

VII

PENGEMBANGAN SITU CIBUNTU SEBAGAI LABORATORIUM ALAM

Penanggung Jawab: S. Sunanisari
Anggota: F. Sulawesty
A.A. Meutia
T. Suryono
A. Budi Santoso
E. Mulyana
S. Nomosatryo
H. Fauzi

A. ABSTRAK

Masalah yang timbul pada ekosistem perairan darat di Indonesia pada umumnya disebabkan oleh masalah sedimentasi, eutrofikasi. Begitu pula halnya dengan kondisi permasalahan yang dialami oleh situ-situ di Jabotabek yang jumlahnya diperkirakan terus menurun. Masalah sedimentasi dan eutrofikasi telah menyebabkan percepatan dari proses pendangkalan perairan situ sehingga fungsinya berubah atau hilang sama sekali. Untuk mencari alternatif penyelesaian masalah tersebut, dilakukan percobaan terhadap perairan Situ Cibuntu. Lokasi situ yang berada di dalam area perkantoran Puslit Limnologi-LIPI memungkinkan dilakukannya berbagai percobaan yang berkaitan dengan masalah-masalah yang timbul pada ekosistem perairan darat. Pada tahun anggaran 2003 dilakukan pembangunan lahan basah di bagian hulu Situ Cibuntu untuk menurunkan kadar suspended solid dan konsentrasi nutrien nitrogen (N) dan fosfor (P). Selain itu, dilakukan juga perbaikan di bagian outlet dan pembuatan cekdam pada saluran air masuk.

Kata kunci : Situ Cibuntu, laboratorium alam, lahan basah buatan.

B. PENDAHULUAN

1. Latar belakang

Situ adalah salah satu bentuk perairan darat tergenang dan merupakan sistem terbuka yang akan menerima buangan dari berbagai arah baik yang bersifat *non point source* maupun *point source*. Oleh karena itu, situ ataupun bentuk ekosistem perairan darat lainnya akan sangat peka terhadap aktivitas maupun perubahan yang terjadi disekelilingnya. Konversi lahan pada daerah aliran sungai menjadi lahan pertanian,

perumahan, ataupun peruntukan lainnya yang bersifat mengurangi luasan tutupan vegetasi akan meningkatkan erosi sehingga laju sedimentasi pada ekosistem perairan darat akan meningkat pula. Peningkatan laju sedimentasi dengan sendirinya akan mengakibatkan percepatan proses pendangkalan perairan. Selain itu, nutrien yang terbawa bersama sedimen akan meningkatkan kadar nutrien perairan yang akan mempercepat proses eutrofikasi. Proses eutrofikasi ini secara tidak langsung akan mempercepat pula proses pendangkalan. Eutrofikasi akan memacu pertumbuhan fitoplankton dan akan menyebabkan jenis-jenis tertentu yang dominan. Setelah itu, tumbuhan airpun akan melimpah. Fitoplankton dan bagian tumbuhan yang mati akan mengendap sehingga mempercepat proses pendangkalan serta terus meningkatkan kadar nutrien perairan.

Situ Cibuntu yang terletak dalam kawasan perkantoran Puslit Limnologi LIPI adalah salah satu situ di kawasan Jabotabek. Masalah yang dihadapi oleh Situ Cibuntu tidak jauh berbeda dengan situ-situ lainnya yaitu pendangkalan akibat sedimentasi dan eutrofikasi. Tahun 1997 pada saat musim kemarau yang panjang Situ Cibuntu secara keseluruhan tidak berair. Kemudian pada tahun 1998 situ ini direhabilitasi melalui proyek JPS hingga luasnya menjadi 15.295 m², volume 13.545 m³, kedalaman maksimum 2,0 m, dan kedalaman rata-rata 0,88 m (Ridwansyah *dalam* Sulawesty, *dkk*, 2000).

Air Situ Cibuntu berasal dari sungai utama yaitu Kali Baru yang mengalir melalui beberapa kawasan baik industri, perumahan penduduk, kebun, dan sawah (Suryono, dan Aisyah, 2000). Pada tahun 2001 pendangkalan terjadi kembali terutama di bagian inlet. Novdianto *dkk* (1999) mengemukakan bahwa masalah utama yang harus ditanggulangi di Situ Cibuntu adalah pendangkalan karena tingginya suspended solid yang masuk kedalam perairan situ, sedangkan berdasarkan pengamatan Meutia (2000), Situ Cibuntu tidak dapat berperan dalam menyisihkan komponen nitrogen dan fosfor. Untuk kedua hal ini, maka perlu dilakukan suatu pengolahan terhadap aliran air masuk untuk mengurangi sedimen maupun nutrien.

