

**POLA DISTRIBUSI DAN LAJU AKUMULASI
KARBON ORGANIK DAN BAHAN ORGANIK DALAM SEDIMEN
SERTA HUBUNGANNYA DENGAN PADATAN TERSUSPENSI DI SITU CIBUNTU**

Awalina Satya^a, S. Sunanisari^a, R. Ramadaniya^b, & E. Mulyana^c

^a *Staf Peneliti Puslit Limnologi-LIPI*

^b *Mahasiswa Kimia F-MIPA Universitas Pakuan*

^c *Staf Teknisi Puslit Limnologi-LIPI*

Diterima redaksi : 5 Maret 2010, Disetujui redaksi : 29 April 2010

ABSTRAK

Penelitian bertujuan mengungkap pola distribusi spasial dan temporal serta laju akumulasi dari padatan tersuspensi (SS; Suspended Solid), karbon organik dan bahan organik total (TOM; Total Organic Matter) dalam sedimen di perairan Situ Cibuntu, Kabupaten Bogor Jawa Barat. Alat yang digunakan adalah Experimental Sedimentation Trap (EST) yang ditanam selama tiga hari pada tiga lokasi berbeda (inlet, tengah, outlet situ) dengan periode pengamatan selama tiga bulan (Februari, April, Mei 2005). Data diolah secara pictorial (trendline analysis) untuk mengetahui pola hubungan dari waktu ke waktu dan antar parameter. Kandungan rata-rata SS tertinggi dijumpai di bagian inlet (225,09 g/L) dan terendah di bagian tengah (0,613 g/L) dengan sebaran tertinggi dijumpai pada bulan April (inlet 530,38 g/L, tengah 0,78 g/L). Sebaliknya, kadar rata-rata karbon organik dan TOM tertinggi di bagian tengah (1,72 % dan 2,96 %) dan terendah di bagian inlet (0,99 % dan 1,55 %), dengan sebaran tertinggi pada bulan Februari (tengah 2,75 % dan 4,73 %, inlet 2,25% dan 2,15 %). Pola distribusi spasial SS sejalan dengan laju akumulasi dimana laju akumulasi SS terbesar di bagian inlet (25,1 mg/m²/hari) dan terendah di bagian tengah (0,085 mg/m²/hari). Tidak demikian halnya dengan karbon organik dan TOM, laju akumulasinya terbesar di bagian outlet, masing-masing 112,32 mg/m²/hari dan 193,64 mg/m²/hari dan terendah di bagian inlet, masing-masing 38,0 mg/m²/hari dan 65,51 mg/m²/hari. Hubungan laju akumulasi karbon organik dan TOM terhadap SS sangat kuat ($R^2=1$) dalam persamaan polynomial order 2.

Kata kunci : Karbon organik, padatan tersuspensi, bahan organik total, sedimen, situ, laju akumulasi

ABSTRACT

DISTRIBUTION PATTERN AND ACCUMULATION RATE OF SEDIMENTARY ORGANIC CARBON AND TOTAL ORGANICS MATTER (TOM) AND ITS RELATION TO SUSPENDED SOLID IN SITU CIBUNTU. *The objectives research is to understand the spatial - temporal distribution, and the accumulation rate of Suspended Solid (SS), Organic Carbon, and Total Organic Matter (TOM) at the sediment of Situ Cibuntu, a small lake in Bogor- West Java. An Experimental Sediment Traps (EST) put three days in each sites (inlet, middle, outlet) according to sampling periode (February, April, May 2005). Data was analyzed by using trend line analysis to reveal the relation pattern of time series data and among the parameter. The highest concentration of SS was found at inlet (225.09 g/L) and the lowest at middle part (0.613 g/L) with highest distribution on April (inlet 530.38 g/L, middle part 0.78 g/L). Contrary with the distribution of organic carbon and TOM which have the highest concentration at middle part (1.72 % and 2.96 %) and the lowest at inlet (0.99 % dan 1.55 %) with highest distribution on February (middle 2.75 % and 4.73 %, inlet 2.25% and 2.15 %). The pattern of SS spatial distribution is likely similar to accumulation rate which have highest accumulation rate at inlet (25.1 mg/m²/day) and the lowest at middle part (0.085*

mg/m²/day). It's different with organic carbon and TOM which have highest accumulation rate was found at outlet (1112.32 mg/m²/day and 193.64 mg/m²/day) and the lowest at inlet (38.0 mg/m²/day and 65.51 mg/m²/day). There was high correlation between accumulation rate of organic carbon and TOM to SS (R² = 1)

Key words : Organic carbon, suspended solid, organic matter, sediment, situ, accumulation rate.

PENDAHULUAN

Perairan situ merupakan jenis perairan yang sensitif terhadap perubahan kondisi penggunaan lahan di sekitarnya, terkait ukurannya yang relatif kecil. Pemanfaatan perairan situ yang optimum memerlukan referensi ilmiah dasar untuk konsep pengelolaannya. Situ Cibuntu yang berlokasi di area Pusat Penelitian Limnologi-LIPI, Kabupaten Bogor Jawa Barat, direncanakan sebagai laboratorium alam untuk mempelajari karakter limnologis khusus untuk perairan situ dan hasil penelitian tersebut digunakan sebagai rujukan dalam pengelolaan perairan situ lainnya (Sunanisari, *et al.*, 2003 dan Sunanisari, *et al.*, 2004).

Beberapa penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan di Situ Cibuntu sebagian besar adalah tentang kandungan nutrisi di kolom perairan situ (Meutia, 2000), struktur komunitas fitoplankton dan hubungannya dengan beberapa parameter kualitas perairan (Sulawesty, *et al.*, 2002). Sunanisari *et al.* (2004) melaporkan bahwa Situ Cibuntu telah mengalami masalah pendangkalan dalam kurun waktu singkat yang disebabkan terutama oleh proses sedimentasi akibat masuknya hasil erosi yang terbawa melalui inlet yang berasal dari Kali Baru.

Pemuatan sedimen berlebihan ke dalam situ menyebabkan terjadinya beberapa efek yang merugikan secara ekologis, antara lain kerusakan habitat akuatik sehingga memicu terjadinya perubahan habitat bentik, nilai estetika perairan akan berkurang atau bahkan hilang, serta mengurangi kapasitasnya sebagai wilayah resapan air (*recharging zone*). Novotny & Harvey

(1994) menyebutkan bahwa nutrisi yang terbawa oleh sedimen dapat menstimulasi pertumbuhan alga, dan sebagai konsekuensinya akan mempercepat proses eutrofikasi. Dalam penelitian ini, sedimen menjadi fokus perhatian karena sangat erat kaitannya dengan karakter bahan organik total (TOM; *Total Organic Matter*), yaitu bahwa bahan organik terutama akan mengalami dekomposisi dalam sedimen. Transformasi biokimia TOM dalam sedimen berperan penting dalam ekosistem perairan darat. Sedimen merupakan padatan yang langsung mengendap bila perairan tidak diganggu dalam waktu tertentu karena partikel-partikel penyusunnya berukuran relatif besar, biasanya berupa pasir dan lumpur. Sedimen adalah *regolith* yang telah mengalami perpindahan spasial (Wetzel, 2001).

