2.2.3 Padang Lamun**

Pemantauan ekosistem Padang Lamun dilakukan di Pulau Harapan dan Pulau Pramuka.

#### **2.2.4 Kualitas Air**

Pemantauan Kualitas Air dilakukan di sekitar areal transplan karang dan terumbu buatan. Di perairan Pulau Harapan-Kelapa pemantauan kualitas air dilakukan sebanyak 4 (empat) titik dan perairan Pulau Karya sebanyak 5 (lima) titik.

## **3 HASIL PEMANTAUAN**

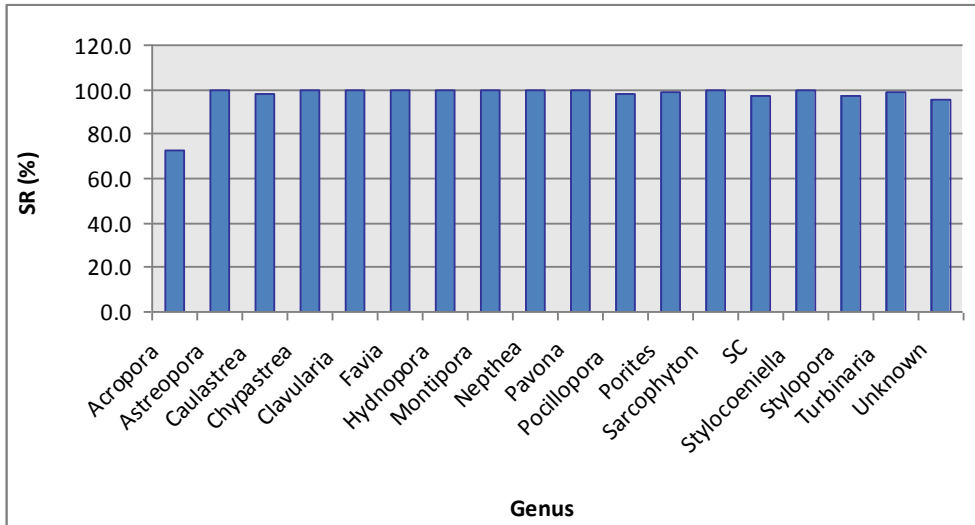
### **3.1 Pemantauan Transplantasi Karang**

#### **3.1.1 Pulau Karya**

- Kelangsungan Hidup

Secara umum pada penelitian ini, fragmen karang memiliki tingkat kelangsungan hidup lebih dari 90%, tetapi karang dari kelompok karang *Acropora* memiliki tingkat kelangsungan hidup sebesar 72,4% (Gambar 3.1). Pada penelitian

ini terdapat beberapa jenis karang yang mampu bertahan di lingkungan Pulau Karya dengan nilai kelangsungan hidup 100%. Karang-karang tersebut adalah karang dari genera *Clavuria* (soft coral), *Nepthea* (soft coral), *Favia* (hard coral) dan *Pavona* (hard coral).

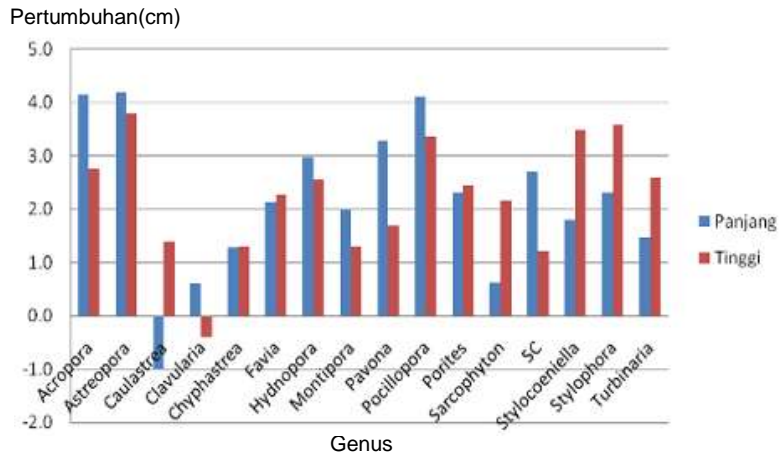


Gambar 3.1. Tingkat Kelangsungan Hidup Karang Transplan di Pulau Karya

Sebanyak 357 dari 1200 fragmen yang ditransplantasi mengalami kematian. Secara umum penyebab kematian fragmen karang dikelompokkan menjadi 3 yaitu DCA (oleh alga), *bleaching* (pemutihan) dan hilang (lepas). Pengamatan menunjukkan bahwa 72% kematian fragmen karang disebabkan oleh alga. Alga yang menyebabkan kematian pada karang adalah makro alga yang banyak tumbuh menutupi karang dari jenis *Padina jamaicensis* (*scroll algae*). Makroalga ini juga akan menjadi kompetitor baru bagi karang dalam memperebutkan cahaya matahari. Keberadaan makro alga ini diduga akibat meningkatnya kadar nutrisi yang terdapat di perairan.

- Pertumbuhan

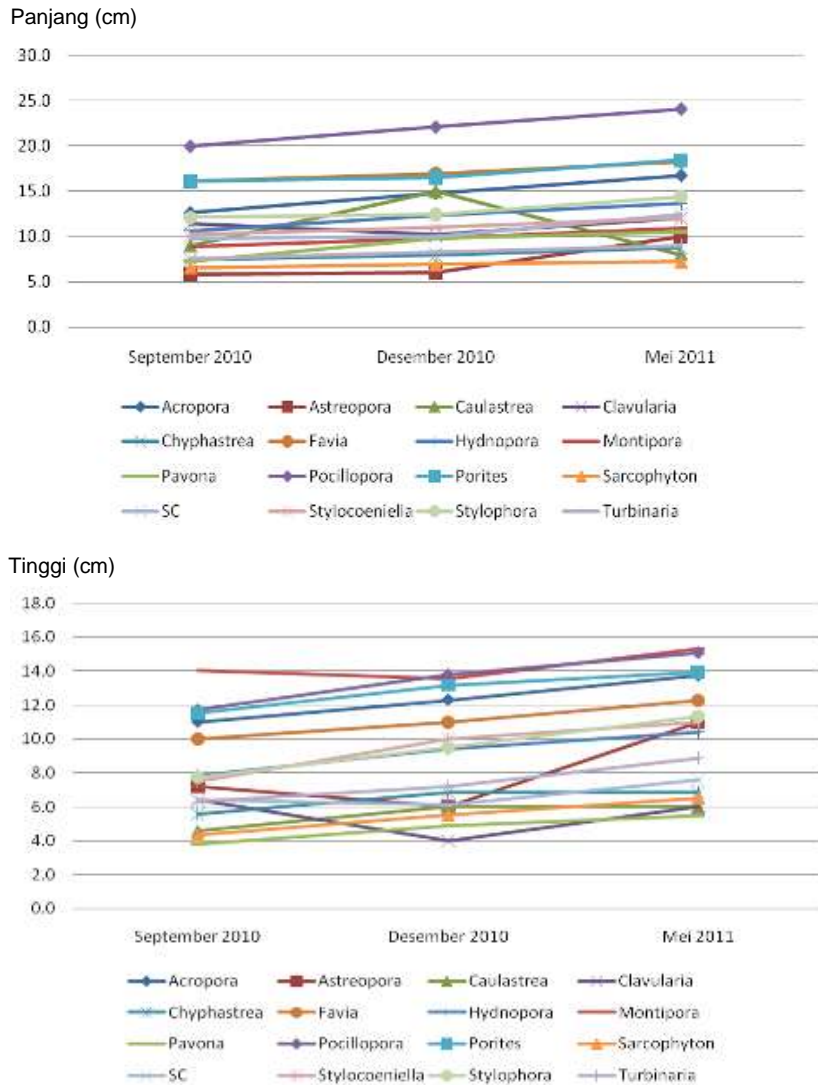
Pengukuran pertumbuhan dilakukan sebanyak 3 kali yakni pada bulan September 2010, Desember 2010 dan Mei 2011. Pada umumnya karang mengalami pertumbuhan diatas 1 cm. Pencapaian pertumbuhan panjang yang terbesar terdapat pada karang *Acropora* dan *Pocillopora* yakni sebesar 4,1 cm. Selanjutnya pencapaian tinggi yang terbesar adalah karang *Stylophora* yaitu sebesar 3,6 cm (Gambar 3.2).



Gambar 3.2. Pencapaian pertumbuhan panjang dan tinggi karang yang ditransplantasikan di Pulau Karya (Juni 2010 – Mei 2011).

Namun beberapa fragmen karang mengalami penurunan pertumbuhan koloni yaitu *Caulastrea* dan *Clavularia* (Gambar 3.2). Pada koloni karang *Caulastrea* penurunan umumnya disebabkan koloni mengalami kerusakan yaitu patah sehingga sebagian koloni terpisah dari koloni yang terdapat pada substrat. Hal berbeda terjadi pada *Clavularia*, karang ini merupakan anggota dari kelompok karang lunak. Karang lunak biasanya dapat mengkerut maupun mengembang, kondisi inilah yang mengakibatkan nilai pertumbuhan menjadi menurun. Penurunan terjadi akibat karang lunak mengkerut yang disebabkan oleh faktor lingkungan.

Fragmen karang pada semua genus setiap periode pada umumnya mengalami pertumbuhan. Namun, laju pertumbuhan untuk setiap genus berbeda-beda dan pada periode tertentu juga berbeda. Misalnya pada karang *Stylophora*, pada periode September – Desember mengalami pertumbuhan panjang sebesar 0,3 cm sedangkan *Hydnopora* sebesar 1,7 cm. Namun pada periode berikutnya (Desember 2010 – Mei 2011) pertumbuhan panjang *Stylophora* sebesar 2 cm sedangkan *Hydnopora* sebesar 1,3 cm.



Gambar 3.3. Panjang dan tinggi karang yang ditransplantasikan di Pulau Karya

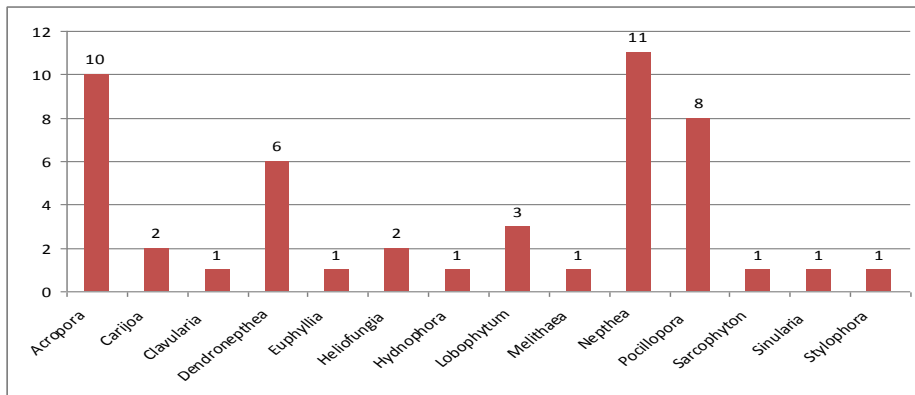
- Rekrutmen

Pada saat pengamatan ditemukan sebanyak 49 koloni karang yang menempel secara alami di modul tranplantasi (Gambar 3.4). Koloni karang tersebut terdiri dari karang keras (*Acropora*, *Euphyllia*, *Heliofungia*, *Hydnopora*, *Pocillopora* dan *Stylophora*) dan karang lunak (*Carijoa*, *Clavularia*, *Dendronepthea*, *Lobophyllum*, *Melithaea*, *Nepthae*, *Sarcophyton* dan *Sinularia*).



Gambar 3.4. Karang jenis *Acropora* dan Karang Lunak yang menempel secara alami di modul transplantasi di Pulau Karya

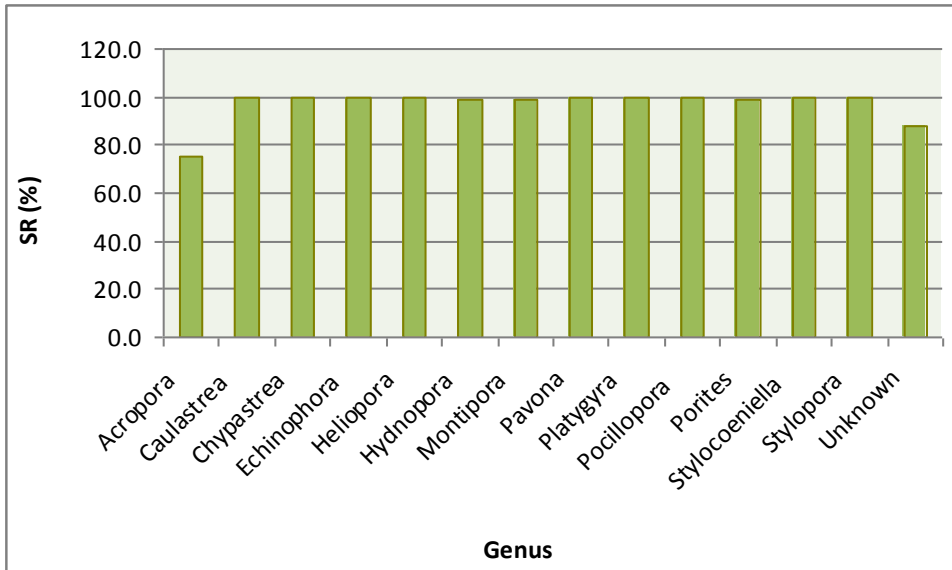
Penempelan karang lunak ditemukan sebanyak 26 koloni sedangkan karang keras sebanyak 23 koloni. Karang lunak *Nephtea* merupakan karang paling banyak ditemukan menempel di modul dengan jumlah koloni sebanyak 11 koloni (Gambar 3.5) . Pada kelompok karang keras, koloni karang yang paling banyak ditemukan adalah *Acropora* sebanyak 11 koloni.