Lokasi situ yang berada di dalam area perkantoran Puslit Limnologi-LIPI memungkinkan dilakukannya berbagai percobaan yang berkaitan dengan masalah-masalah yang timbul pada ekosistem perairan darat dan diharapkan dapat memberikan hasil berupa alternatif penyelesaian masalah perairan darat. Oleh karena itu, tidaklah berlebihan apabila Situ Cibuntu dijadikan sebagai laboratorium alam, yaitu tempat dilakukannya berbagai percobaan di alam terbuka.

Untuk mengurangi masuknya padatan ke dalam Situ Cibuntu pada tahun 2003 telah dibuat lahan basah buatan jenis *stormwater wetland* pada aliran air sebelum masuk ke Situ Cibuntu. Lahan basah telah terbukti dapat mengolah air limbah seperti air limbah laboratorium (Meutia, 2001), air limbah domestik (Meutia, 2002), bahkan dapat mengurangi kandungan logam-logam yang terkandung dalam air limbah (Meutia *et al.*, 2001). Berkaitan dengan efisiensi dari lahan basah buatan yang dibangun, maka sebelum dan sesudah pembangunan lahan basah akan dilakukan pengambilan contoh air Situ Cibuntu, untuk dianalisis secara kimia, fisika, dan biologi. Selain itu, penyebaran populasi tumbuhan air diamati pula karena sangat erat kaitannya dengan proses sedimentasi dan eutrofikasi.

2. TUJUAN

Memanfaatkan Situ Cibuntu sebagai lab alam untuk mengatasi masalah sedimentasi dan pada perairan situ.

3. SASARAN

- a. Mengurangi pemasukan suspended solid dan nutrien ke dalam badan air situ dengan lahan basah buatan.
- b. Mengetahui peranan tumbuhan dalam retensi unsur hara.
- c. Mengetahui karakteristik situ Cibuntu setelah dilengkapi dengan lahan basah buatan di bagian inlet.

4. KEGUNAAN

Memberikan alternatif solusi untuk masalah sedimentasi pada perairan situ.

C. METODOLOGI

1. Fisik

Untuk menanggulangi pendangkalan di bagian inlet situ dan menghambat nutrien maka dilakukan pembuatan lahan basah buatan.

Metoda yang digunakan adalah metoda eksperimen di lapangan. Sebelum pembuatan lahan basah buatan dilakukan pengukuran BOD dan SS dari aliran yang menuju Situ Cibuntu. Pengukuran BOD dilakukan dengan satu kali pengambilan

sample sesuai dengan Standard Methods, sedangkan data SS diambil dari data hasil karakterisasi Situ Cibuntu pada tahun-tahun sebelumnya.

Data BOD dan SS yang diperoleh kemudian dipergunakan untuk menghitung luas permukaan stormwater wetland yang diperlukan untuk mengurangi masuknya padatan. Rumus yang dipergunakan adalah sebagai berikut (Metcalf and Eddy, 1991):

$$\frac{C_e}{C_o} = A \cdot \exp(-0.7 K_T (A_v) t) \dots \dots \dots (1)$$

dimana:

C_e = Konsentrasi BOD5 effluent [mg/L]

C_o = Konsentrasi BOD5 influent [mg/L]

A = Fraksi BOD5 yang tidak dapat mengendap pada saat proses settling.
Besarnya

$$A = 0.52$$

0.7 = konstanta empiris

K_T = Konstanta reaksi pada temperature T [hari⁻¹]

$$K_T = K_{20} (1.07)^{(T-20)}, T \text{ dalam } ^\circ\text{C}, \text{ besarnya } K_{20} = 0.0057 \text{ hari}^{-1}$$

A_v = Luas area spesifik untuk aktifitas mikrobiologi [m²/m³]

$$= 4.8 \text{ ft}^2/\text{ft}^3 = 15.7 \text{ m}^2/\text{m}^3$$

t = waktu detensi [hari]

Setelah mendapatkan waktu detensi dapat dihitung luas area yang dibutuhkan dengan rumus berikut:

$$T = \frac{L \cdot W \cdot n \cdot d}{Q}$$

dimana: L = panjang [m], d = kedalaman [m], W = lebar [m],

n = fraksi dari area yang tidak ditumbuhi tanaman, t = waktu detensi [hari]