Berkaitan dengan masalah diatas, penelitian yang khusus mengenai karakter kimiawi sedimen yang terdistribusi khususnya secara spasial di Situ Cibuntu perlu untuk dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk: i) Mengungkapkan pola distribusi secara spasial karbon organik dan TOM dan laju akumulasinya; dan ii) Mengetahui pola hubungan dari waktu ke waktu antara padatan tersuspensi (SS; *Suspended Solid*), kandungan karbon organik dan TOM. Data yang diperoleh dapat digunakan untuk referensi ilmiah mengenai karakteristik perairan situ sebagaimana tujuan dari dibuatnya laboratorium alam Situ Cibuntu di Pusat Penelitian Limnologi, Cibinong. Ketiga parameter ini menjadi fokus perhatian dalam penelitian ini karena diperkirakan muatan sedimen yang masuk ke dalam perairan situ merupakan salah satu

penyebab terjadinya akumulasi karbon organik dan TOM dalam sedimen di perairan Situ Cibuntu.

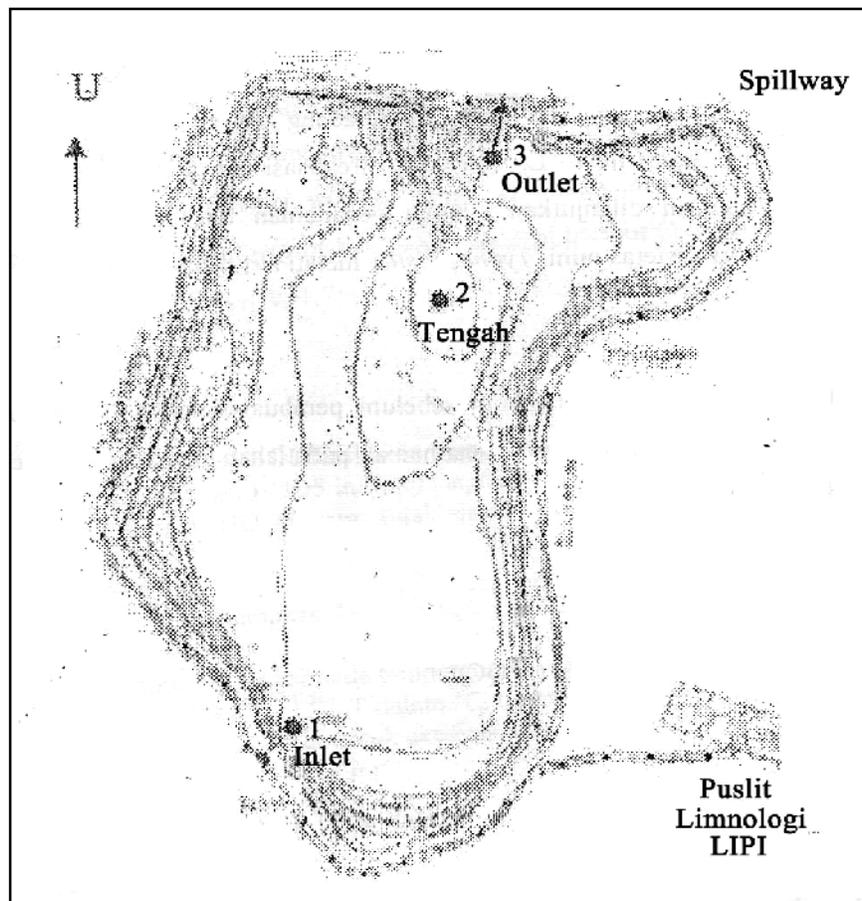
BAHAN DAN METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

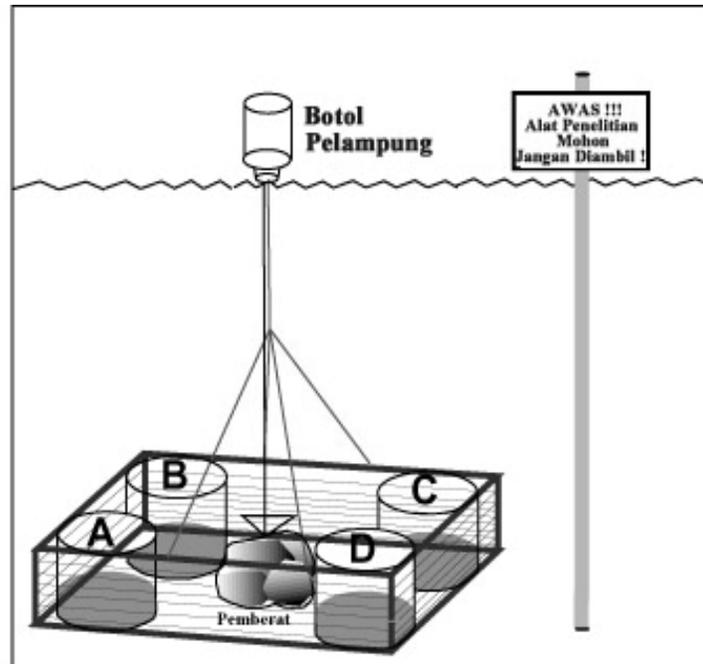
Pengambilan contoh sedimen dilakukan tiga kali yaitu 24 Februari, 1 April, dan 6 Mei 2005 pada tiga stasiun pengamatan yang terdiri dari bagian inlet situ, tengah situ, dan outlet situ (Gambar 1). Situ Cibuntu memiliki luas area 15.295 m², dengan kedalaman maksimum (di bagian tengah) saat penelitian ini dilakukan pada February 2005 dilaporkan sekitar 155 cm .

Pengukuran laju sedimentasi dilakukan dengan menggunakan alat sederhana *Experimental Sediment Trap*

(EST) yang dibenamkan di setiap stasiun pengamatan perairan situ selama tiga hari (3 x 24 jam). Rangkaian EST terdiri atas empat stoples yang diletakkan dalam sebuah keranjang plastik yang diberi pemberat dan dihubungkan dengan botol pelampung sebagai penanda letak EST (Gambar 2). Dibagian inlet, dan tengah situ dipasang EST dengan keempat stoples berdiameter 13,8 cm dan tinggi 14,33 cm, sedangkan dibagian outlet situ dipasang empat stoples dengan diameter 12,0 cm dan tinggi 11,60 cm. Sedimen akan terperangkap dalam stoples a, b,c, dan d. Stoples a sampai c digunakan untuk menjebak sediment yang akan dideterminasi kandungan TOM dan karbon organiknya sementara stoples d dipersiapkan khusus untuk determinasi SS.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sample Sedimen di Situ Cibuntu (Sunanisari, *et al.*, 2003).



Gambar 2. *Experimental Sediment Trap* (EST) yang Dibenamkan dalam setiap Lokasi Pengambilan Contoh Sedimen di Situ Cibuntu (Ramadaniya, 2006).