Gambar 3.5. Karang keras dan karang lunak yang menempel pada modul transplan di Pulau Karya

### 3.1.2 Pulau Kelapa/Harapan

Tingkat kelangsungan hidup paling besar hingga akhir pengamatan pada bulan Mei 2011 pada umumnya diatas 70% dengan nilai rata – rata 97%. Kelangsungan hidup terendah dialami oleh karang *Acropora* spp. dengan kelangsungan hidup sebesar 75,2%, sedangkan tingkat kelangsungan hidup tertinggi 100% dimiliki oleh karang jenis *Heliopora*, *Pavona*, *Platigyra*, dan *Caulastrea* (Gambar 3.6).



Gambar 3.6. Tingkat Kelangsungan Hidup Karang Transplan di Pulau Harapan/Kelapa

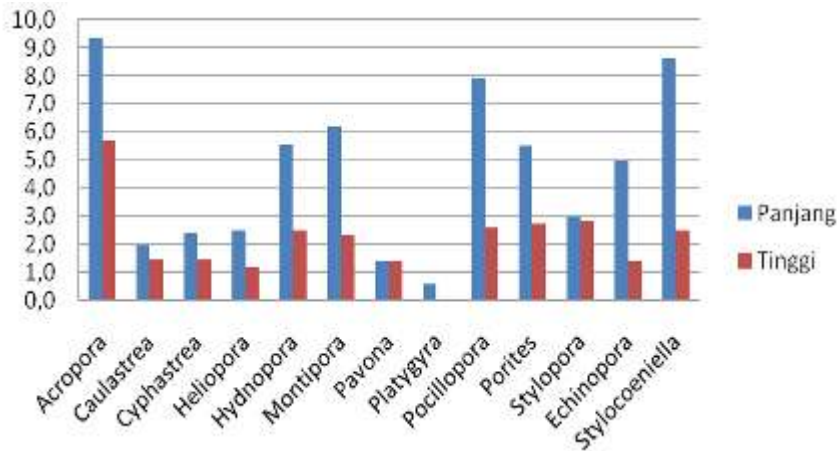
Selama pengamatan telah terjadi kematian karang sebanyak 275 fragmen dari 1200 fragmen yang diamati. Kematian fragmen karang disebabkan oleh beberapa hal yaitu yaitu DCA (oleh alga), hilang (lepas) dan *bleaching* (pemutihan). Hasil pengamatan menggambarkan bahwa 67% kematian fragmen karang disebabkan oleh alga. Keberadaan makroalga yang tumbuh di sekitar fragmen dan modul mempengaruhi tingkat kelangsungan hidup karang. Selain itu, dari pengamatan didapat bahwa kematian terbesar selama enam bulan pengamatan berupa *death coral with algae* (DCA). Sedimentasi dan eutrofikasi (penambahan nutrisi) diduga menjadi penyebab kematian karang.

Selain karena alga, kematian juga terjadi akibat patahnya fragmen karang yang ditransplantasikan pada fragmen karang *Acropora* spp. Karang dengan *life form branching* seperti *Acropora* memiliki struktur yang berongga sehingga mudah patah apabila menghadapi gelombang yang kuat. Karang *Acropora* akan mengalami keropos pada bagian pangkalnya pada ukuran tertentu. Hal ini menyebabkan karang akan patah pada bagian pangkal.

- Pertumbuhan

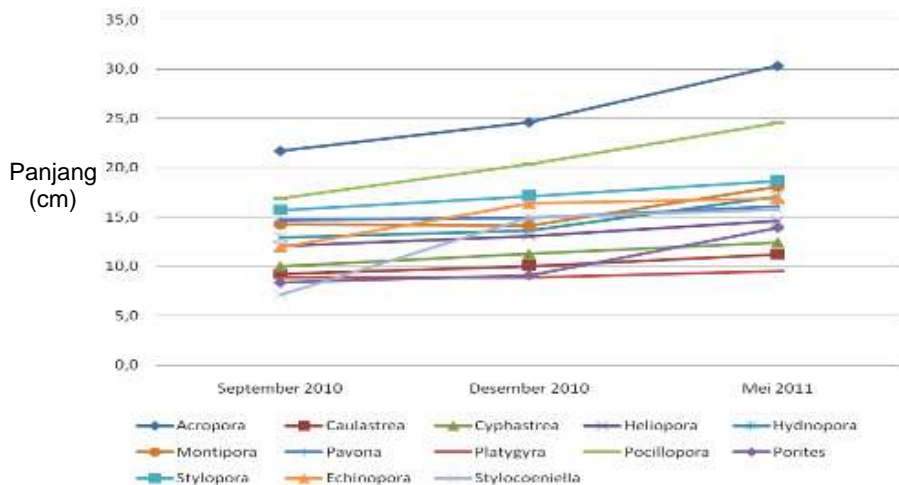
Pencapaian panjang dan tinggi terbesar didapat oleh karang *Acropora* yaitu sebesar 9,4 cm dan 5,7 cm dalam periode September – Desember 2011. *Acropora* merupakan karang dengan bentuk pertumbuhan bercabang, sedangkan karang dengan bentuk pertumbuhan masif mengalami pertumbuhan lebih kecil, misalnya karang *Platygyra* dengan pertumbuhan 0,6 cm (Gambar 3.7).

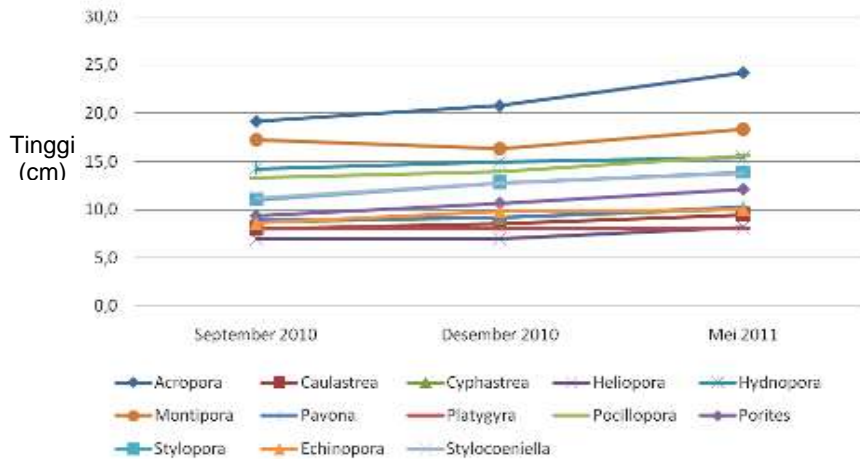




Gambar 3.7. Pencapaian pertumbuhan panjang dan tinggi karang yang ditransplantasikan di Pulau Kelapa

Laju pertumbuhan untuk setiap genus berbeda-beda dan pada periode tertentu juga berbeda. Beberapa karang mengalami laju pertumbuhan yang meningkat pada setiap periodenya. Misalnya pada karang *Acropora*, pada periode September – Desember mengalami pertumbuhan panjang sebesar 3,8 cm selanjutnya periode Desember 2010 – Mei 2011 pertumbuhan panjang sebesar 5,7 cm (Gambar 3.8). Karang-karang jenis lain yang mengalami tren yang sama adalah *Caulastrea*, *Heliopora*, *Hydnopora*, *Montipora*, *Pavona*, *Platygyra* dan *Porites*. Namun ada beberapa karang yang menunjukkan tren yang sebaliknya yaitu *Cyphastrea* dan *Echinopora*.





Gambar 3.8. Panjang dan tinggi karang yang ditransplantasikan di Pulau Harapan/Kelapa

Beberapa fragmen karang *Acropora* yang mengalami pertumbuhan yang sangat cepat diatas rata – rata fragmen yang ditransplantasikan lainnya. Pertumbuhan karang tersebut dapat mencapai 25 - 37 cm dalam periode Juni 2010 sampai Mei 2011 atau sekitar 2,27 – 3,37 cm perbulan (Gambar 3.9). Hasil ini jauh lebih besar dari laju pertumbuhan karang *Acropora* alami, yakni sebesar 19 mm per 28 hari (Boli, 1994) dan hasil transplantasi seperti yang dilakukan Yarmanti (2002) di Pulau Pari, Kepulauan Seribu pada kedalaman 3 meter yaitu didapatkan laju pertambahan lebar rata-rata mencapai 18,8 mm/bulan dan laju pertambahan tinggi rata-rata 11,4 mm/bulan.



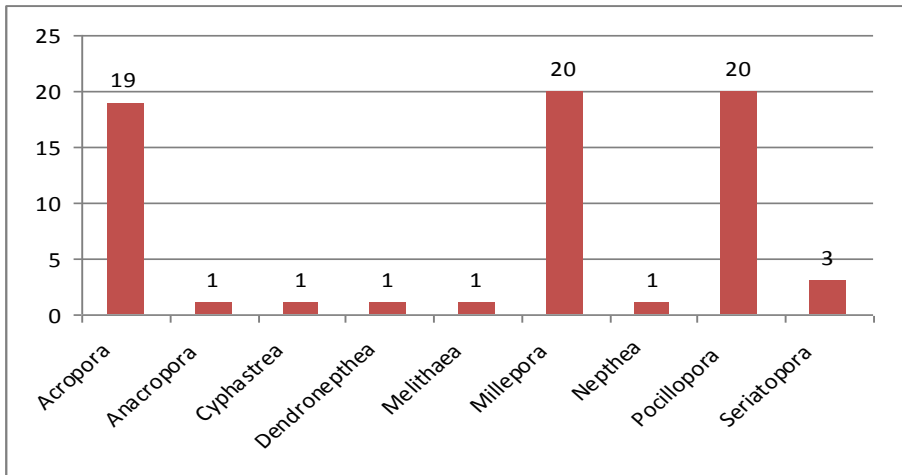
Gambar 3.9. Karang *Acropora* yang memiliki pertumbuhan yang cepat sehingga telah menutup substrat atau modul di perairan transplantasi Pulau Harapan/Kelapa.

- Rekrutmen

Pengamatan terhadap karang-karang yang tumbuh dan menempel secara alami dilakukan pada bulan September 2010. Koloni karang yang menempel secara

alami di modul tranplantasi ditemukan sebanyak 67 koloni. Koloni karang tersebut terdiri dari karang keras (*Acropora*, *Seriatopora*, *Millepora*, *Anacropora*, dan *Pocillopora*) dan karang lunak (*Dendronepthea*, *Melithaea* dan *Nepthae*).

Penempelan karang keras ditemukan sebanyak 64 koloni sedangkan karang lunak sebanyak 3 koloni. Karang keras *Pocillopora* merupakan karang paling banyak ditemukan menempel di modul dengan jumlah koloni sebanyak 20 koloni (Gambar 3.10). Selanjutnya karang *Acropora* sebanyak 19 koloni.



Gambar 3.10. Koloni karang yang menempel pada modul transplantasi di Pulau Harapan/Kelapa

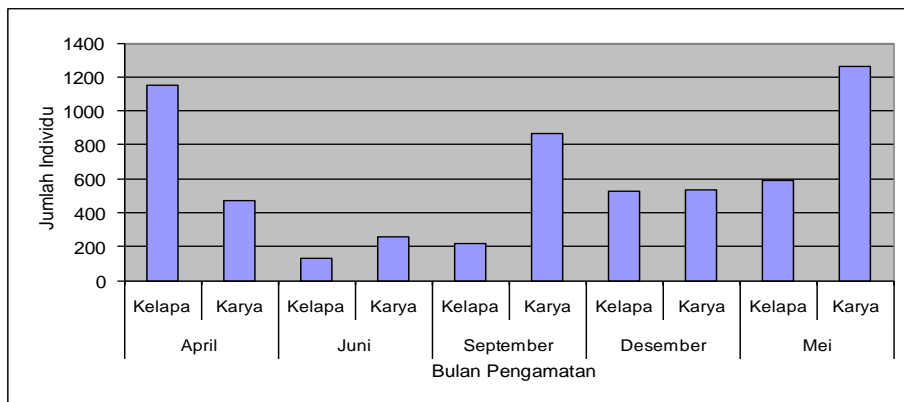
### 3.1.3 Ikan

Jumlah famili ikan terumbu yang ditemukan paling tinggi sebanyak 15 famili pada bulan April 2010, dan paling rendah pada bulan Juni 2010 sebanyak 5 famili untuk Pulau Kelapa (Gambar 3.11). Pada lokasi transplan Pulau Karya, famili paling banyak ditemukan yaitu sebanyak 14 famili pada bulan Mei 2011, dan paling rendah sebanyak 7 famili pada bulan Desember 2010. Famili ikan terumbu yang sering dijumpai pada setiap pengamatan antara lain, pomacentridae, labridae, chaetodontidae, scaridae, dan serranidae. Famili ikan terumbu yang hanya ditemukan sekali pada waktu pengamatan yaitu scorpinidae pada bulan September, dasytidae dan tetrapodontidae pada bulan Desember.



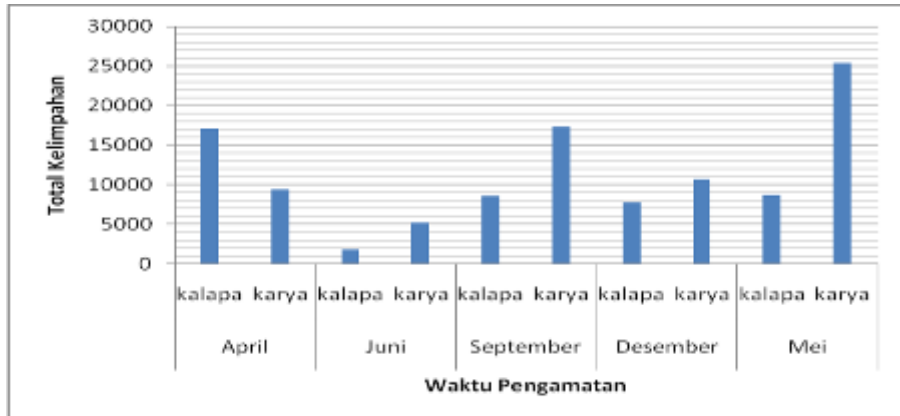
Gambar 3.11. Jumlah famili dan spesies ikan terumbu di Pulau Karya dan Pulau Kelapa selama periode April 2010 – Mei 2011.