Rasio Panjang : Lebar = 2 : 1 sampai 10 : 1

Setelah dilakukan penghitungan dengan menggunakan data BOD dan mempertimbangkan SS yang masuk, serta keadaan lapangan, maka diperoleh luas *stormwater wetland* yang diperoleh adalah: 2300 m². Tahapan selanjutnya adalah pembuatan desain lahan basah. Penentuan luas masing-masing kolam dan jenis-jenis tanaman yang akan ditanam. *Stormwater wetland* yang dibuat juga mengadopsi struktur yang dikembangkan oleh Wong yang membuat bypass selain aliran ke dalam lahan basah (Wong *et. al.*, 1998). Bypass ini berguna apabila terjadi hujan yang sangat lebat dimana aliran tidak dapat menampung banyaknya air yang datang dan berfungsi untuk melindungi tanaman air di dalam kolam-kolam penjernihan.

Tahapan berikutnya adalah proses pembuatan kolam dan penanaman. Dari luas keseluruhan yang diperoleh dibuat kolam-kolam yang panjang dan lebarnya mengikuti kontur dan keadaan persawahan/ladang sebelumnya untuk menghemat biaya pembuatan konstruksi. Luasan yang direalisasi adalah kurang lebih 1500 m². Setelah itu kegiatan dilanjutkan dengan penanaman tanaman air jenis *Cyperus papyrus*, *Cyperus* varietas mini, *Typha*, *Pistia*, melati air, dsbnya.

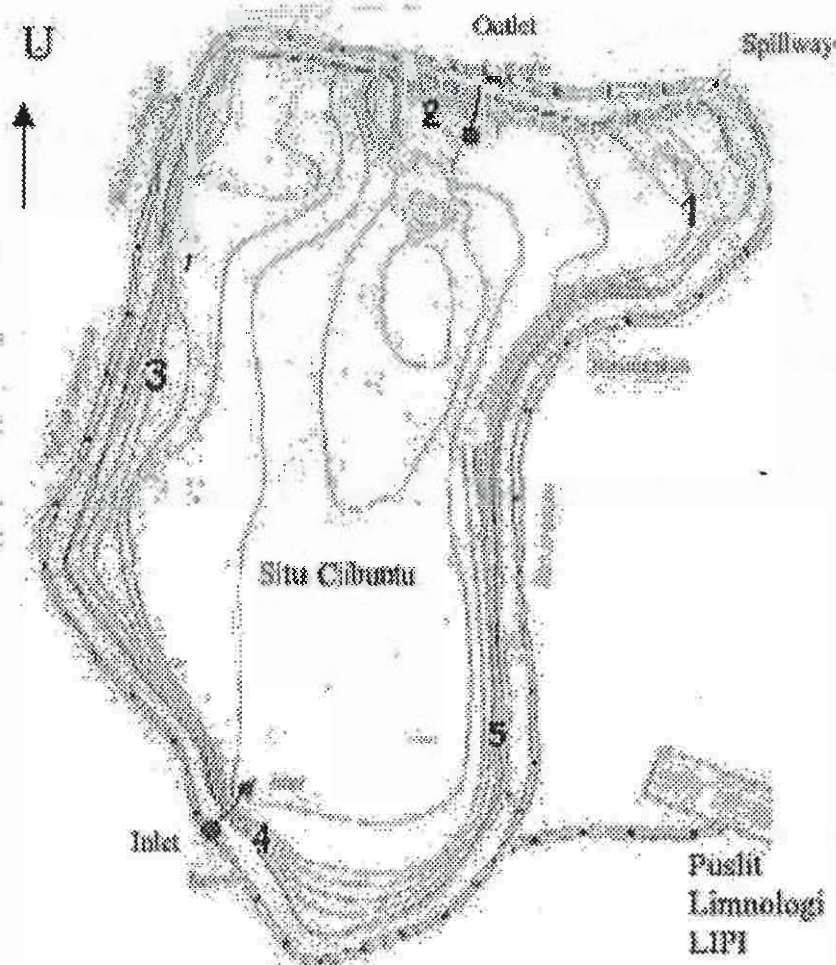
2. Pengamatan

Analisis kualitas air dilakukan sebelum pembuatan lahan basah dan setelah pembuatan lahan basah pada waktu tanaman air pada lahan basah buatan telah tumbuh dengan baik.

A. Kualitas Air

- a. parameter fisika
 - suhu, kekeruhan, kecerahan (WQC)
 - padatan terlarut (Lab).
- b. Parameter kimia
 - oksigen terlarut, pH, konduktivitas, materi organik total (WQC)
 - nutrisi nitrogen dan fosfor (Lab).
- c. Parameter biologi
 - produktivitas primer, plankton, tumbuhan air.