Analisis Laboratorium dan Analisis Data

- Penetapan kadar air, karbon organik dan TOM dilakukan sebagaimana merujuk pada Sudjadi (1971) dan dilakukan secara duplo, sedangkan penetapan SS dilakukan secara triplo dengan metoda APHA (1995). Penetapan kandungan karbon organik dan TOM yang digunakan adalah metode oksidasi basah dalam ekstrak sedimen yang telah diencerkan sampai volume tertentu kemudian dioksidasi dengan menggunakan larutan $K_2Cr_2O_7$ berkadar 2N. Data hasil analisis kemudian diolah lebih lanjut sesuai dengan Sokhal & Rohlf (1994) yaitu secara pictorial (*trendline analysis*) untuk mengetahui pola hubungan dari waktu ke waktu antar parameter yang diamati selama proses observasi. Kuat tidaknya pola hubungan ini dideterminasi dari besarnya nilai R^2 dari persamaan yang diperoleh dari proses *trendline analysis*. Analisis dilakukan untuk melihat probabilitas, estimasi dan prediksi hubungan

fungsional (Hampton, 1994; Weiss & Hasset, 1982; dan Sokal & Rohlf 1994). Sementara itu perhitungan laju akumulasi karbon organik, TOM dan SS dilakukan menurut rumus yang diadopsi dari Callieri (1997) sebagai berikut: Karbon organik (mg) = karbon organik (%) x mg bk (berat kering) sedimen

- Laju akumulasi karbon organik =
$$\frac{\text{mg karbon organik}}{\text{luas alas EST (m}^2\text{) x hari}}$$
- TOM (mg) = mg/L x L contoh
- Laju akumulasi TOM =
$$\frac{\text{mg TOM}}{\text{luas alas EST (m}^2\text{) x hari}}$$
- Padatan tersuspensi total (SS) (mg) = SS (mg/L) x L contoh`
- Laju akumulasi SS sedimen =
$$\frac{\text{mg SS sedimen}}{\text{luas alas (m}^2\text{) x hari}}$$

dimana :

$$\text{Luas alas EST (m}^2\text{) = } \pi r^2$$

r = jari- jari alas EST.

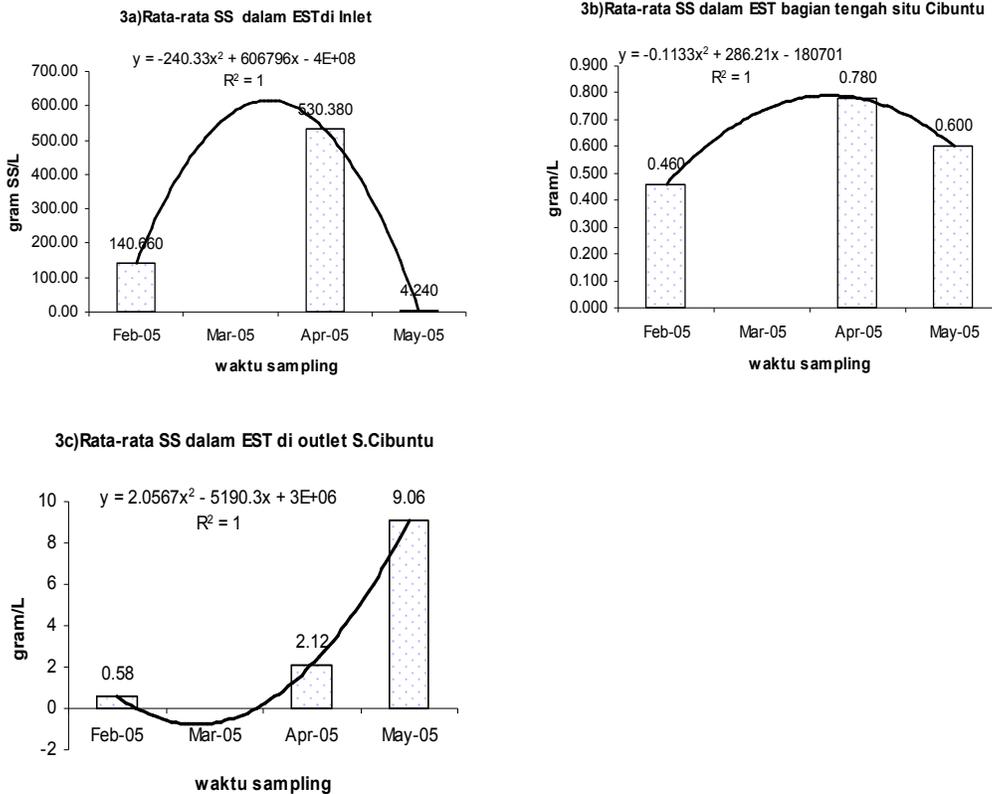
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar air dalam sedimen selama masa observasi berkisar antara 38,35-76,8%. Nilai terendah dijumpai pada bulan Februari di stasiun tengah, sedangkan yang tertinggi dijumpai pada bulan Mei di bagian outlet situ. Perbedaan ini tampaknya disebabkan oleh karakteristik sedimen yang terperangkap dalam EST di bagian tengah situ pada bulan Februari yang didominasi materi berupa pasir yang tentunya memiliki daya ikat yang lebih rendah terhadap air dibandingkan dengan materi berupa lempung.

Distribusi Spatial – Temporal SS, Karbon Organik dan TOM

Kadar rata-rata SS tertinggi dijumpai di bagian inlet (225,09 g/L) dengan kisaran 4,24-530,38 gram/L dan terendah dibagian

tengah (0,613 g/L) dengan kisaran 0,460-0,780 gram/L (Gambar 3a dan 3b). Rata-rata SS di outlet adalah 3,92 gram/L dengan kisaran 0,580-9,06 gram/L (Gambar 3c). Tampak kecenderungan bahwa SS di bagian outlet meningkat secara nyata (dilihat dari besarnya nilai R^2 dalam setiap persamaan polynomial orde 2) mengikuti periode observasi. Pada bagian inlet maupun tengah, kadar SS tertinggi dijumpai pada bulan April dan cenderung menurun pada bulan Mei. Hal ini dapat dimengerti karena secara visual, inlet Kali Baru membawa muatan SS yang dominan berpartikel ukuran besar sehingga cenderung cepat menumpuk di bagian inlet dan hanya partikel berukuran lebih kecil saja yang sampai ke bagian tengah. Di bagian outlet karena fungsinya sebagai pintu keluarnya air menyebabkan EST yang diletakkan di sini juga menerima SS yang berasal dari bagian tepi situ



Gambar 3. Rata-rata SS dalam EST Situ Cibuntu.

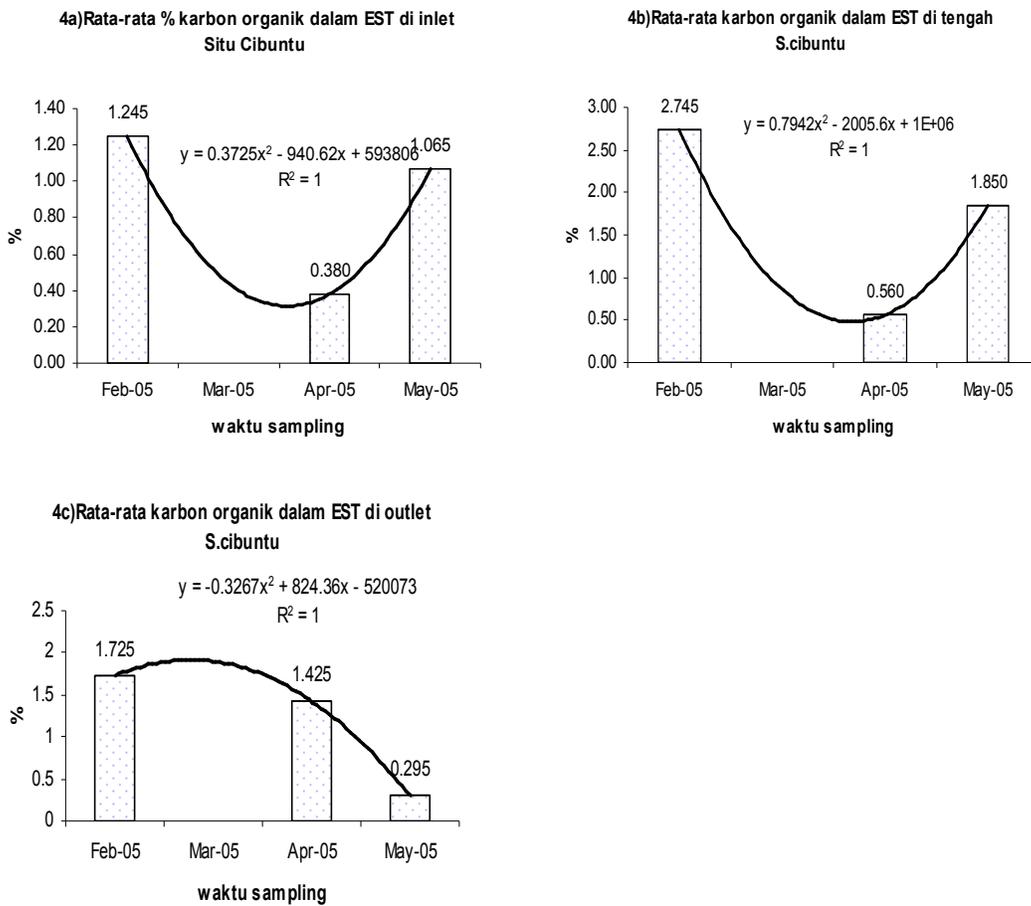
sehingga SS dibagian ini menjadi relatif jauh lebih tinggi dibandingkan tengah. Selama bulan April teramati bahwa air yang berasal dari Kali Baru yang masuk ke inlet memang paling keruh (akibat suspensi berkadar besar) sepanjang observasi, hal ini juga didukung dengan kenyataan bahwa kadar SS tertinggi dijumpai pada bulan April.