Jumlah individu yang ditemukan paling banyak yaitu pada bulan Mei 2011 di Pulau Karya dengan total 1265 (Gambar 3.12). Total individu yang ditemukan berfluktuasi setiap waktu pengamatan. Hal ini kemungkinan ikan berpindah sesuai dengan lingkungan yang cocok untuk tempat hidupnya, dan setiap pengamatan kondisi lingkungan berbeda-beda sehingga ada jumlahnya sedikit dan ada juga yang banyak, dan faktor makanan juga berpengaruh terhadap ikan terumbu itu sendiri.

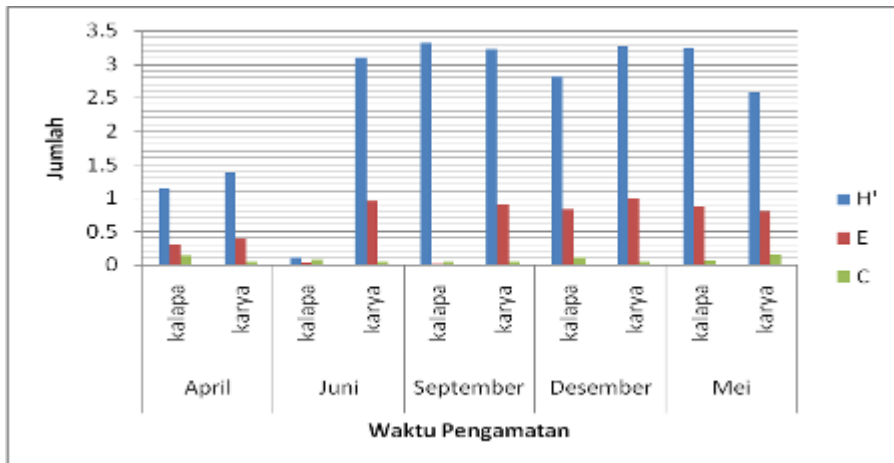


Gambar 3.12. Jumlah individu ikan terumbu di Pulau Karya dan Pulau Kelapa selama periode April 2010 – Mei 2011

Kelimpahan ikan paling tinggi pada bulan Mei yaitu 25.300 ind/ha pada pulau Karya dan 8756 ind/ha pada pulau Kelapa (Gambar 3.13).

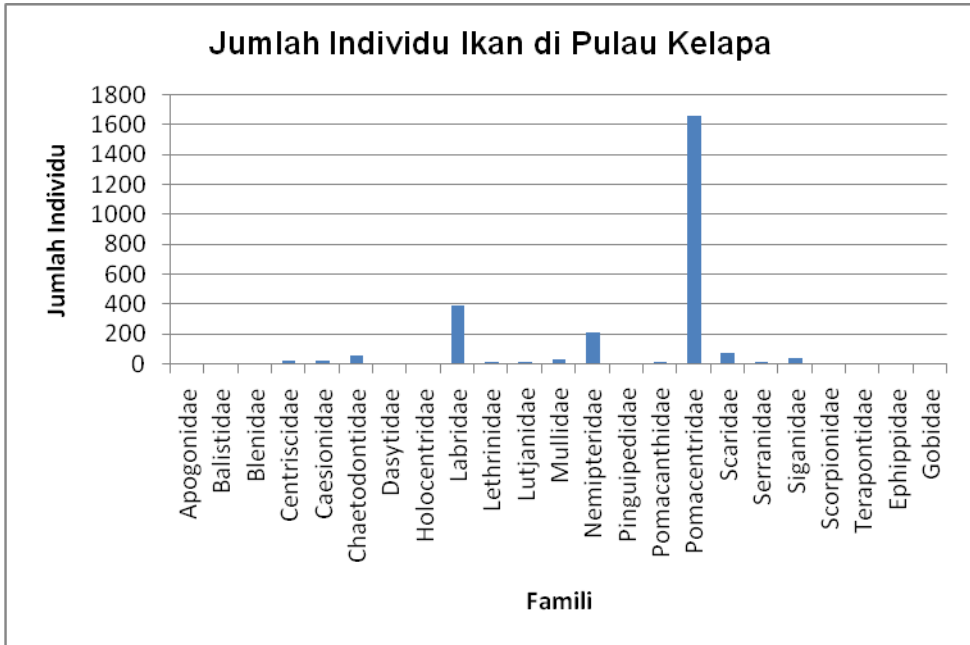


Gambar 3.13. Kelimpahan ikan terumbu di Pulau Karya dan Pulau Kelapa selama periode April 2010 – Mei 2011

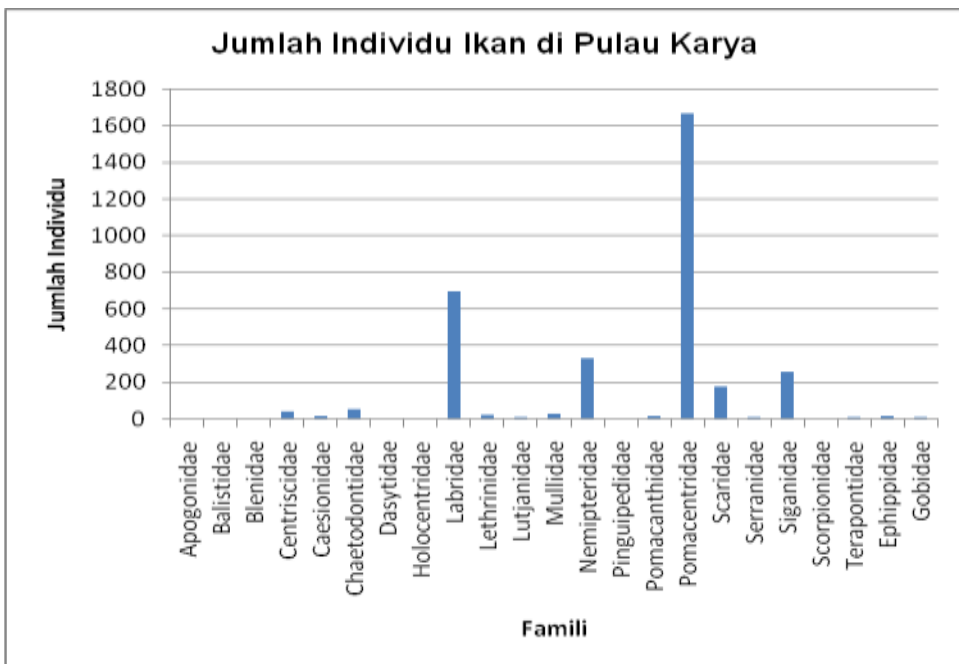


Gambar 3.14. Keanekaragaman, Keseragaman, dan Dominansi ikan terumbu di daerah transplantasi di Pulau Karya dan Pulau Kelapa selama periode 2010 – 2011

Indeks keanekaragaman ikan pada bulan September 2010, Juni 2010, dan Mei 2011 termasuk tinggi, dan pada bulan April dan Juni tergolong sedang. Untuk keseragaman rata-rata tinggi artinya tidak ada yang mendominasi pada setiap pengambilan data.



Gambar 3.15. Data individu ikan per famili di Pulau Kelapa



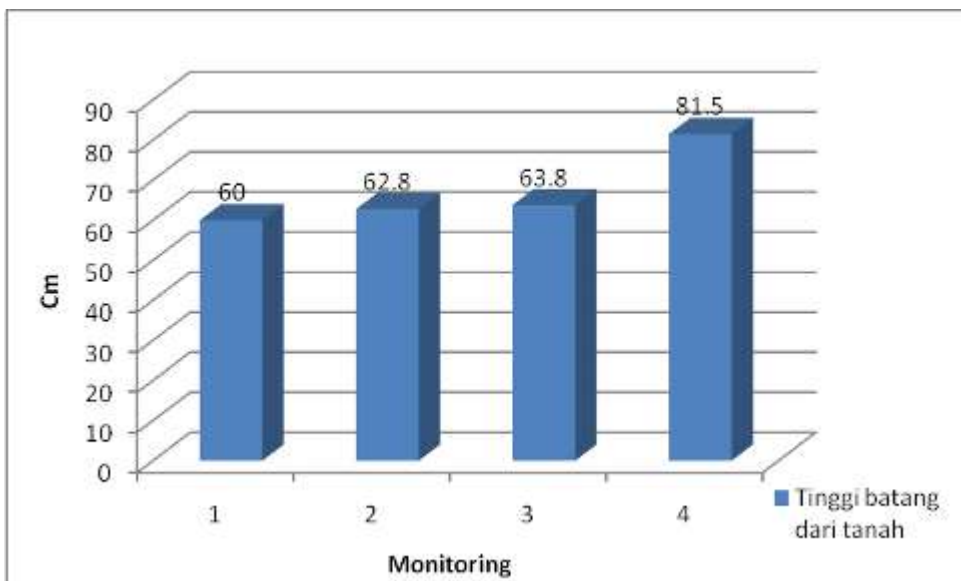
Gambar 3.16. Data individu ikan per famili di Pulau Karya

## 3.2 Mangrove

### 3.2.1 Pulau Harapan

Dari sisi pertumbuhan khususnya di Pulau Harapan, yang meliputi tinggi batang, diameter batang, panjang dan lebar daun, menunjukkan adanya peningkatan pertumbuhan. Akan tetapi peningkatan ini relatif sedikit yang disebabkan beberapa faktor khususnya kondisi perairan, penyakit, sampah, dan tingkat kesadaran masyarakat untuk memelihara dan menjaga tanaman mangrove.

Rata-rata tingkat perkembangan tinggi batang di Pulau Harapan menunjukkan peningkatan. Dari kondisi awal (monitoring 1 Juli 2010) rata-rata tinggi batang sekitar 60 cm, maka pada pemantauan terakhir (Monitoring 4 Mei 2011), tinggi batang rata-rata meningkat menjadi 81,5 cm (Gambar 3.17).

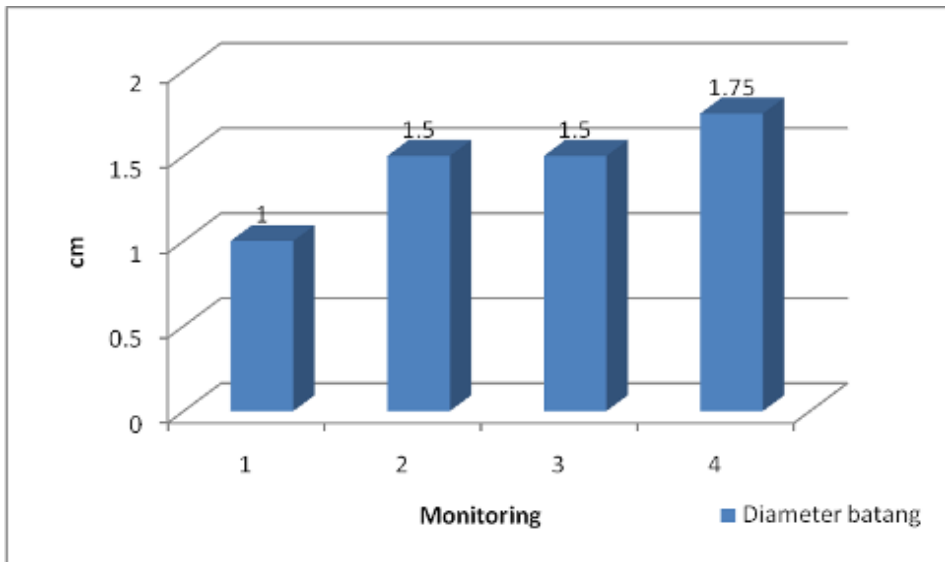


Gambar 3.17. Perkembangan Rata-rata Tinggi Batang Mangrove di Pulau Harapan Periode 2010-2011

Rata-rata diameter batang mangrove yang ditanam di Pulau Harapan selama periode 2010-2011 mengalami pertumbuhan. Kondisi awal (Juli 2010) ukuran rata-rata diameter batang yang ditanam adalah 1 cm, kemudian meningkat pada Bulan September 2010 menjadi 1,5 cm. Pengukuran berikutnya pada periode Januari 2011 menunjukkan stagnasi pertumbuhan diameter batang.

Pada periode monitoring ke-4 (Mei 2011), dimana kondisi cuaca sudah mulai kondusif, maka rata-rata diameter batang mangrove kembali tumbuh dan mencapai

ukuran 1,75 cm. Selengkapnya perkembangan ekosistem mangrove di Pulau Harapan disajikan pada (Gambar 3.18) di bawah ini.



Gambar 3.18. Perkembangan Rata-rata Diameter Batang Mangrove di Pulau Harapan Periode 2010-2011

### 3.2.2 Pulau Pramuka

Penanaman/penyulaman mangrove di Pulau Pramuka banyak mengalami hambatan. Pada tiga bulan sejak pertama penanaman, kondisinya sudah 75% rusak/mati. Hal ini dikarenakan faktor cuaca yang ekstrim, yaitu adanya angin laut tenggara dan barat daya yang mengakibatkan kerusakan pagar pembatas, sehingga batang-batang kayu dan sampah menumpuk di atas mangrove. Hal lain adalah air laut selama periode Juni – Oktober tidak mengalami surut sehingga propagul-propagul tersebut terendam dan mengakibatkan batang propagul dari pangkal sampai ke ujung ditutupi lumut. Sekitar 20 % dari penanaman propagul dapat tumbuh, tetapi hanya sebatas mengeluarkan tunas baru, belum bercabang atau pecah dua. Panjang dan diameter propagul juga tidak mengalami pertumbuhan yang signifikan.

Pertumbuhan ekosistem mangrove hasil penanaman dan monitoring selama periode 2010-2011 menunjukkan pertumbuhan yang terhambat. Selain akibat kondisi cuaca yang ekstrem, secara fisik habitat, Kepulauan Seribu khususnya Pulau Pramuka dan Pulau Harapan adalah bukan habitat yang ideal bagi mangrove. Substrat yang menyusun Kepulauan Seribu adalah berupa pasir, sementara substrat utama bagi mangrove adalah lumpur dengan unsur hara yang cukup.