Lokasi sampling tumbuhan air dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Situ Cibuntu. 1,2,3,4,5 adalah titik sampling tumbuhan air

3. Hasil yang diharapkan

- a. Cara penanggulangan pemasukan sedimen dan nutrien ke dalam badan air dengan lahan basah dan penanaman tanaman riparian
- b. Konsep pemanfaatan situ yang berwawasan lingkungan

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kolam-kolam yang telah dibuat terdiri dari satu kolam penampungan/sedimentasi (Gambar 2) yang berfungsi untuk mengendapkan padatan yang masuk, tiga kolam yang berisi tanaman air (Gambar 3 & 4) emergent yang berfungsi sebagai filter yang akan mengurangi padatan yang masuk dan merupakan tempat berlangsungnya proses penjernihan dan penguraian pencemar yang masuk dimana pencemar tersebut

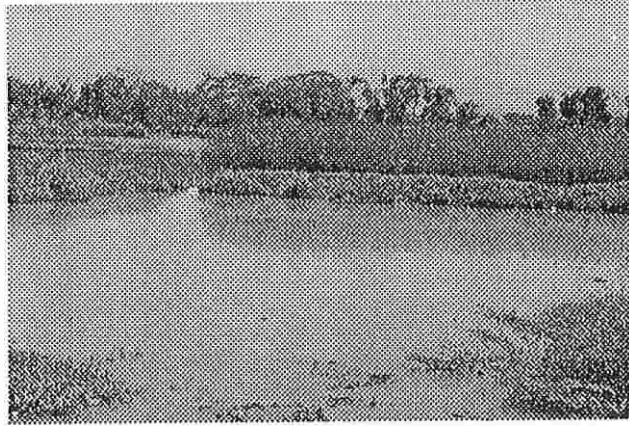
diuraikan oleh mikroorganisme aerobik yang berada di sekitar perakaran dan mikroorganisme anoksik maupun anaerobik yang jauh dari perakaran. Akar tanaman disini berfungsi untuk menyediakan oksigen bagi proses aerobik. Selain itu berfungsi dalam menahan aliran air sehingga padatan dapat terendapkan. Hal ini dapat dijelaskan dari hasil analisis padatan terlarut (SS) yang menunjukkan bahwa SS yang masuk ke Situ Cibuntu (outlet wetland) lebih kecil dari SS yang masuk ke lahan basah (inlet wetland) yang berasal dari aliran anak sungai (Gambar 5). Tampak dari Gambar tersebut SS di lahan basah konsentrasinya lebih tinggi, karena SS tertahan di lahan basah. Data kualitas air Situ Cibuntu sebelum dan sesudah pembuatan lahan basah di bagian aliran air masuk, dapat dilihat pada Gambar 5 – 11.

Penyisihan BOD di lahan basah sesuai dengan perhitungan desain semula dimana BOD sekitar 5 mg/L di inlet akan diturunkan menjadi sekitar 2 mg/L di outlet (Gambar 6).

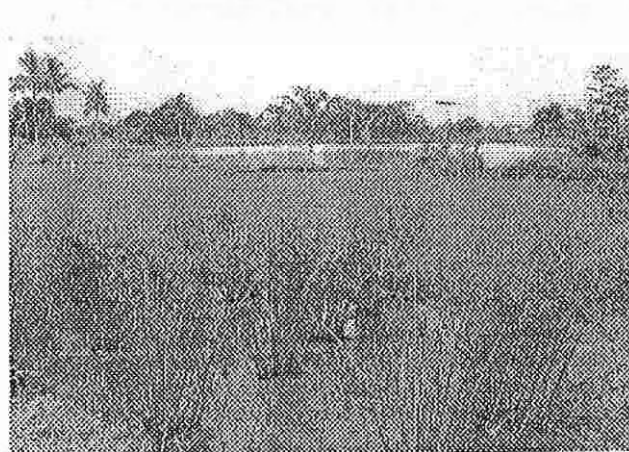
Gambar 7 menunjukkan bahwa konsentrasi TOM menurun sedikit di lahan basah kemudian meningkat cukup berarti di outlet lahan basah. Hal ini mengindikasikan bahwa terjadi penguraian bahan organik seperti pelapukan tanaman yang sudah tua di sekitar titik sampling di outlet lahan basah, Hal ini diperkuat dengan hasil analisa TN yang terus meningkat (Gambar 8). Konsentrasi TN yang tinggi menunjukkan bahwa terdapat masukan senyawa nitrogen seperti dari pelapukan tanaman berupa nitrogen organik atau pupuk yang terbawa runoff yang berasal dari sawah-sawah di samping lahan basah. Pupuk dapat mengalir ke dalam wetland apabila terjadi hujan yang lebat.