Distribusi rata-rata karbon organik justru tertinggi di bagian tengah (1,72%) dengan kisaran 0,56 - 2,745% dan terendah di bagian inlet (0,99%) dengan kisaran 0,38-1,245% (Gambar 4b dan 4a). Rata-rata karbon organik di bagian out let adalah 1,15 % dengan kisaran 0,295-1,725% lebih tinggi dibandingkan dengan di inlet (Gambar 4c). Puncak dari nilai kandungan karbon organik di ketiga lokasi terjadi pada bulan Februari.

Tampaknya hal ini berkaitan dengan bentuk visual sedimen yang terjebak dalam EST yang terlihat lebih gelap warnanya dibandingkan pada bulan lainnya selama pengamatan.

Warna sedimen paling cerah dijumpai pada bulan April di bagian inlet dan tengah sehingga tak mengherankan bila pada saat itulah kuantitas karbon organik paling rendah dibanding pengamatan pada periode lainnya. Pola sebaran karbon organik di bagian outlet menurun selama periode observasi, yang mana hal ini berlawanan dengan pola yang terjadi pada SS.

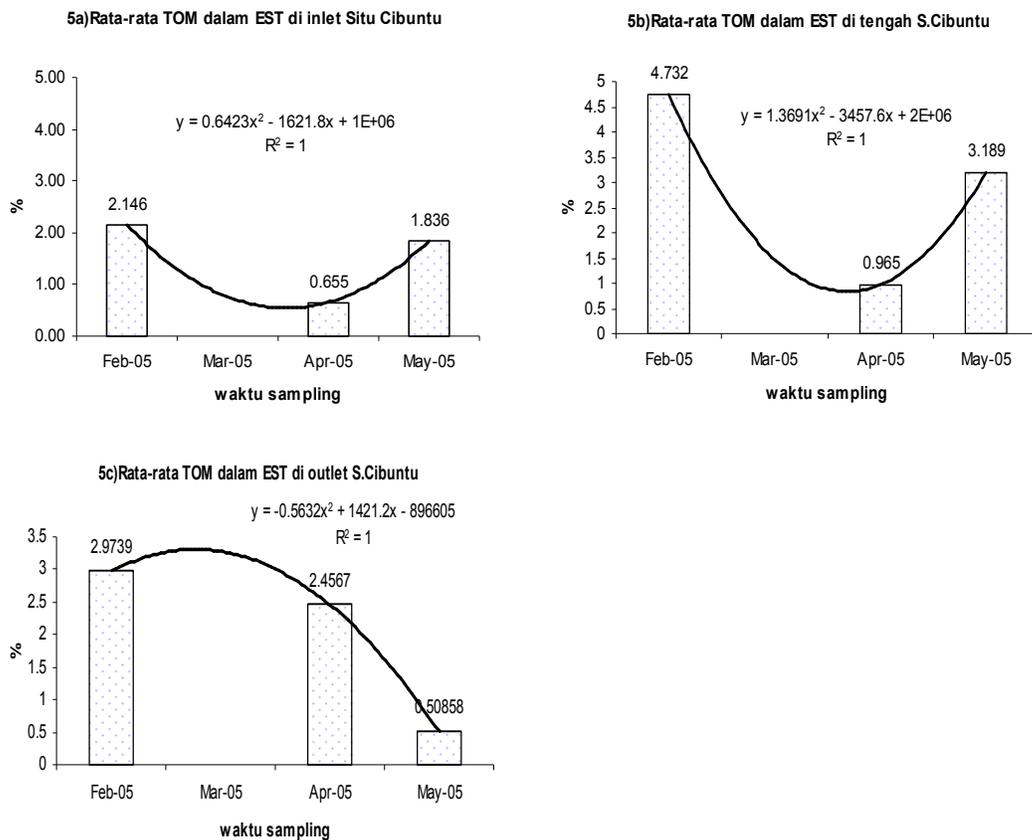
Pola distribusi temporal TOM (Gambar 5a; 5b; 5c) menunjukkan pola kecenderungan yang persis sama pola C



Gambar 4. Rata-rata % C Organik dalam EST Situ Cibuntu

organik (Gambar 4a; 4b; 4c) hanya saja kadar TOM lebih besar dibandingkan karbon organik. Hal ini dapat dimengerti karena karbon organik adalah salah satu konstituen penyusun TOM. Sebagaimana diketahui bahwa, TOM menurut Wetzel (2001) terdiri atas campuran yang sangat kompleks dari berbagai hasil tahapan dekomposisi material tumbuhan, hewan, dan aktifitas mikrobial. Kompleksitas tersebut disederhanakan menjadi dua kategori yaitu senyawa *non humic* dan *humic*. Senyawa *non humic* bersifat labil (mudah digunakan dan didegradasi secara enzimatik) sehingga ditemui dalam kadar sangat rendah dan laju *turn over*nya yang cepat. Termasuk pada kategori ini adalah karbohidrat, protein,

peptide, asam-asam amino, lemak, lilin, resin, pigmen dan senyawa berbobot molekul rendah lainnya. Sedangkan kategori senyawa *humic* mencakup 70-80% dari TOM. Ciri khasnya adalah warna gelap (dari kuning sampai coklat gelap), berbobot molekul tinggi (dari ratusan sampai ribuan Dalton) tahan terhadap proses degradasi biologis. Senyawa ini merupakan hasil aktifitas degradasi *microbial* terutama pada material tumbuhan tetapi proses *polymerisasi* lanjutannya dapat berlangsung secara abiotik. Hasilnya adalah senyawa yang relatif tahan terhadap degradasi biologis sehingga mempunyai *turn over rate* yang lebih lama.