Pertumbuhan mangrove yang ditanam di Pulau Harapan dan Pramuka dengan kondisi penanaman di tempat lainnya belum dapat dibandingkan dikarenakan data pertumbuhan mangrove di lokasi lain belum ada yang diekspos datanya. Akan tetapi seperti yang telah dijelaskan di atas, mangrove yang ditanam di habitat pasir tentunya tidak akan tumbuh secepat dengan mangrove yang ditanam di habitatnya, yaitu lumpur.

### **3.3 Padang Lamun**

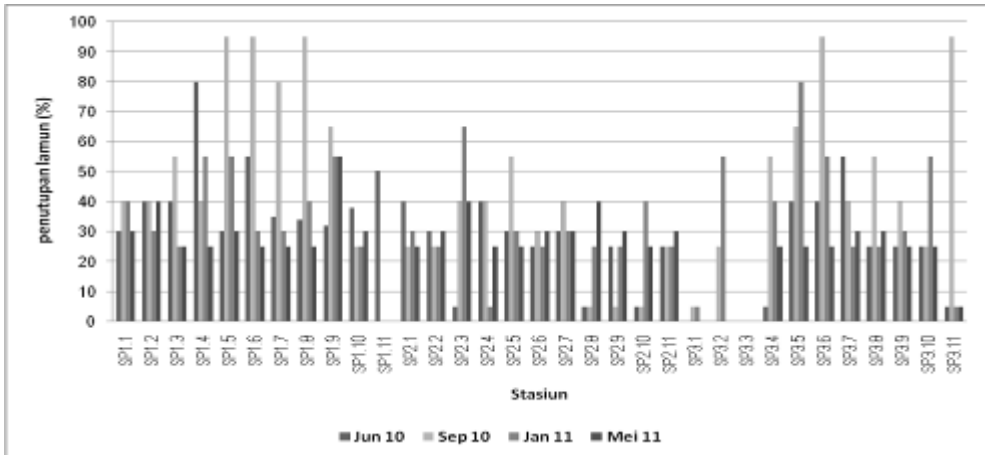
#### **3.3.1 Pulau Pramuka**

- **Penutupan Lamun (%)**

Beberapa parameter, yakni: kondisi substrat, penutupan lamun (%), jenis dan penutupan jenis lamun, tinggi kanopi, penutupan laga (%), penutupan epifit (%), dan biota yang berasosiasi pada lamun.

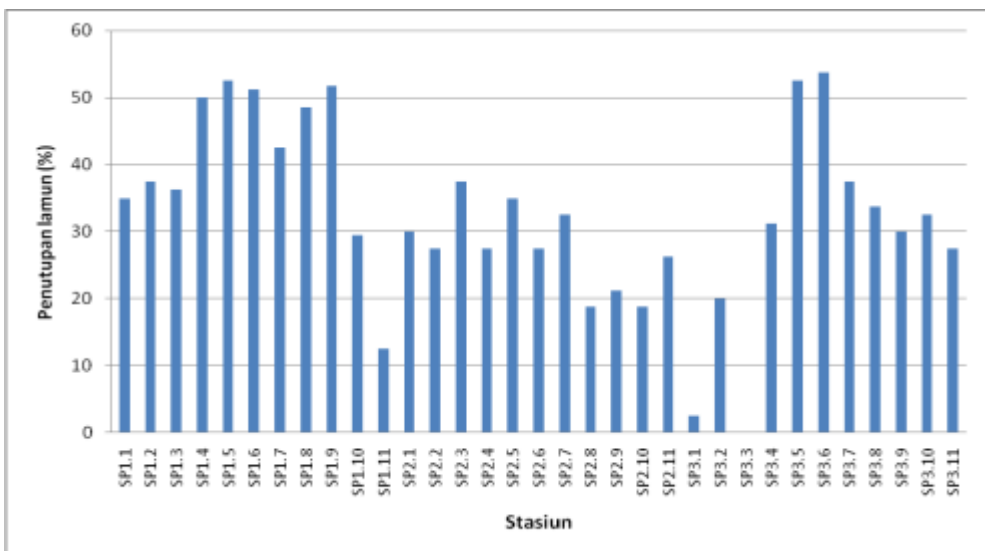
Terjadi dinamika dan variasi penutupan lamun, tinggi kanopi dan asosiasi biota dalam ekosistem lamun. Namun di sisi lain, tingginya input bahan organik (nutrien) dari daratan dan Teluk Jakarta telah mengakibatkan adanya populasi penutupan epifit yang relatif sedang dan tinggi. Persen penutupan lamun di Pulau Pramuka pada lokasi monitoring berkisar antara 0 sampai 95 % dengan rata-rata sekitar  $32 \pm 16,16\%$ . Nilai ini relatif berfluktuasi secara temporal sejak monitoring pertama hingga terakhir. Nilai penutupan tertinggi terjadi pada bulan September 2010, diikuti pada bulan Januari 2011. Sementara itu nilai rata-rata penutupan lamun terendah terjadi pada bulan Juni 2010 dan Mei 2011

Dibandingkan dengan kondisi sebelum program ini dilakukan, parameter ini menunjukkan adanya perbaikan kualitas ekosistem lamun di lokasi tersebut. Secara umum berdasarkan kriteria Kepmen LH No. 200/2004 bahwa persen penutupan lamun di atas 30% dinyatakan bahwa kondisi ekosistem tersebut memiliki kriteria 'baik'. Nilai parameter persen penutupan lamun disajikan pada (Gambar 3.19).



Gambar 3.19. Penutupan lamun (%) di lokasi monitoring Pulau Pramuka selama pengamatan Bulan Juni 2010 – Mei 2011. Hasil menunjukkan tiga transek garis (SP1, SP2, dan SP3) yang terdiri dari masing-masing 11 transek kuadrat dari garis pantai ke arah laut (1 – 11).

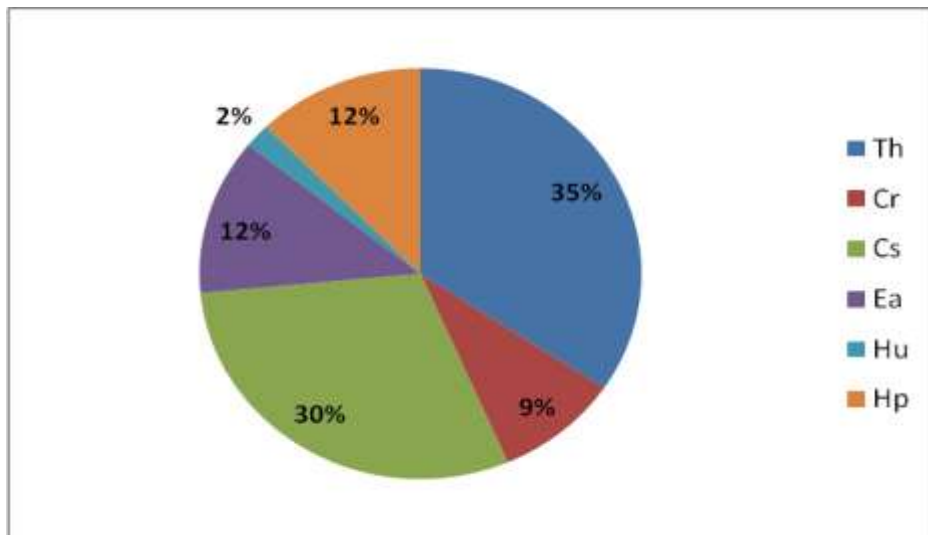
Lebih lanjut hasil monitoring tersebut menunjukkan variasi penutupan lamun antar transek garis. Penutupan tertinggi terdapat pada transek garis 1, kemudian 2 dan terendah pada bagian tengah. Penutupan lamun tertinggi terdapat pada bagian tengah lokasi monitoring seperti disajikan pada (Gambar 3.20).



Gambar 3.20. Rata-rata penutupan lamun (%) pada setiap transek garis dan transek kuadrat (stasiun pengamatan) selama monitoring Bulan Juni 2010 – Mei 2011.

Seperti hasil monitoring pada awal kegiatan ini dilakukan, terdapat tujuh spesies lamun di lokasi konservasi di Pulau Pramuka, yakni *Thalassia hemprichii* (Th), *Cymodocea serrulata* (Cs), *Cymodocea rotundata* (Cr), *Enhalus acoroides* (Ea), *Halodule uninervis* (Hu), *Halodule pinifolia* (Hp) dan *Syringodium isoetifolium* (Si).

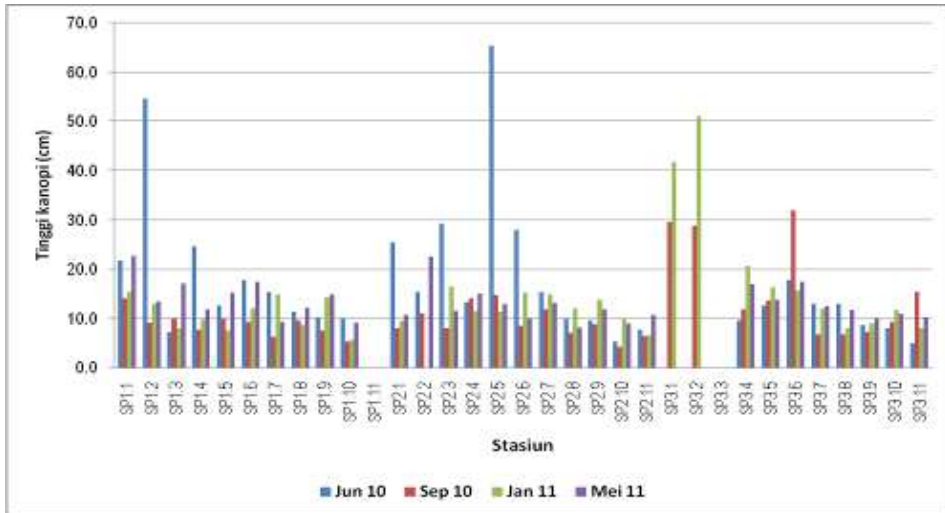
Jenis lamun yang dominan terdapat di Pulau Pramuka menurut hasil monitoring pada tahun 2010 sampai 2011, secara berurutan sebagai berikut: *Thalassia hemprichii* (Th), *Cymodocea serrulata* (Cs), *Enhalus acoroides* (Ea), *Halodule pinifolia* (Hp), *Cymodocea rotundata* (Cr), dan *Halodule uninervis* (Hu), dengan komposisi seperti yang disajikan pada (Gambar 3.21).



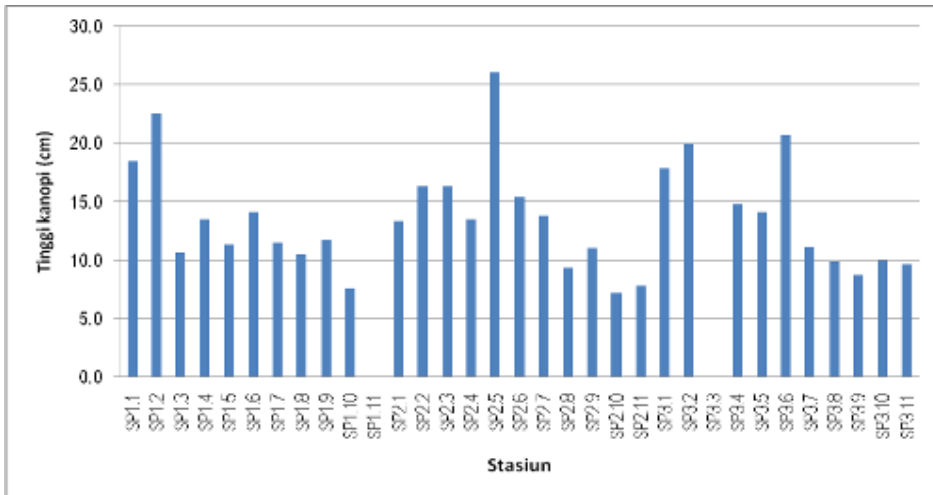
Gambar 3.21. Komposisi jenis lamun di Pulau Pramuka: *Thalassia hemprichii* (Th), *Cymodocea serrulata* (Cs), *Enhalus acoroides* (Ea), *Halodule pinifolia* (Hp), *Cymodocea rotundata* (Cr), dan *Halodule uninervis* (Hu)

- Tinggi Kanopi Lamun

Tinggi kanopi tumbuhan lamun selama monitoring rata-rata 13 cm, yang bervariasi pada secara temporal. Secara rinci tinggi kanopi tumbuhan lamun pada setiap transek garis (line) dan transek kuadrat disajikan pada (Gambar 3.22) berikut ini. Dibandingkan monitoring sebelumnya pada awal dimulainya program ini terjadi peningkatan tinggi kanopi lamun. Pada monitoring pada bulan September 2010, rata-rata tinggi kanopi lamun hanya 11 cm. Variasi tinggi kanopi lamun juga sangat ditentukan oleh jenis lamun yang dominan terdapat pada suatu stasiun pengamatan. Jenis *Enhalus sp.*, misalnya memiliki tinggi kanopi yang relatif lebih dibandingkan jenis lainnya.



Gambar 3.22. Tinggi rata-rata kanopi lamun (cm) di Pulau Pramuka yang diukur selama monitoring sejak Bulan Juni 2010 – Mei 2011. Hasil menunjukkan tiga transek garis (SP1, SP2, dan SP3) yang terdiri dari masing-masing 11 transek kuadrat dari garis pantai ke arah laut (1 – 11).