Penyisihan TP di lahan basah tampak signifikan (Gambar 8), karena kondisi lahan basah yang aerobik dapat mengendapkan dan mengikat fosfor di sedimennya. Lahan basah terkenal sebagai tempat penampungan senyawa karbon, nitrogen dan fosfor (Kadlec & Knight, 1996). Nilai TP setelah melalui lahan basah jauh lebih rendah dari nilai TP yang dilaporkan terdeteksi di Situ Cibuntu setelah rehabilitasi yaitu sekitar 0.1-0.4 mg/L (Meutia, 1999).

Disamping mengurangi pencemar seperti diatas, ternyata lahan basah juga dapat menahan masuknya klorofil-a ke dalam Situ Cibuntu seperti yang diperlihatkan dalam Gambar 10. Namun untuk turbiditas, masih terjadi peningkatan (Gambar 11).



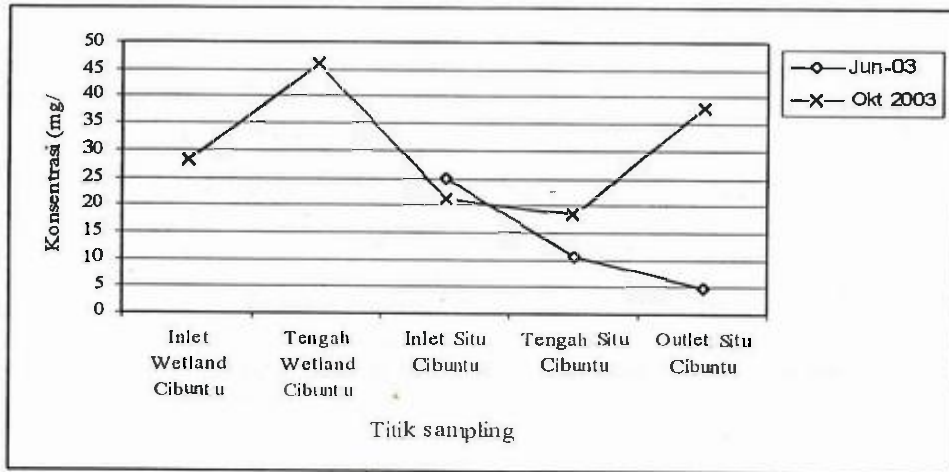
Gambar 2. Kolam satu berfungsi untuk sedimentasi dengan latar belakang kolam dua.



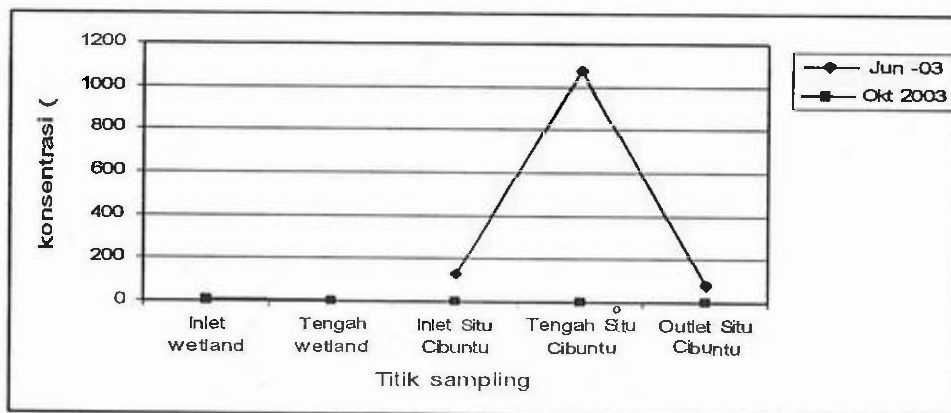
Gambar 3. *Stormwater wetland* kolam 2 yang ditanami *Cyperus papyrus* dengan latar belakang Situ Cibuntu.