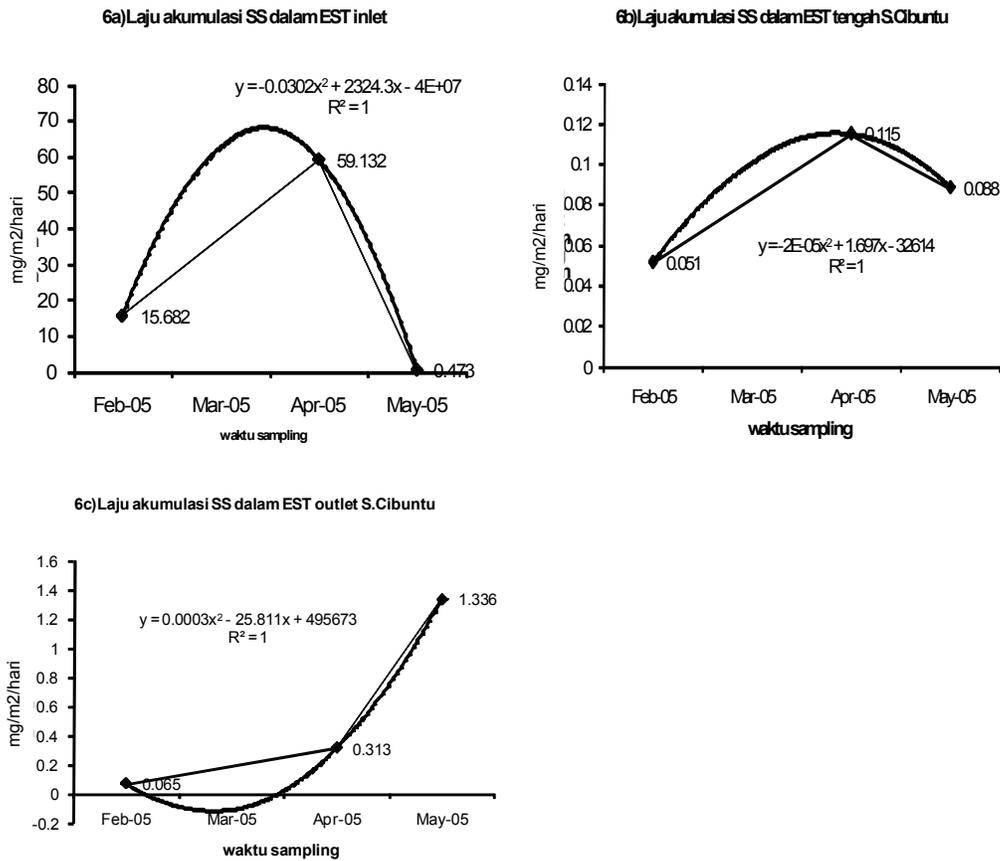
Gambar 5. Rata-rata TOM dalam EST Situ Cibuntu

Distribusi Spatial – Temporal dan Laju Akumulasi SS, Karbon Organic dan TOM

Laju rata-rata akumulasi SS tertinggi terjadi di bagian inlet (25,1 mg/m²/hari) dengan kisaran 0,473-59,132 mg/m²/hari dan terendah di bagian tengah (0,085 mg/m²/hari) dengan kisaran 0,051-0,088 mg/m²/hari (Gambar 6a-6c). Puncak dari laju akumulasi dari setiap lokasi pengamatan dijumpai pada bulan Februari. Hal ini sejalan dengan pola distribusi spatial dan temporal SS dimana kadar tertinggi ditemukan di bagian inlet dan terendah di bagian tengah dengan puncak kadar pada bulan Februari.

level tertingginya). Pola kecenderungan di inlet ini sama dengan bagian tengah, tapi sebaliknya untuk bagian outlet yang terus meningkat drastis pada bulan Mei hingga mencapai 20,6 kali dibandingkan laju akumulasi pada Februari. Tampaknya hal ini karena fungsi outlet sebagai pintu keluar massa air dari Situ Cibuntu sehingga menerima beban SS yang ikut terbawa bersama massa air yang berasal dari semua bagian badan situ dan kemudian melewati outlet ini.

Laju rata-rata akumulasi karbon organik dan TOM tertinggi (112,317 mg/m²/hari dan 193,635 mg/m²/hari) dengan kisaran 10,126-215,199 mg/m²/hari dan



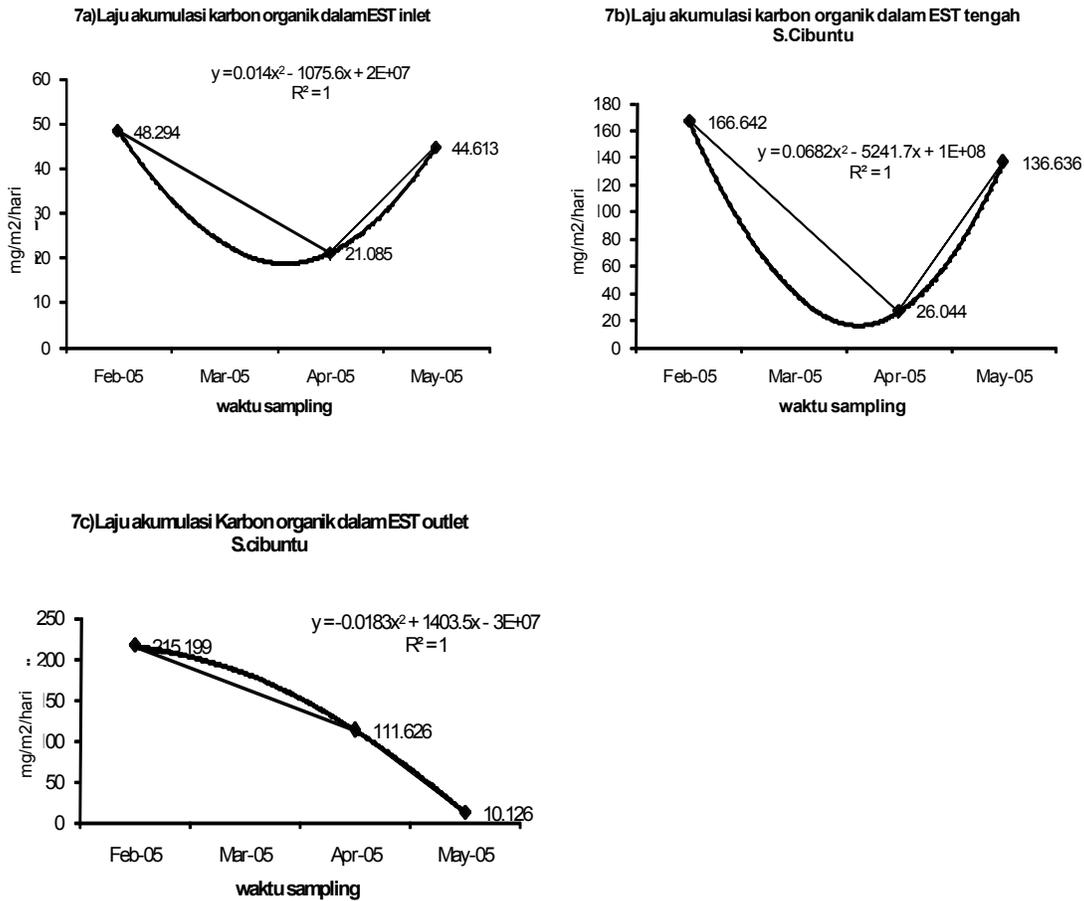
Gambar 6. Laju Akumulasi SS dalam EST Situ Cibuntu

Laju rata-rata akumulasi di bagian inlet cenderung menurun drastis pada bulan Mei (berkurang hingga 92% dibandingkan