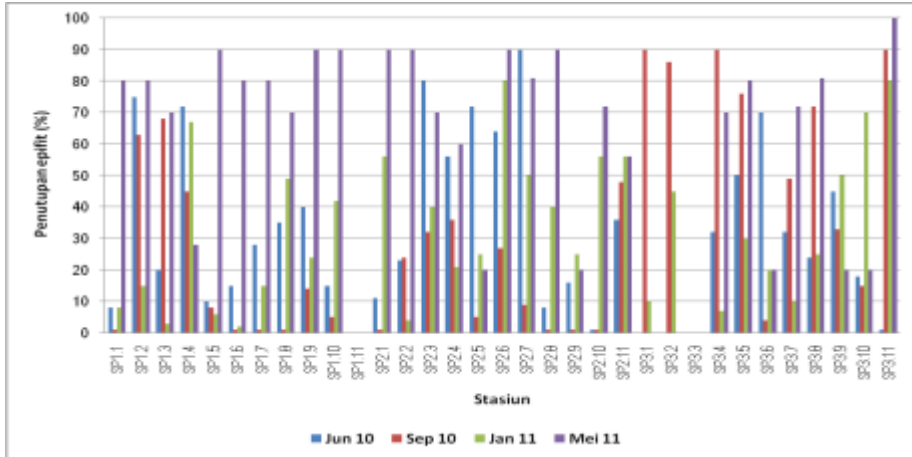


Gambar 3.23. Tinggi rata-rata kanopi lamun (cm) pada setiap transek kuadrat pengamatan selama setahun Juni 2010 – Mei 2011 di Pulau Pramuka

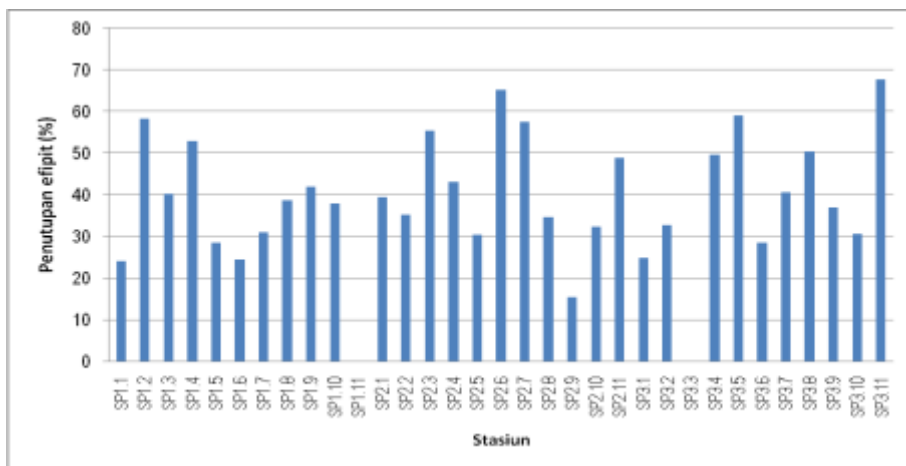
- Penutupan Epifit

Hasil monitoring pada bulan Juni 2010 – Mei 2011 di Pulau Pramuka menunjukkan bahwa penutupan epifit berkisar 1 Sampai 90 %, dengan rata-rata sekitar  $38,14 \pm 29,14$  %. Penutupan epifit relatif merata pada semua transek kuadrat dan garis (*line*) seperti disajikan pada (Gambar 3.24) berikut ini. Namun

penutupan epifit pada daun lamun bervariasi terjadi secara temporal. Rata-rata penutupan epifit tertinggi terjadi pada Bulan Mei 2011 (59,39%), Juni 2010 (31,73%), Januari 2011 (31,24%) dan terendah pada Bulan September 2010 (30,21%).



Gambar 3.24. Penutupan epifit pada daun lamun (%) di Pulau Pramuka yang diukur selama monitoring sejak Bulan Juni 2010 – Mei 2011. Hasil menunjukkan tiga transek garis (SP1, SP2, dan SP3) yang terdiri dari masing-masing 11 transek kuadrat dari garis pantai ke arah laut (1 – 11).



Gambar 3.25. Rata-rata penutupan epifit pada daun lamun (%) di Pulau Pramuka, hasil pengamatan sejak Bulan Juni 2010 – Mei 2011.

- Restorasi Ekosistem Lamun

Hasil monitoring terhadap transplantasi lamun di Pulau Pramuka menunjukkan perkembangan yang baik, rata-rata 52,33% tumbuhan yang ditanam

pada bulan Juni 2010 hidup dengan baik setelah 13 bulan kemudian (monitoring bulan Mei 2011). Jumlah tanaman lamun yang hidup pada setiap wadah transplantasi berkisar antara 1 – 22 tanaman per pot atau rata-rata 4 tanaman per plot. Indikator lain keberhasilan transplantasi ini selain tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*) adalah bertambahnya jumlah daun tanaman lamun dan anakan lamun. Secara ekologis indikator keberhasilan restorasi ekosistem lamun adalah juga peningkatan asosiasi fauna pada tanaman lamun yang ditanam.

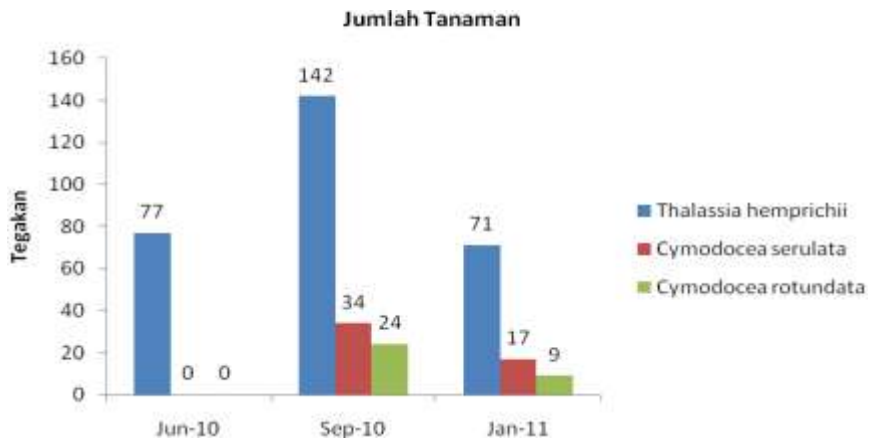
Secara lebih detail tingkat keberhasilan transplantasi berdasarkan indikator keberlangsungan hidup tanaman berdasarkan metode yang digunakan disajikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Tingkat keberhasilan transplantasi lamun menurut kelangsungan hidup (SR) tanaman di Pulau Pramuka berdasarkan teknik transplantasi yang digunakan

Metode	Jumlah unit transplantasi		Tingkat keberhasilan (%)
	Awal	Akhir	
Polybags	50	29	58,00
Anchore	60	28	46,67

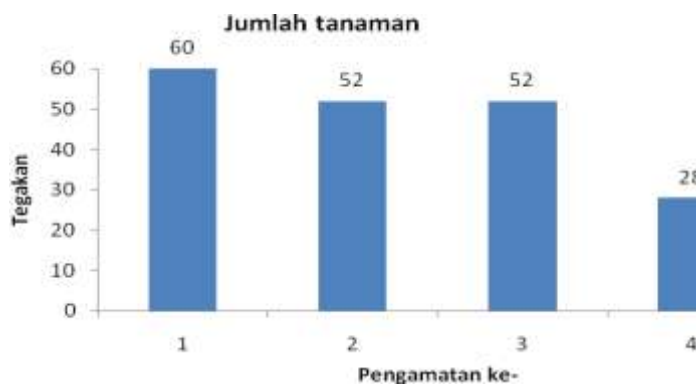
Terdapat sedikit variasi tingkat keberlangsungan hidup unit transplantasi berdasarkan metode yang digunakan. Rata-rata tingkat keberlangsungan hidup tanaman lamun dengan kedua metode tersebut adalah sekitar 52,33 %, dimana dengan teknik polybag (modifikasi peatpot) dengan SR 58% dan metode anchore sebesar 46,67 %. Hasil ini relatif cukup baik jika dibandingkan dengan transplantasi lamun di lokasi lain di dunia. Menurut Hemminga dan Duarte (2000) dari 53 laporan program transplantasi lamun di Amerika, tingkat kelangsungan hidupnya berkisar dari 0 – 100 % dengan rata-rata SR nya sebesar 42%.

Perkembangan jumlah dan jenis tanaman lamun yang hidup pada setiap pengamatan dengan menggunakan teknik transplantasi polybag (modifikasi peat pot) di Pulau Pramuka disajikan pada Gambar 3.26 berikut ini. Jenis lamun yang ditransplantasi yang dominan tumbuh di Pulau Pramuka adalah *Thalassia hemprichii*, *Cymodocea serrulata* dan *Cymodocea rotundata*.



Gambar 3.26. Perkembangan jumlah tanaman dan jenis lamun hasil transplantasi selama pengamatan di Pulau Pramuka dari Juni 2010 sampai Januari 2011

Sementara itu dengan menggunakan teknik anchore, yakni lamun jenis *Enhalus acoroides*, diambil sebagai donor. Tanaman ini diambil secara lengkap dari tunas hingga rimpang. Setelah sedimen dibersihkan, tanaman ditanam ke lokasi transplantasi dengan dimasukkan ke dalam lubang yang telah dibuat sebelumnya sedalam 30 cm. Hal ini diharapkan akan memperkuat tanaman dari pengaruh arus dan dinamika substrat. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa sebagian besar tanaman yang ditransplantasi tumbuh seperti pada Gambar 3.27 berikut.



Gambar 3.27. Jumlah tanaman *Enhalus acoroides* yang ditransplantasi dengan menggunakan teknik anchore di Pulau Pramuka

Lebih detail hasil pengukuran laju pertumbuhan daun lamun disajikan pada Tabel 3.3 berikut ini. Laju pertumbuhan berkisar dari 0,06 mm/hari hingga 1,44 mm/hari. Dimana laju pertumbuhan tertinggi adalah dari jenis *Cymodocea rotundata*.

Sementara jenis-jenis lamun *Thalassia hemprichii* dan *Cymodocea serrulata* memiliki laju pertumbuhan daun masing-masing sekitar 0,78 dan 0,77 mm/hari.

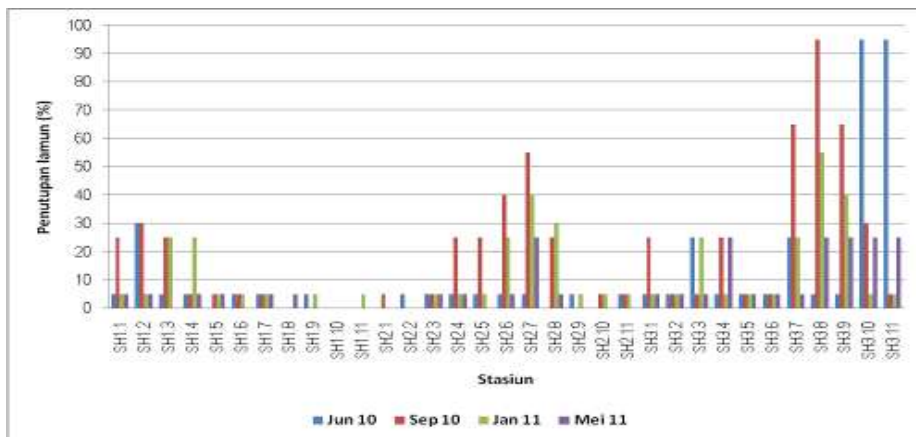
Tabel 3.3. Laju pertumbuhan tanaman lamun yang ditransplantasi di Pulau Pramuka

Spesies lamun	Laju pertumbuhan daun (mm/hari)	
	Rata-rata	Kisaran
<i>Thalassia hemprichii</i>	0,78	0,06 - 1,78
<i>Cymodocea serrulata</i>	0,77	0,33 - 1,11
<i>Cymodocea rotundata</i>	0,89	0,33 - 1,44

### 3.3.2 Pulau Harapan

Berbeda dengan Pulau Pramuka, kualitas ekosistem lamun di lokasi rehabilitasi Pulau Harapan relatif lebih rendah. Hal ini terlihat dari rendahnya penutupan lamun, tinggi kanopi, keragaman jenis dan keragaman fauna asosiasi dalam habitat lamun ini.

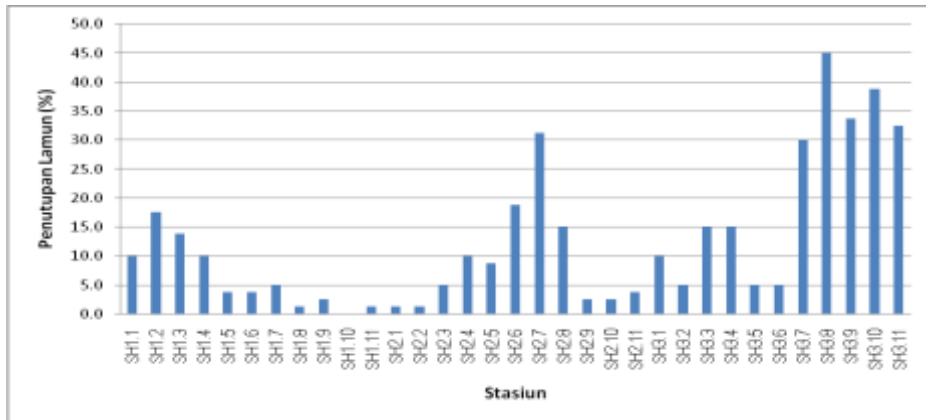
Hasil monitoring pada bulan Juni 2010 hingga Mei 2011 di Pulau Harapan menunjukkan persen penutupan lamun bervariasi secara temporal dan spasial (antar stasiun), dengan nilai dari 0 sampai 95%. Rata-rata penutupan lamun di lokasi ini sekitar  $12,23 \pm 18,42\%$  (Gambar 3.28). Menurut kriteria Kepmen LH No. 200 tahun 2004 tentang kriteria ekosistem lamun, maka hal ini menunjukkan masih perlu terus dilakukan berbagai upaya konservasi dan perbaikan ekosistem lamun di lokasi Pulau Harapan.