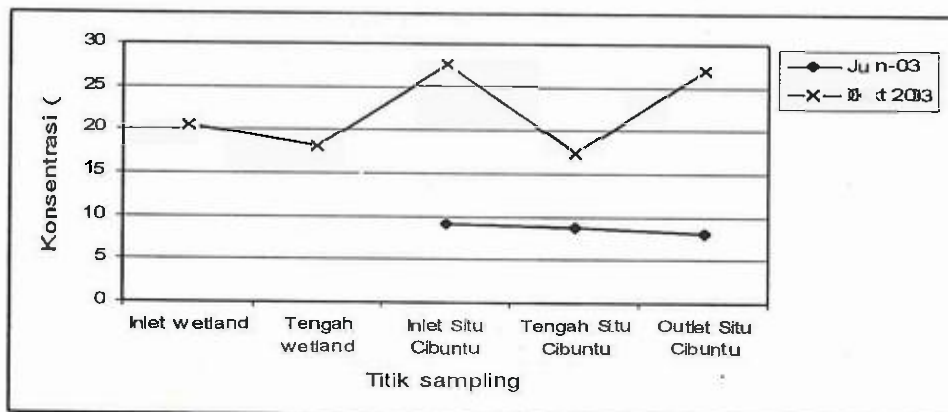
Gambar 4. *Cyperus varietas* mini yang tumbuh sangat subur di lahan basah.



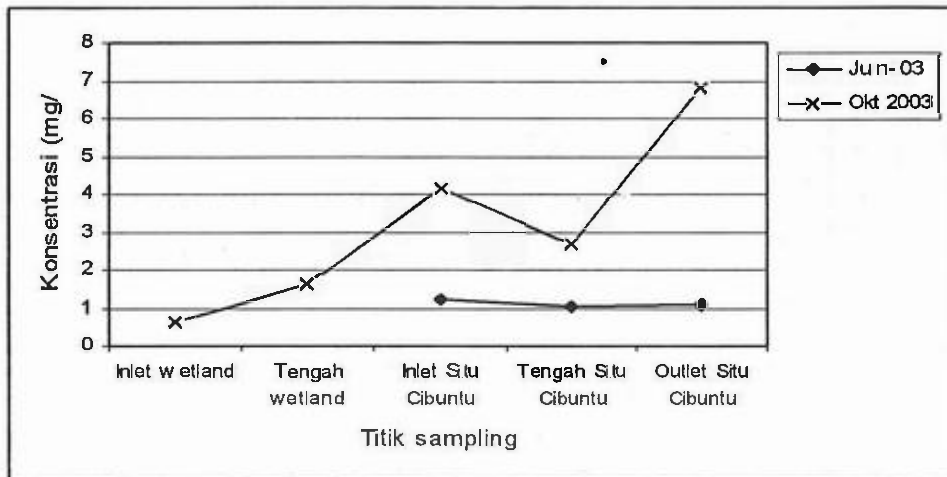
Gambar 5. Konsentrasi padatan terlarut (mg/L) sebelum (Jun 2003) dan sesudah pembuatan lahan basah (Okt 2003).



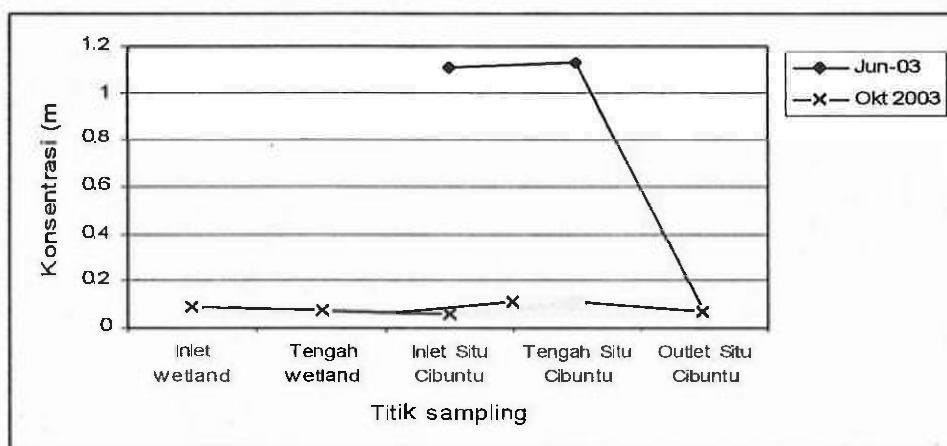
Gambar 6. Konsentrasi BOD (mg/L) sebelum (Jun 2003) dan sesudah pembuatan lahan basah (Okt 2003).