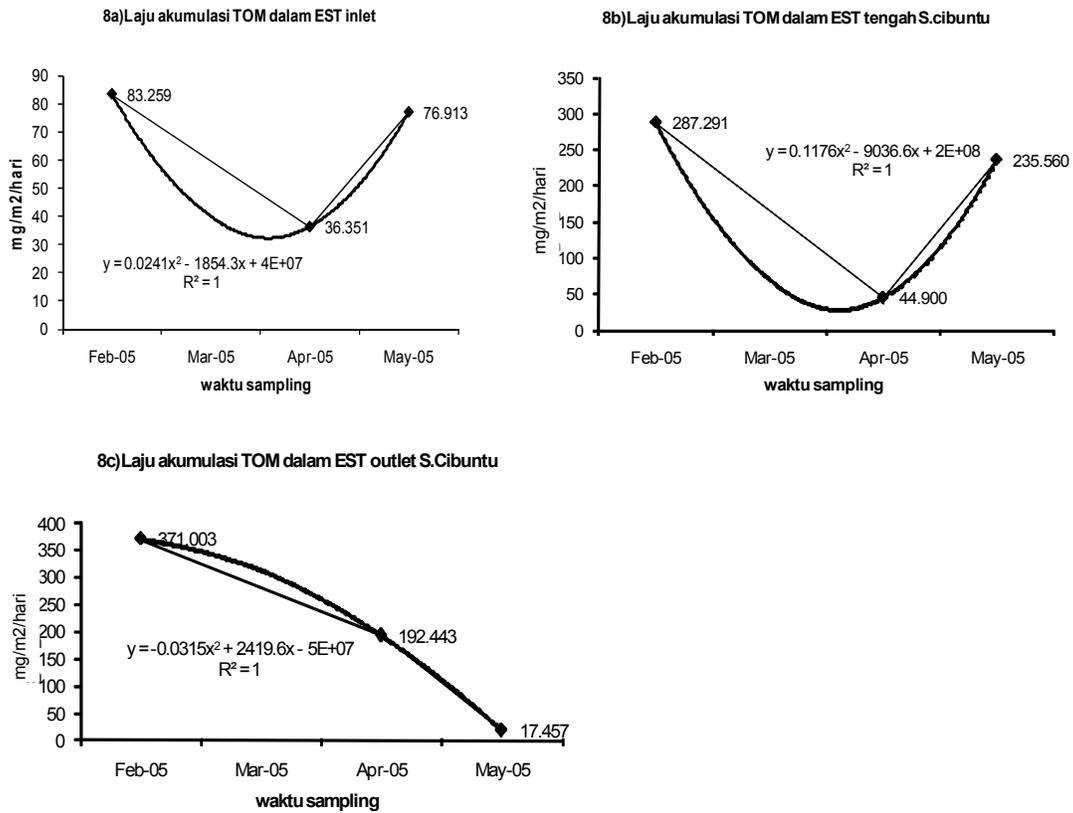
17,457-371,003 mg/m²/hari dijumpai di bagian outlet, sedangkan yang terendah dijumpai di bagian inlet (37,997 mg/m²/hari

dan 65,507 mg/m²/hari) dengan kisaran 21,085-48,294 mg/m²/hari dan 36,351-83,259 mg/m²/hari. Laju akumulasi tertinggi karbon organik maupun TOM dijumpai pada bulan Februari di bagian outlet (215,199 mg/m²/hari dan 371,003 mg/m²/hari) namun cenderung terus menurun (95,4% dari level tertinggi) sepanjang pengamatan. Sebaliknya, di bagian inlet dan tengah, laju rata-rata akumulasi karbon organik maupun TOM cenderung meningkat pada bulan Mei setelah sempat pada bulan April menurun (Gambar 7a-7c dan 8a- 8c). Berdasarkan hal tersebut, tampak bahwa TOM dan karbon organik cenderung untuk terakumulasi di

bagian inlet dan tengah. Kemungkinan besar hal ini disebabkan oleh adanya *blooming* tumbuhan jenis *Myrophyllum* sp yang bermula dari bagian *littoral* dan terus menyebar ke bagian tengah, ditambah lagi dengan banyaknya populasi teratai (*Nelumbo* sp.) di bagian tengah saat bulan Mei berpengaruh terhadap peningkatan akumulasi karbon organik dan TOM. Sebagaimana diketahui, bahwa hasil degradasi atau peluruhan bagian dari vegetasi makrofita air, tipe mencuat dan tenggelam mampu menyumbang kandungan TOM dan karbon organik dalam sediment secara signifikan (Wetzel, 2001).