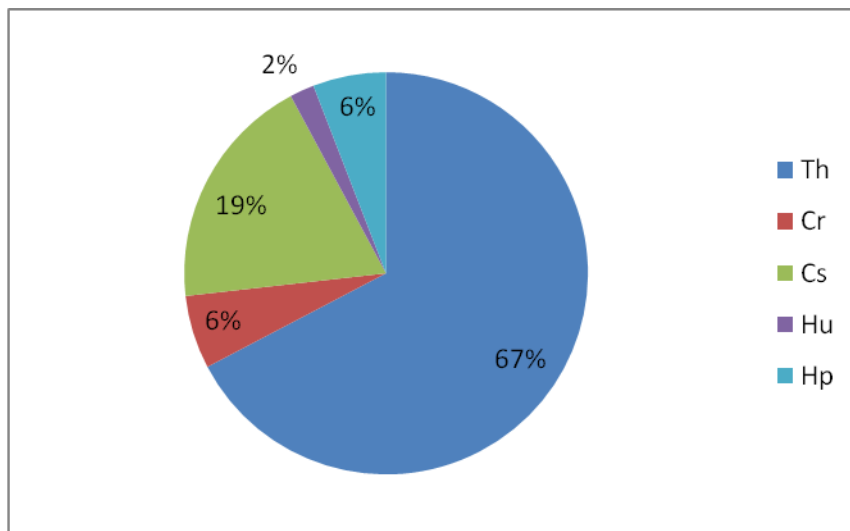
Gambar 3.28. Penutupan lamun (%) di lokasi monitoring Pulau Harapan selama pengamatan Bulan Juni 2010 – Mei 2011. Hasil menunjukkan tiga transek garis (SP1, SP2, dan SP3) yang terdiri dari masing-masing 11 transek kuadrat dari garis pantai ke arah laut (1 – 11).



Secara temporal, kondisi penutupan lamun di Pulau Harapan mengikuti pola yang sama dengan Pulau Pramuka, yakni yang paling tinggi teramati pada Bulan September 2010 (18,79%) dan terendah pada Bulan Mei 2011 (6,97%). Sedangkan pada Bulan Januari 2011 menunjukkan penutupan yang sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan Bulan Juni 2010, masing-masing sebesar 11,82% dan 11,36 %.



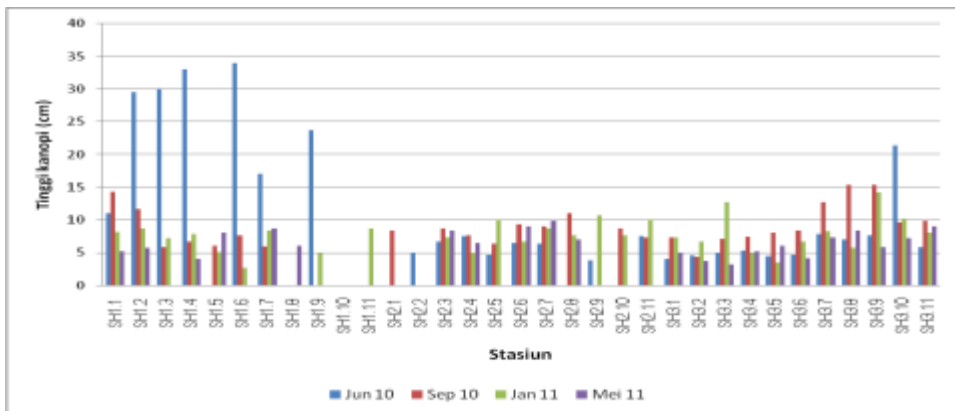
Gambar 3.29. Rata-rata penutupan lamun (%) pada setiap transek garis dan transek kuadrat (stasiun pengamatan) selama monitoring Bulan Juni 2010 – Mei 2011.



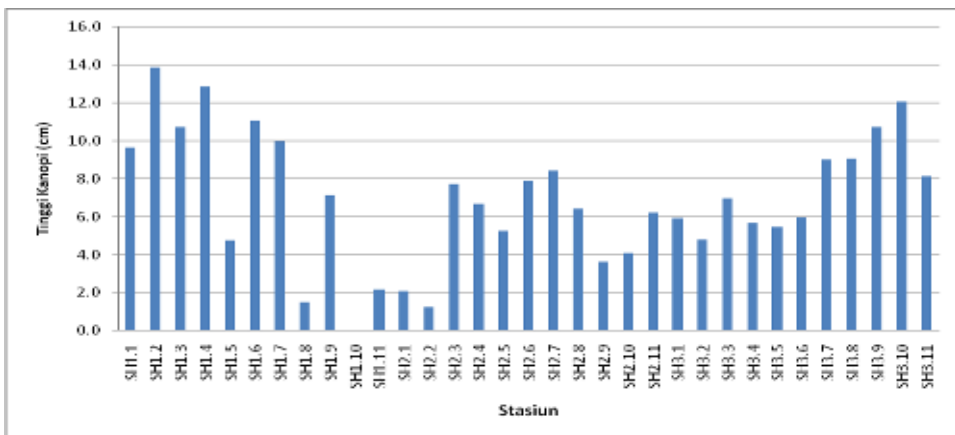
Gambar 3.30. Komposisi jenis lamun di Pulau Harapan: *Thalassia hemprichii* (Th), *Cymodocea serrulata* (Cs), *Halodule pinifolia* (Hp), *Cymodocea rotundata* (Cr), dan *Halodule uninervis* (Hu)

- Tinggi Kanopi

Secara umum tinggi tanaman lamun di Pulau Harapan relatif lebih rendah jika dibandingkan dengan yang terdapat di Pulau Pramuka. Pada (Gambar 3.31) terlihat bahwa sebagian besar tumbuhan lamun di Pulau Harapan kurang dari 15 cm tingginya. Rata-rata tinggi kanopi lamun di Pulau Harapan selama monitoring dari Bulan Juni 2010 sampai Mei 2011 adalah  $6,89 \pm 6,21$  cm atau berkisar antara 1 sampai 34 cm. Dari Gambar tersebut juga terlihat bahwa rata-rata tinggi kanopi tertinggi teramati pada Bulan Juni 2010 dan terendah pada Bulan Mei 2011. Lamun yang relatif lebih tinggi ditemukan pada line I.



Gambar 3.31. Tinggi rata-rata kanopi lamun (cm) di Pulau Harapan yang diukur selama monitoring sejak Bulan Juni 2010 – Mei 2011. Hasil menunjukkan tiga transek garis (SP1, SP2, dan SP3) yang terdiri dari masing-masing 11 transek kuadrat dari garis pantai ke arah laut (1 – 11).

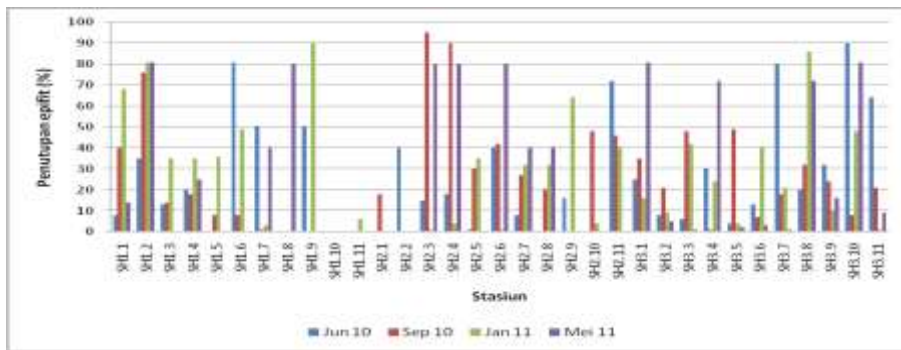


Gambar 3.32. Tinggi rata-rata kanopi lamun (cm) pada setiap transek kuadrat pengamatan selama setahun Juni 2010 – Mei 2011 di Pulau Harapan

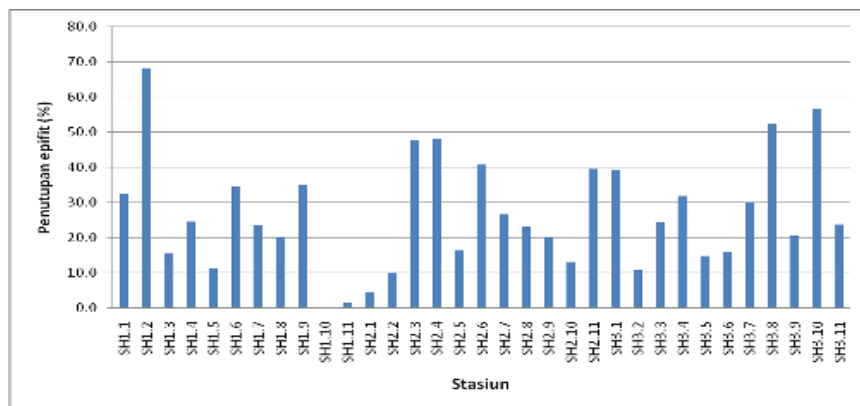
- Penutupan Epifit

Penutupan epifit ditemukan relatif menyebar dan bervariasi pada stasiun-stasiun pengamatan, dengan rata-rata selama setahun terakhir  $26,55 \pm 28,27\%$ , kisaran 1 sampai 95 % (Gambar 3.33). Terdapat variasi yang kecil antar waktu (temporal), yakni secara berurutan dari yang tertinggi adalah Bulan Januari 2011 (27,79 %), Mei 2011 (27,36 %), September 2010 (25,61 %), dan Juni 2010 (25,42 %).

Dibandingkan dengan kondisi di Pulau Pramuka (rata-rata 38%), penutupan epifit di Pulau Harapan relatif lebih rendah dan tidak menunjukkan pola musiman. Hal ini sepertinya dipengaruhi letak lokasi yang lebih sedikit menerima pengaruh input daratan (Teluk Jakarta) jika dibandingkan dengan lokasi Pulau Pramuka.



Gambar 3.33. Penutupan epifit pada daun lamun (%) di Pulau Harapan yang diukur selama monitoring sejak Bulan Juni 2010 – Mei 2011. Hasil menunjukkan tiga transek garis (SP1, SP2, dan SP3) yang terdiri dari masing-masing 11 transek kuadrat dari garis pantai ke arah laut (1 – 11).



Gambar 3.34. Rata-rata penutupan epifit pada daun lamun (%) di Pulau Harapan, hasil pengamatan sejak Bulan Juni 2010 – Mei 2011.

- Restorasi ekosistem lamun

Untuk memperbaiki kualitas ekosistem lamun di Pulau Harapan, kegiatan penanaman terus dilakukan terutama untuk menyulam dan memperkaya penutupan (*coverage*) pada lokasi-lokasi yang termonitor memiliki penutupan yang sangat rendah, seperti pada bagian luar transek line I dan II. Pada sublokasi-sublokasi tersebut rendahnya penutupan lamun disebabkan oleh faktor tingginya arus dan kondisi substrat yang keras atau tidak stabil, sehingga membatasi keberadaan lamun di lokasi tersebut. Saat ini diujicobakan dua metode penanaman lamun, yakni modifikasi *peat-pot* dari donor yang berasal dari sekitar lokasi transplantasi dan metode *Sod/Turfs (anchore)*.

Tabel 3.4. Tingkat keberhasilan transplantasi lamun menurut kelangsungan hidup (SR) tanaman di Pulau Harapan berdasarkan teknik transplantasi yang digunakan

Metode	Jumlah unit transplantasi		Tingkat keberhasilan (%)
	Awal	Akhir	
Polybags	50	10	20,00
Anchore (Turfs)	150	70	46,67

Laju pertumbuhan lamun yang ditransplantasikan dengan metode polybag (modifikasi peat pot) disajikan pada Tabel 3.5 berikut ini. Laju pertumbuhan daun tertinggi pada jenis *Cymodocea serrulata* (1,19 mm/hari), diikuti jenis *Thalassia hemprichii* (0,89%), dan *Cymodocea rotundata* (0,86%).

Tabel 3.5. Laju pertumbuhan tanaman lamun yang ditransplantasi di Pulau Harapan

Spesies	Laju pertumbuhan daun (mm/hari)	
	Rata-rata	Kisaran
<i>Thalassia hemprichii</i>	0,89	0,18 - 2,22
<i>Cymodocea serrulata</i>	1,19	0,50 - 1,83
<i>Cymodocea rotundata</i>	0,86	0,39 - 1,50

### 3.4 Kualitas Air

Sebagaimana juga diperoleh dari pemantauan Juni, September dan Desember 2010, hasil nilai setiap parameter kualitas air di lokasi pemantauan pada Bulan Mei 2011 secara umum masih dalam kondisi yang baik, dalam hal ini masih dalam kisaran baku mutu, yaitu baku mutu Biota Laut KepMen LH 51 tahun 2004, kecuali untuk parameter yang terkait dengan nutrisi, yaitu nitrat dan ammonia. Saat pemantauan September dan Desember 2010, seluruh parameter nutrisi yaitu

nitrat, ammonia dan fosfat melebihi baku mutu. Sementara saat pemantauan Juni 2010, parameter yang telah melebihi baku mutu air Biota Laut (Lampiran IV KepMen LH No. 51/2004) adalah kandungan ammonia (NH<sub>3</sub>-N). Sementara untuk parameter lainnya, nilainya masih dibawah baku mutu, kecuali untuk TSS yang mendekati baku mutu hampir di semua stasiun. Sementara hasil pemantauan September 2010, menunjukkan parameter amoniak, nitrat dan fosfat juga telah melampaui baku mutu dan saat Desember 2010, hanya nitrat yang telah melebihi baku mutu.

Berbeda dengan monitoring September 2010, dimana saat monitoring dilakukan, secara visual, perairan dalam kondisi keruh yang diduga disebabkan oleh terangkatnya sedimen dasar laut dan tersuspensi di kolom air, pemantauan Desember 2010 menampakkan perairan yang jernih. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi perairan di lokasi studi sangat dinamis dan fluktuatif. Saat kondisi buruk, seperti terpantau pada September 2010, hewan karang yang ditransplantasi mengalami tekanan fisik yang hebat dan keberhasilan hidup sangat tertekan. Namun mengingat sedimen dasar laut di dominasi oleh pasir, maka mereka cepat sekali kembali mengendap ke dasar, begitu pengadukan/turbulensi air melemah.