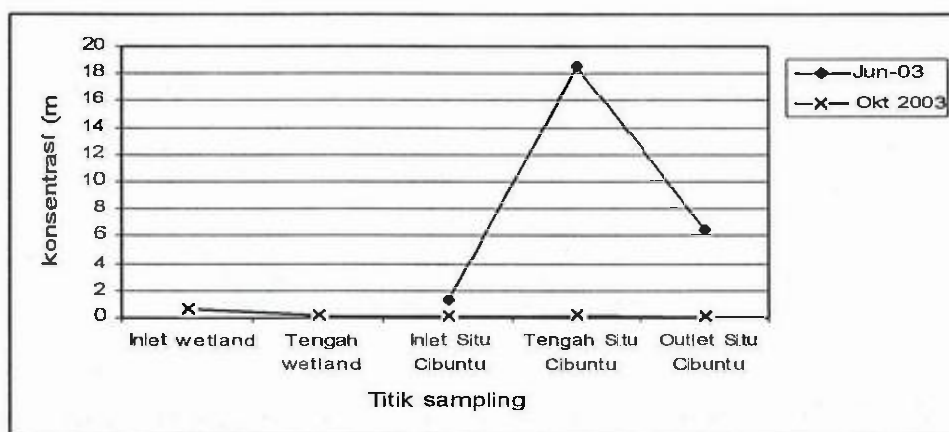
Gambar 7. Konsentrasi total material organik (mg/L) sebelum (Jun 2003) dan Sesudah pembuatan lahan basah (Okt 2003).



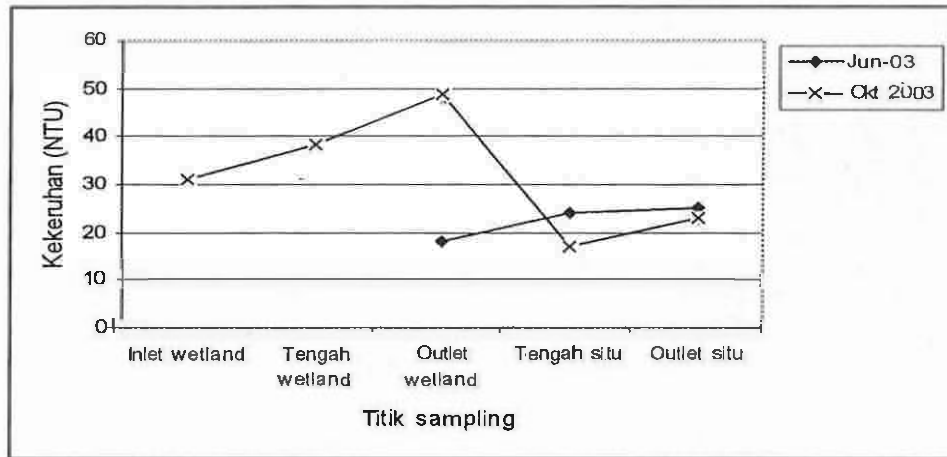
Gambar 8. Konsentrasi total nitrogen (mg/L) sebelum (Jun 2003) dan sesudah pembuatan lahan basah (Okt 2003).



Gambar 9. Konsentrasi total fosfor (mg/L) sebelum (Jun 2003) dan sesudah pembuatan lahan basah (Okt 2003).



Gambar 10. Konsentrasi klorofil-a (mg/L) sebelum (Jun 2003) dan sesudah Pembuatan lahan basah (Okt 2003)



Gambar 11. Kekeruhan air /turbiditas (NTU) sebelum (Jun 2003) dan sesudah pembuatan lahan basah (Okt 2003).

Tanaman Air di Lahan Basah

Pada kolam ke dua *Cyperus papyrus* tumbuh dengan subur, walaupun sempat terjadi kekeringan di lahan basah karena musim kemarau yang panjang. Demikian pula dengan *Cyperus* varietas mini yang berada di kolam ke empat. Namun ternyata tidak semua tanaman air dapat berkembang dengan baik karena masing-masing mempunyai toleransi yang berbeda terhadap limbah. Pada kolam ke empat *Typha* tidak dapat tumbuh dengan baik karena *Typha* butuh nutrient dalam hal ini yang terbawa dengan pencemar lebih banyak/tinggi. Karena konsentrasi pencemar telah berkurang pada kolam satu, dua, dan tiga sehingga pada kolam ke empat hanya tersisa sedikit pencemar yang tidak dapat memenuhi kebutuhan pertumbuhan *Typha*. Sebaliknya *Pistia* yang dimasukkan ke dalam kolam satu ternyata tidak dapat mentoleransi tingginya pencemar di kolam satu sehingga *Pistia* musnah.