Gambar 7. Laju Akumulasi C Organik dalam EST Situ Cibuntu

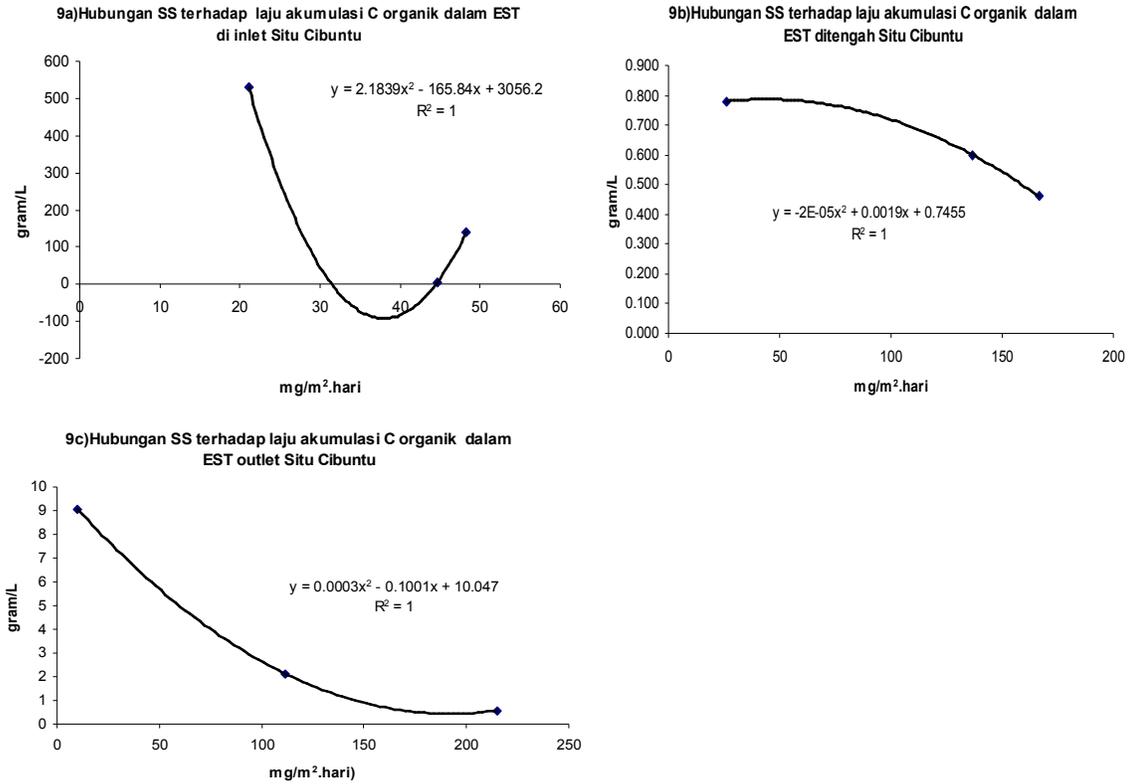


Gambar 8. Laju Akumulasi TOM dalam EST Situ Cibuntu

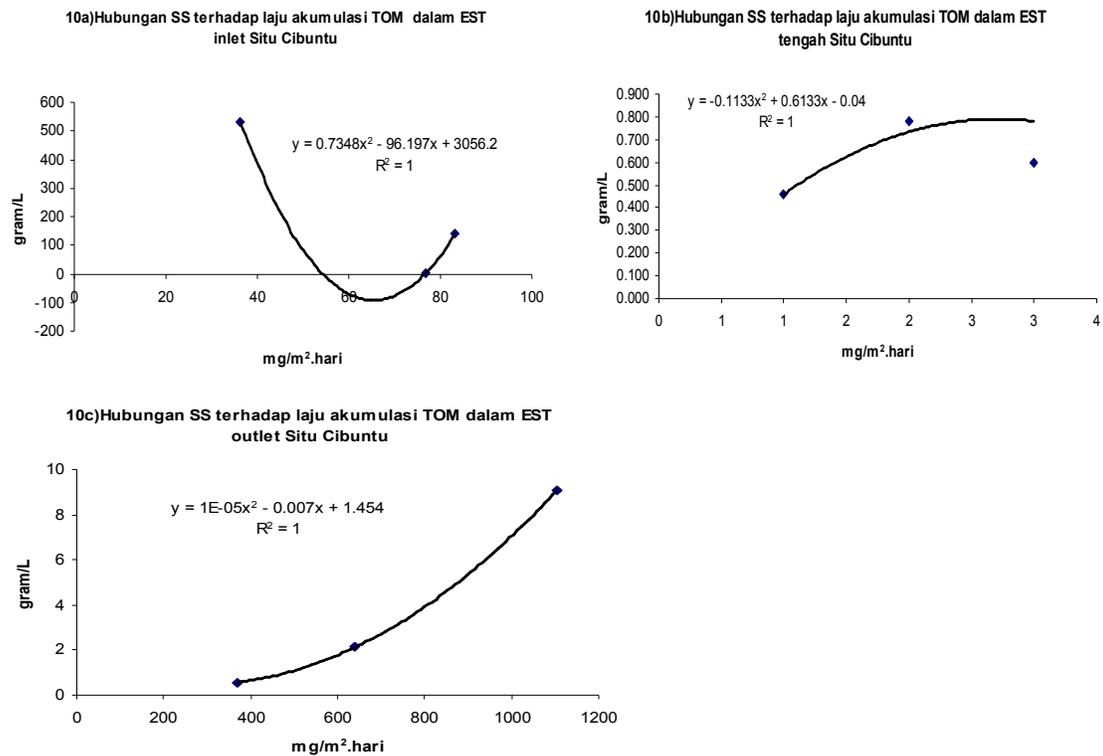
Hubungan SS terhadap Laju Akumulasi C Organik dan TOM

Hubungan laju akumulasi SS terhadap laju akumulasi karbon organik dan TOM yang ternyata sangat kuat ($R^2=1$) dalam hubungan *polynomial* order 2 (Gambar 9; 10). Bagian inlet dan outlet menunjukkan hubungan yang makin meningkat sepanjang pengamatan meskipun kurva bagian outlet tampak lebih landai. Bagian tengah cenderung untuk terus menurun. Indikasi tersebut menunjukkan bahwa masih banyak faktor lain yang berpengaruh secara kompleks terhadap laju akumulasi karbon organik dan TOM yang

harus diperhatikan selain kandungan SS yang terbawa masuk ke badan Situ Cibuntu. Sementara itu ternyata bagian inlet memegang peranan penting sebagai pemasok ketiga parameter tersebut. Kemungkinan lain sebagai penyebab fenomena tersebut di atas adalah karakter Situ Cibuntu sebagai perairan lentik yang dangkal. Bagian tengah situ meskipun merupakan bagian terdalam, sudah tidak mampu lagi menahan beban masukan karbon organik dan TOM yang ada di perairan situ sehingga kedua parameter ini terbawa massa air hingga ke bagian outlet.



Gambar 9. Kurva Laju Akumulasi SS vs Laju Akumulasi C Organik dalam EST Situ Cibuntu.