Kekeruhan perairan di lokasi monitoring seluruhnya berada di bawah baku mutu kekeruhan dalam KepMen LH No 51 tahun 2004 Biota Laut yaitu 5 NTU. Walaupun jika dibandingkan antar waktu pemantauan, nampak bahwa pemantauan kedua (Juni 2010) terjadi peningkatan nilai kekeruhan dalam nilai yang sangat tinggi dan melebihi pemantauan-pemantauan lainnya. Namun demikian, jika dibandingkan dengan baku mutu, maka nilai tertinggi kekeruhan di Bulan Juni 2010 masih di bawah batas atas baku mutu. Hal ini khususnya teramati dengan jelas di lokasi transplantasi Pulau Karya dimana penutupan algae sangat dominan. Banyak karang yang mati yang telah ditumbuhi algae (lumut). Hal ini berbeda dengan kondisi di transplantasi perairan Pulau Harapan-Kelapa yang relatif lebih baik pertumbuhan dan survival ratenya.

Dari hasil pengamatan terhadap kandungan nutrien, maka nutrien yang paling menonjol adalah nitrat dan amoniak. Dalam gambar di bawah ini nampak kandungan nitrat sudah sangat tinggi dan melebihi batas baku mutu (> 0,008 mg/L).

Nampak bahwa hampir seluruh nilai nitrat dan sebagian besar amoniak di setiap pengamatan berada di atas baku mutu. Ini menunjukkan bahwa perairan telah dalam status nutrifikasi yang berlebihan dan tidak baik bagi pertumbuhan hewan karang dan ekosistem terumbu karang akan cenderung bergerak ke ekosistem autotrofik.

Jika diperbandingkan antara nutrient di transplan lokasi Pulau Karya dan Pulau Harapan/Kelapa, nampak bahwa nitrat cenderung lebih tinggi di sekitar Pulau

Karya dibandingkan dengan di sekitar Kelapa/Harapan. Namun ammonia tidak menunjukkan kecenderungan serupa.

Nutrien lainnya yang dipantau adalah fosfat dan seluruh pemantauan menunjukkan nilai fosfat yang tinggi diatas baku mutu. Nampak bahwa fosfat selalu dalam nilai konsentrasi yang tinggi dan di atas baku mutu air. Dari hasil distribusi spasial dan temporal nutrien dan kekeruhan nampaknya kondisi perairan di lokasi transplantasi telah dalam kondisi yang kurang mendukung, yaitu telah tingginya nilai nutrisi perairan yang menyebabkan kurang optimalnya pertumbuhan algae. Namun demikian, jika dilihat dari kandungan oksigen terlarut dan nilai BOD5, maka kondisi perairan di lokasi pemantauan masih cukup baik dimana BOD masih sangat rendah di bawah baku mutu dan oksigen terlarut juga senantiasa dalam nilai yang tinggi.

Jika dipandang dari parameter pencemar logam dalam hal ini Hg, maka nilai di lokasi dan dalam waktu berbeda masih dalam kondisi yang tidak mengkhawatirkan dan di bawah baku mutu. Seluruh nilai konsentrasi Hg berada di bawah baku mutu.

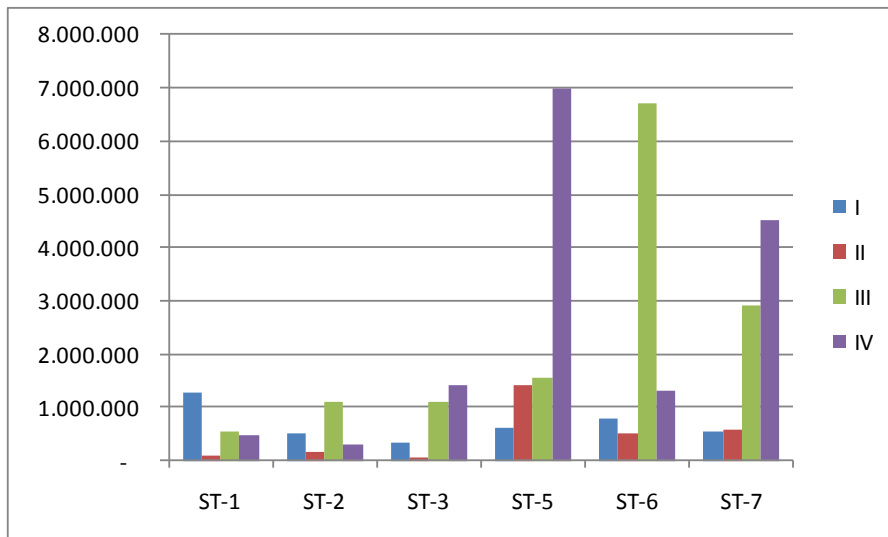
Tabel 3.6. Hasil Analisis Konsentrasi Beberapa Parameter Kualitas Air di setiap Stasiun Pengamatan Maret 2011.

No.	Parameter	Satuan	DL	Kode Lab/Kode Sampel			Kode Lab/Kode Sampel			Kode Lab/Kode Sampel			BM**)
				P. 4004-1	P. 4004-2	P. 4004-3	P. 4004-4	P. 3812-5	P. 3812-6	P. 4004-7	P. 4004-8	P. 4004-9	
				ST.1	ST.2	ST.3	ST.4	ST.5	ST.6	ST.7	ST.8	ST.9	
<b>I FISIKA :</b>													
1	Kecerahan *)	m	-	2,5	2,5	2,8	1,8	100%	100%	100%	7,5	100%	> 3
2	Kekeruhan	NTU	0,20	0,77	0,28	0,16	0,39	0,26	0,35	0,23	0,16	0,13	<5
3	Padatan Tersuspensi (TSS)	mg/L	3	3	3	4	3	3	3	3	3	10	20 - 80
4	Padatan Terlarut (TDS)	mg/L	5	28300	28000	28200	28000	28100	28200	28200	28100	28200	
5	Suhu *)	°C	-	28,0	28,0	28,1	27,9	29,5	30,0	30,0	30,0	30,0	20 - 32
<b>II KIMIA :</b>													
1	pH*)	-	-	8,13	8,14	8,15	8,17	8,17	8,15	8,17	8,19	8,19	7-8,5
2	Salinitas *)	‰	0	32	32	32	30	30	29	30	31	30	33 - 34
3	Oksigen Terlarut (DO) *)	mg/L	-	6,5	6,5	6,4	6,3	7	6,8	7,2	7	7	> 5
4	BOD <sub>5</sub>	mg/L	-	1,59	2,11	0,52	2,63	2,63	2,55	2,63	3,48	2,74	20
5	Ammonia (NH <sub>3</sub> -N)	mg/L	0,003	0,100	0,308	0,104	0,061	0,017	0,009	0,006	0,023	0,032	0,3
6	Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	mg/L	0,001	0,001	0,025	0,001	0,001	0,005	0,001	0,001	0,001	0,001	0,008
7	Nitrit (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	0,002	0,003	0,002	0,003	0,003	<0,002	<0,002	<0,002	0,003	<0,002	-
8	Orto Fosfat (PO <sub>4</sub> -P)	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,043	0,005	0,005	0,018	0,005	0,002
9	Minyak dan Lemak	mg/L	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1
<b>III LOGAM TERLARUT :</b>													
1	Raksa (Hg)	mg/L	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,001

Catatan : Stasiun 1 – 4 : lokasi transplant Pulau Harapan-Kelapa  
 Stasiun 5 – 9 : lokasi transplant Pulau Karya-Pramuka

- Plankton
- Fitoplankton

Secara detail uraian komunitas fitoplankton di lokasi monitoring di perairan sekitar lokasi transplantasi terumbu karang Pulau Karya dan Pulau Kelapa-Harapan dalam waktu periode 1 tahun (pemantauan ke 1 hingga ke 4) dapat dilihat pada Gambar-Gambar berikut ini.



Keterangan :

Keterangan Lokasi/Koordinate :		
ST.1	P.Kelapa + 100 meter	S. 05°39'28,0" E 106°34'32,7"
ST.2	P.Kelapa + 250 meter	S. 05°39'31,1" E 106°34'35,2"
ST.3	P.Kelapa + 750 meter	S. 05°39'35,9" E 106°34'41,2"
ST.5	P.Pramuka (Coral Reef)	S. 05°44'06" E 106°36'23,0"
ST.6	P.Pramuka APL	S. 05°44'10,4" E 106°36'35,1"
ST.7	Coral P.Karya	S. 05°44'07,4" E 106°36'18,7"

I = Juni 2010 ; II = September 2010; III = Desember 2010 ; IV = Maret 2011

Gambar 3.35. Histogram Dinamika Perubahan Kelimpahan Phytoplankton (ind/m<sup>3</sup>) di Setiap Stasiun Pengamatan Monitoring Juni 2010 – Maret 2011.

Dari (Gambar 3.35) di atas nampak bahwa kelimpahan fitoplankton di seluruh waktu pengamatan menunjukkan nilai kelimpahan yang relatif lebih tinggi di daerah transplantasi perairan Pulau Karya jika dibandingkan dengan di perairan tranplan Pulau Harapan/Kelapa. Nampak khususnya pada pemantauan ke3 dan ke 4 (Desember 2010 dan Maret 2011), kelimpahan di perairan sekitar Pulau Karya



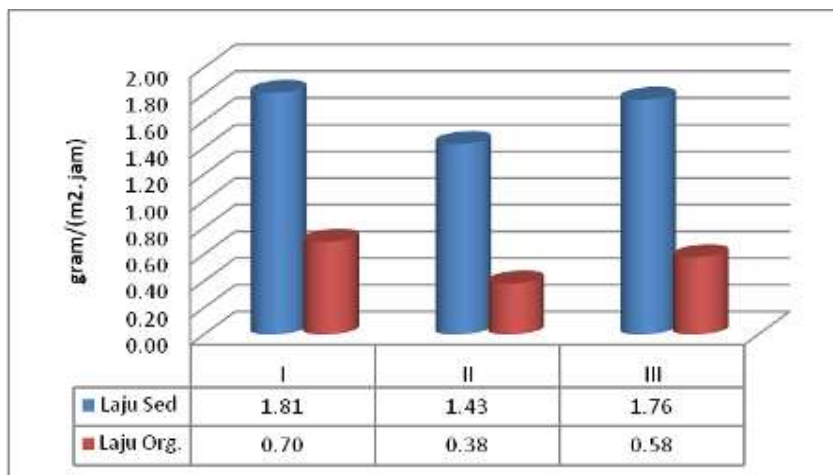
memiliki kelimpahan fitoplankton yang sangat tinggi. Sementara pada waktu pengamatan lainnya, kelimpahan relatif seimbang. Tingginya kelimpahan fitoplankton di perairan sekitar Pulau Karya dan Pramuka dibandingkan dengan Pulau Harapan/Kelapa menunjukkan lebih baiknya kualitas kesuburan perairan di perairan ini. Hal ini juga ditunjukkan oleh relatif lebih tingginya kandungan nutrient di perairan ini, yaitu kandungan ammonia, nitrat dan fosfat.

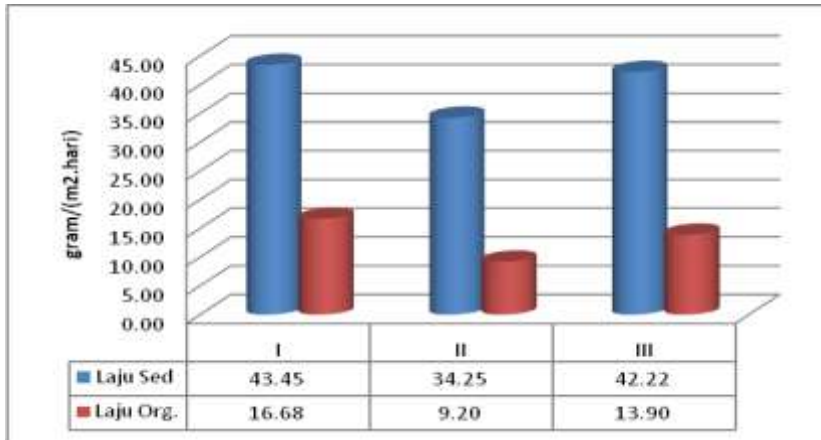
Berdasarkan komposisi kelompok fitoplankton penyusunnya, komunitas fitoplankton didominasi oleh Diatoms sementara kelompok lainnya seperti Dinoflagelata dan Cyanophyceae dalam jumlah yang rendah. Hal ini juga sejalan dengan distribusi kelompok fitoplankton di kawasan yang didominasi oleh kelompok diatoms.

- Sedimen Trap
- Hasil Pengukuran Bulan Oktober 2010

Laju sedimentasi pada Bulan Oktober 2010 di lokasi pengukuran berkisar antara 0,37 sampai 1,92 gram sedimen per m<sup>2</sup> per jam atau rata-rata 1,65 ± 0,20 g/(m<sup>2</sup>.jam). Jika dikonversi dalam laju sedimentasi harian sebesar 39,66 ± 4,87 gram per m<sup>2</sup> (kisaran 32,75 – 46,05 gram sedimen per m<sup>2</sup> per hari). Rata-rata laju sedimentasi tertinggi terdeteksi pada stasiun I sebesar 1,81 g/(m<sup>2</sup>.jam) atau harian 43,45 gram/m<sup>2</sup>, kemudian diikuti stasiun III dan stasiun II masing-masing 1,76 dan 1,43 gram sedimen per m<sup>2</sup> per jam.