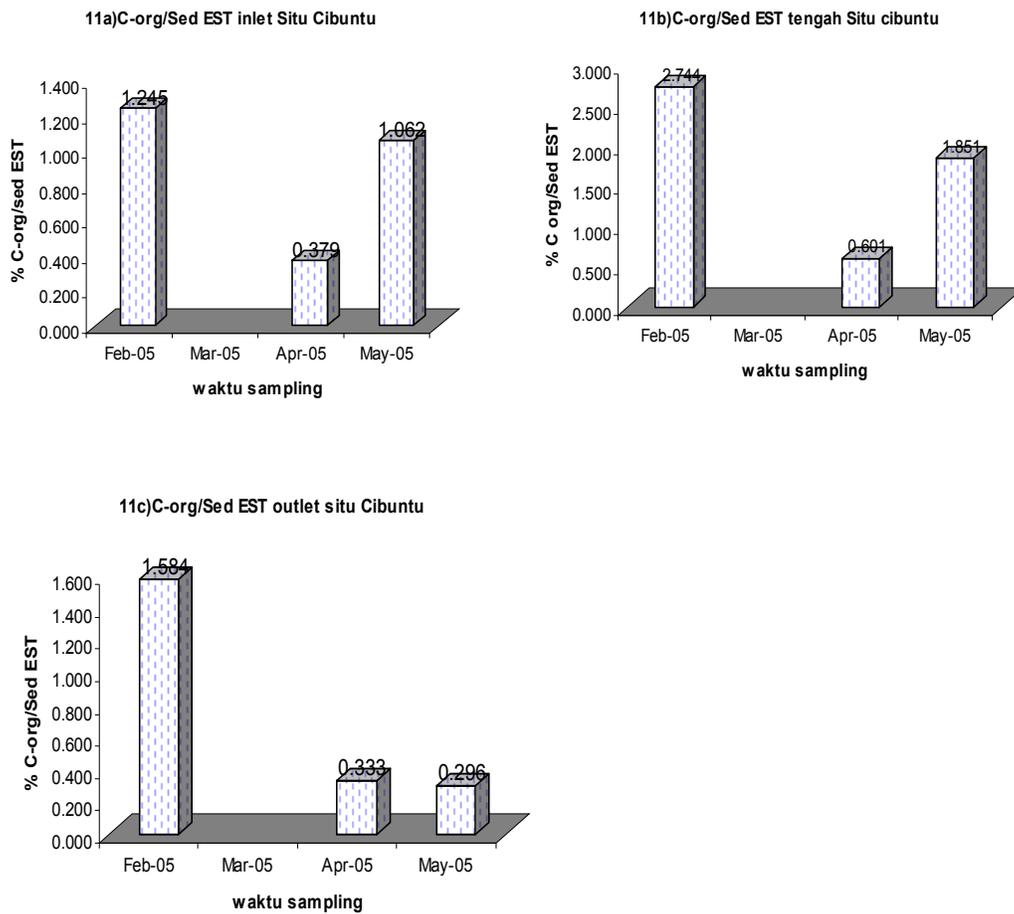


Gambar 10. Kurva Laju Akumulasi SS vs Laju Akumulasi TOM dalam EST Situ Cibuntu

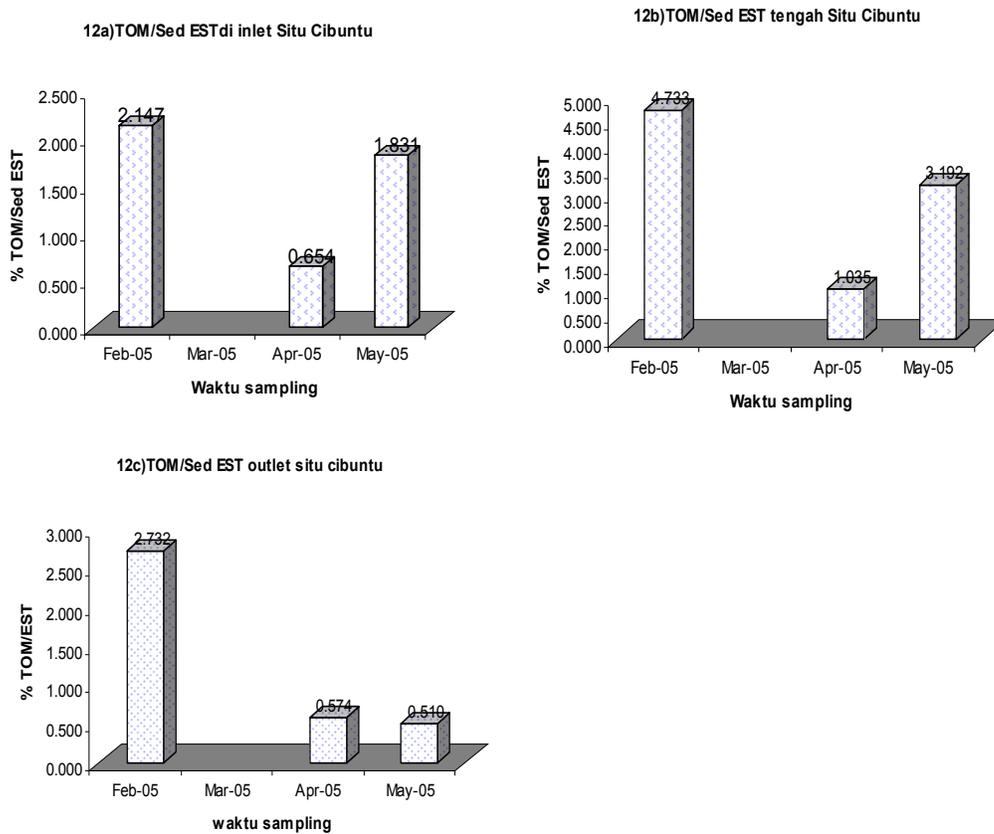
Proporsi C Organik dan TOM dalam Sedimen yang Terperangkap dalam EST

Kisaran tertinggi bobot karbon organik dan TOM dalam sedimen yang terperangkap EST dijumpai di bagian tengah (0,6%-2,74%) dan terendah di bagian inlet (0,379%-1,254 %) (Gambar 11; 12). Akan tetapi di bagian inlet dan tengah proporsi ini cenderung makin meningkat, sebaliknya pada bagian outlet cenderung menurun.

Indikasi dari deskripsi ini adalah bahwa sedimen di bagian tengah lebih kaya kandungan karbon organik dan TOM-nya dibandingkan bagian inlet. Meskipun outlet merupakan tempat dijumpai paling tinggi laju akumulasi karbon organiknya, tapi dari segi prosentase kandungan C organik dan TOM terhadap sedimen ternyata justru terendah.



Gambar 11. Prosentase C-org/Sedimen dalam EST Situ Cibuntu



Gambar 12. Prosentase TOM/Sedimen dalam EST Situ Cibuntu

KESIMPULAN

Beban kuantitas SS dan sedimen terbesar ke Situ Cibuntu, untuk perioda pengamatan, terjadi pada bulan April, sedangkan beban C organik dan TOM yang terbesar terjadi pada bulan Februari. Pola distribusi spasial SS selalu terbalik dengan pola yang dimiliki C organik dan TOM. Sedimen dan SS cenderung lebih terakumulasi di bagian inlet, sedangkan karbon organik dan TOM cenderung terakumulasi di bagian tengah situ. Kadar SS dan sedimen di bagian outlet cenderung lebih tinggi dibandingkan terhadap bagian tengah situ. Pola distribusi spasial SS sejalan dengan laju rata-rata akumulasi SS yaitu tertinggi di bagian inlet (25,1 mg/m²/hari) dan terendah di bagian tengah (0,085 mg/m²/hari). Namun tidak demikian

halnya dengan karbon organik dan TOM dimana laju rata-rata akumulasi tertinggi dijumpai di bagian outlet (112,32 mg/m²/hari dan 193,64 mg/m²/hari) dan terendah di bagian inlet (38,0 mg/m²/hari dan 65,51 mg/m²/hari). Hubungan laju akumulasi C organik dan TOM terhadap distribusi SS sangat kuat ($R^2=1$) dalam hubungan polynomial order 2, menandakan bahwa hubungan sangat kompleks dan banyak melibatkan faktor lain yang juga potensial untuk diteliti.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Puslit Limnologi-LIPI atas dukungan fasilitas yang telah diberikan sehingga penelitian dapat berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- APHA-AWWA., 1995, Standard Methods for The Examination of Water and Waste Water, 17th edition, Washington.
- Callieri, C., 1997, Sedimentation and Aggregate Dynamics in Lake Maggiore, a Large, Deep Lake in Northern Italy, Mem.1st.Ital. Idrobiol, ,56:37-50.
- Hampton, R.E.,1994, Introductory Biological Statistics.Wm. C. Brown Publisher, Dubuque, Iowa, Melbourne, Australia. Oxford. 233 p.
- Nemerow, N.L., 1991, Stream, Lake, Estuary and Ocean Pollution. Second Edition. Van Nostrand Reinhold. New York, 472 p.
- Novotny, V., & Harvey O., 1994, Water Quality, Van Nostrand Reinhold, New York, 1054p.
- Sudjadi, M., M. Widjik & M. Soleh, 1971, Penuntun Analisa Tanah, Lembaga Penelitian Tanah Bogor, 166 p.
- Sulastri, 2002, Karakteristik Senyawa Nitrogen dan Fosfor Situ Cibuntu Cibinong Kabupaten Bogor, Laporan Teknis Bagian Proyek Penelitian Sumber Daya Perairan Darat Pusat Penelitian Limnologi LIPI, Hal 327-334.
- Sunanisari, S., F. Sulawesty, A.A Meutia, T. Suryono, A.B. Santoso, E Mulyana, S. Nomosatryo, & H. Fauzy, 2003, Pengembangan Situ Cibuntu sebagai Laboratorium Alam. Laporan Teknis Bagian Proyek Penelitian Sumber Daya Perairan Darat Pusat Penelitian Limnologi LIPI. Hal VII 1-17.
- Sunanisari, S., F. Sulawesty, T. Suryono. A. Awalina, H. Wibowo, A.B. Santoso E. Mulyana, & Y. Mardiaty, 2004, Pengembangan Situ Cibuntu sebagai Laboratorium Alam. Laporan Teknis Bagian Proyek Penelitian Sumber Daya Perairan Darat Pusat Penelitian Limnologi LIPI, Hal VI 1-17.
- Sokal, R.R., & Rohlf, F.J., 1994, Biometry, the Principles and Practice of Statistic in Biological Research, W.H. Freeman & Co. New York. 887p.
- Wetzel. R.G., 2001, Limnology. 3th Ed. W.B. Saunders College Company Publishing, Philadelphia, London, 743 p.
- Weiss, Neil A., & M.J. Hassett, 1982, Introductory Statistics, Addison-Wesley publishing Company, Arizona.651p.