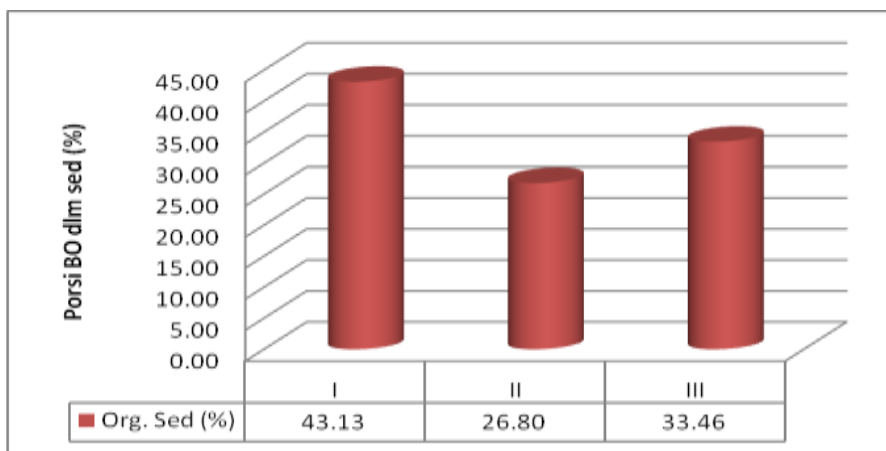
Fluks bahan organik ke substrat dasar di lokasi studi berkisar 0,28 sampai 0,92 gram bahan organik per meter<sup>2</sup> per jam, dengan nilai rata-rata sebesar 0,54 ± 0,23 atau sekitar 12,95 ± 5,46 gram bahan organik per m<sup>2</sup> perhari (n = 12). Fluks bahan organik tertinggi teramati pada stasiun I (0,70 gram per meter<sup>2</sup> per jam) diikuti stasiun III (0,58 gram per m<sup>2</sup> per jam), seperti pada (Gambar 3.36).





Gambar 3.36. Rata-rata laju sedimentasi dan fluks bahan organik (gram per meter<sup>2</sup> per jam, n = 4) pada gambar di atas, dan dalam satuan laju harian pada gambar bawah, di lokasi rehabilitasi terumbu karang di Pulau Karya, Kep. Seribu menurut stasiun pengamatan (I, II, III) pada Bulan Oktober 2010

Konsentrasi bahan organik yang terdapat dalam sedimen pada saat pengukuran pada Bulan Oktober 2010 disajikan pada (Gambar 3.37). Terdapat variasi kandungan bahan organik dalam sedimen antar stasiun pengukuran dengan nilai yang berkisar dari 19,55 hingga 56,10 % atau rata-rata  $32,51 \pm 12,74 \%$  (n=12). Nilai tertinggi terdapat pada stasiun I (43,13%) diikuti stasiun III dan II masing-masing 33,46 % dan 26,80 %, seperti pada (Gambar 3.58). Nilai kandungan bahan organik dalam sedimen ini relatif tinggi. Tingginya bahan organik dapat berasal dari seston (bahan organik yang tersuspensi), termasuk jasad hidup asal plankton yang tersedimentasi dalam alat ukur.



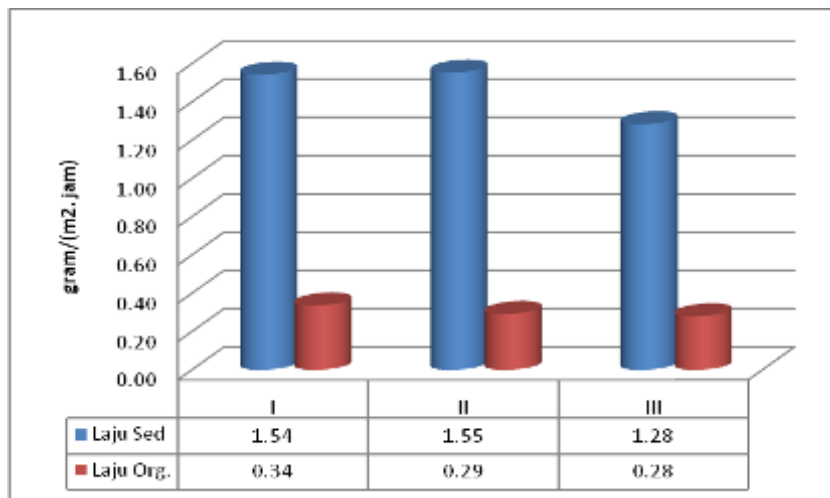
Gambar 3.37. Proporsi bahan organik dalam sedimen yang terukur dalam sedimen trap di Pulau Karya, Kepulauan Seribu

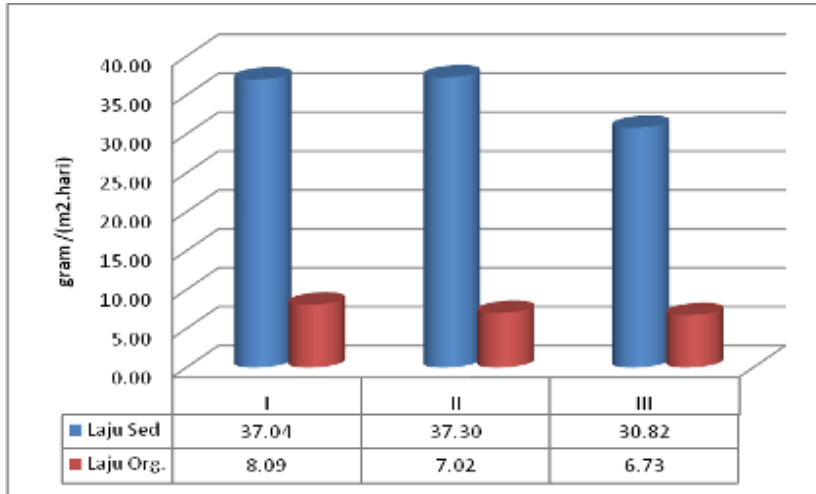
Hasil pengukuran intensif yang dilakukan oleh Taurusman pada tahun 2004 – 2005 menunjukkan laju sedimentasi pada bagian sentral Teluk Jakarta berkisar antara 22,67 – 47,50 gram sedimen per m<sup>2</sup> per hari. Sementara itu fluks bahan organik pada bagian pinggir dan sentral teluk masing-masing adalah 34,95 dan 22,67 gram bahan organik per m<sup>2</sup> per hari dengan kandungan bahan organik dalam sedimen masing-masing sebesar 34,27 dan 29,20 % (Taurusman, 2007; 2009). Berdasarkan perbandingan tersebut, kandungan bahan organik tersuspensi di perairan Pulau Karya relatif tinggi.

- Hasil Pengukuran Bulan Februari 2011

Berdasarkan hasil pengukuran laju sedimentasi dan fluks bahan organik pada Bulan Februari 2011 menunjukkan nilai yang relatif tidak berbeda dengan Bulan Oktober 2010. Rata-rata laju sedimentasi pada Bulan Februari 2011 adalah  $1,46 \pm 0,23$  (kisaran 0,95 – 1,75) gram sedimen per m<sup>2</sup> per jam atau  $35,05 \pm 5,59$  (kisaran 22,72 – 41,97) gram sedimen per m<sup>2</sup> per hari, seperti yang disajikan pada (Gambar 3.59). Laju tertinggi terdapat pada stasiun II, diikuti stasiun I dan III, dengan nilai masing-masing 1,55, 1,54, dan 1,28 gram sedimen per m<sup>2</sup> per jam.

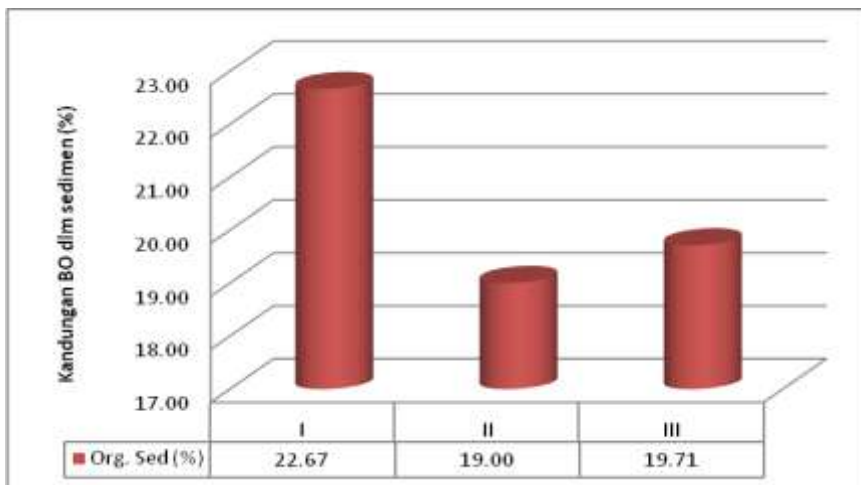
Laju fluks vertikal bahan organik di lokasi pengukuran pada Bulan Februari tersebut berkisar 0,17 – 0,45 (rata-rata  $0,31 \pm 0,07$ ) gram bahan organik per m<sup>2</sup> per jam. Rata-rata fluks bahan organik harian adalah  $7,33 \pm 2,07$  (berkisar 4,08 – 10,99) gram bahan organik per m<sup>2</sup> (Gambar 3.38). Fluks bahan organik tertinggi teramati pada stasiun I, diikuti stasiun II dan III dengan nilai masing-masing 0,34, 0,29 dan 0,28 gram per m<sup>2</sup> per jam.





Gambar 3.38. Rata-rata laju sedimentasi dan fluks bahan organik (gram per meter<sup>2</sup> per jam, n = 4) pada gambar di atas dan dalam satuan laju harian pada gambar bawah, di lokasi rehabilitasi terumbu karang di Pulau Karya, Kep. Seribu menurut stasiun pengamatan (I, II, III) pada Bulan Februari 2011

Kandungan bahan organik yang terdapat dalam sedimen pada Bulan Februari 2011 relatif lebih rendah jika dibandingkan dengan pengukuran pada Bulan Oktober 2010. Kandungan bahan organik berkisar antara 11,99 – 32,40 % atau rata-rata  $20,53 \pm 6,53$  %, seperti yang disajikan pada (Gambar 3.39). Konsentrasi bahan organik tertinggi terdapat pada stasiun I, diikuti stasiun III dan II dengan nilai masing-masing 22,67, 19,71, dan 19,00 %.



Gambar 3.39. Proporsi bahan organik dalam sedimen yang terukur dalam sedimen trap di Pulau Karya, Kepulauan Seribu

## 4 PENUTUP

Telah dilakukan pemantauan terhadap pertumbuhan transplan karang, ekosistem mangrove dan ekosistem padang lamun serta kualitas air dan plankton di sekitar kegiatan. Disamping melakukan pemantauan terhadap pertumbuhan ekosistem pesisir tersebut, juga dilakukan penyulaman, *tagging* ulang terhadap transplan karang, perawatan dan penyulaman mangrove dan lamun yang rusak atau mati.

Kondisi kualitas air di lokasi transplan terumbu karang sebagaimana terobservasi selama pemantauan, menunjukkan adanya pengaruh bahan organik, yaitu relatif tingginya parameter nitrat. Adanya nutrisi ini diduga berasal dari akumulasi buangan domestik permukiman penduduk yang cukup padat di kawasan Pulau Panggang dan Pramuka, serta Pulau Harapan dan Kelapa.

Kondisi kesuburan perairan yang tinggi di kedua lokasi ini menyebabkan pertumbuhan karang transplan menjadi tidak optimal. Karang transplan di lokasi Pulau Harapan relatif lebih baik jika dibandingkan dengan di sekitar Pulau Karya. Hal ini diduga terkait dengan perbedaan kandungan nutrisi yang relatif lebih tinggi di Pulau Karya dibandingkan dengan di Pulau Harapan yang merupakan akibat dari aktifitas manusia di Pulau Panggang dan Pramuka.

Jenis dan kelimpahan ikan di lokasi transplan Pulau Karya relatif lebih tinggi jika dibandingkan dengan di lokasi transplan di Pulau Harapan. Hal ini disebabkan karena lebih banyaknya ketersediaan makanan di transplan Pulau Karya yang pada umumnya didominasi oleh ikan herbivora. Stadia suksesi di kedua lokasi transplan adalah stadia awal, sehingga kelimpahan ikan akan tinggi di lokasi dengan sistem autotrofik sebagaimana terobservasi di lokasi transplan Pulau Karya.

Mangrove yang ditanam di Pulau Harapan menunjukkan hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan yang ditanam di Pulau Pramuka. Keberhasilan relatif di Pulau Harapan disebabkan oleh faktor alami seperti ketersediaan lumpur organik yang lebih baik dibandingkan dengan di Pulau Pramuka. Selain itu, pengelolaan yang lebih baik dari warga di Pulau Harapan menjadi juga salah satu kunci keberhasilan ini.

Pertumbuhan lamun di Pulau Pramuka relatif baik dan menunjukkan pola pertumbuhan yang stabil. Dinamika pertumbuhan lamun menunjukkan adanya pengaruh musim dimana pada musim hujan menunjukkan hasil yang lebih baik.

Keberhasilan pelaksanaan kegiatan pemantauan ini tidak terlepas dari kerjasama tim beserta masyarakat lokal yang tergabung dalam kelembagaan terkait yang sudah terbentuk. Dengan demikian lanjutan dukungan dari seluruh tim dan

masyarakat lokal akan sangat menentukan keberhasilan pemantauan lingkungan serta keberlanjutan program dimasa yang akan datang.

Pemantauan dan pemeliharaan ekosistem terumbu karang, lamun dan mangrove hasil program rehabilitasi lingkungan KLH-CNOOC dan PKSPL IPB 2007-2010 perlu dilanjutkan agar dapat memberikan hasil yang maksimal dan berkelanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Boli,P. 1994. Respon Pertumbuhan Karang batu pada kondisi Lingkungan Perairan yang berbeda di Kepulauan Seribu. Thesis (tidak dipublikasikan) Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor
- Yarmanti, D.K. 2002. Studi Pertumbuhan dan Tingkat Keberhasilan Hidup Karang Batu Spesies *Acropora nobilis* dan *Acropora formosa* pada kedua kedalaman yang berbeda di Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Skripsi (tidak dipublikasikan). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.