Penyebaran populasi tumbuhan air di Situ Cibuntu dapat dilihat pada Tabel 1. Dan dari keseluruhan pengamatan didapatkan 13 jenis tumbuhan air (Tabel 1.) Pada masing-masing stasiun pengamatan atau pengelompokkan dijumpai adanya dominasi satu jenis tumbuhan. Pada awalnya (Februari 2003) stasiun 1 didominasi oleh *Cyperus imbricatus*, stasiun 2 oleh *Mimosa pigra*, stasiun 3 oleh *Scirpus glossus*, stasiun 4 oleh *Ludwigia peruviana* dan *Mimosa pigra* dan stasiun 4 oleh *Mimosa pigra*.

Table 1. Kemelimpahan akuatik makrofitu Situ Cibuntu tahun 2003 menurut skala Braun-Blanquet.

No	Nama Spesies	27 Februari 2003					27 Mei 2003					27 Oktober 2003					Keterangan
		St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	
1	<i>Colocasia</i> sp.									r		r			r		Skala Braun-Blanquet (1932) Coverage r = jarang, hadir sendiri-sendiri 1 = 1-5% 2 = 6-25% 3 = 26-50% 4 = 51-75% 5 = >75%
2	<i>Cyperus imbricatus</i>	5					5								r		
3	<i>Eichhornia crassipes</i>	r					r			r		2	r			r	
4	<i>Ipomoea aquatica</i>	1		r		r		r			r				r		
5	<i>Limnocharis flava</i>				r					r		r			3		
6	<i>Ludwigia hyssopifolia</i>	r	r				r	r	r	3		4	3	3	5	r	
7	<i>Ludwigia peruviana</i>			1	5		3	2	3	5		3	2	3	1	r	
8	<i>Mimosa pigra</i>	3	4	3	4	5	4	2	4	4	4	3					
9	<i>Nymphaea lotus</i>	2		3			3	1									
10	<i>Oryza sativa</i>				2					2							
11	<i>Paspalum distichum</i>					2			2		3	2	1	1	r		
12	<i>Polygonum barbatum</i>	1	r	2	2	2	r	r	1	5	r	r	1	r	r		
13	<i>Scirpus grossus</i>			5					5				4				

No	Nama Spesies	27 Februari 2003					27 Mei 2003					27 Oktober 2003					Keterangan
		St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	
1	<i>Colocasia</i> sp.									r		r			r		Skala Braun-Blanquet (1932) Coverage r = jarang, hadir sendiri-sendiri 1 = 1-5% 2 = 6-25% 3 = 26-50% 4 = 51-75% 5 = >75%
2	<i>Cyperus inbriatus</i>	5					5								r		
3	<i>Eichornia crassipes</i>	R					r			r		2	r			r	
4	<i>Ipomoea aquatica</i>	1		r		r		r				r			r		
5	<i>Limnocharis flava</i>				r					r			r		3		
6	<i>Ludwigia hyssopifolia</i>	R	r				r	r	r	3		4	3	3	5	r	
7	<i>Ludwigia peruviana</i>			1	5		3	2	3	5		3	2	3	1	r	
8	<i>Mimosa pigra</i>	3	4	3	4	5	4	2	4	4	4	3					
9	<i>Nymphaea lotus</i>	2		3			3	1									
10	<i>Oryza sativa</i>				2					2							
11	<i>Paspalum distichum</i>					2			2		3	2	1	1	r		
12	<i>Polygonum barbatum</i>	1	r	2	2	2	r	r	1	5	r	r	1	r	r		
13	<i>Scirpus grossus</i>			5					5				4				

Pada pengamatan bulan Mei 2003 jenis *Colocasia* sp. (Lokal : tales) mulai hadir soliter dan jarang dijumpai. Tales merupakan tanaman budi daya penduduk yang ditanam di sekitar Kompleks LIPI Cibinong. Dengan demikian keberadaan tales di dalam situ kemungkinan berasal dari umbi yang ikut terhanyut air.

Populasi *L. peruviana* dan *L. hyssopifolia* pada bulan Mei 2003 juga terlihat mengalami peningkatan dan penyebaran ke beberapa lokasi situ. Pada bulan tersebut *L. peruviana* hadir di stasiun 1, 2 dan 3 dengan tingkat penutupan hingga 50% per 100m². *L. hyssopifolia* terlihat hadir pada stasiun 1,2 dan 3 dengan penutupan yang jarang dan pada stasiun 4 dengan penutupan hingga 50% per 100m². Penyebaran kedua tumbuhan tersebut adalah melalui biji yang jatuh terbawa air, angin, burung atau hewan lainnya.

Pada tahun 2003 tercatat 2 kali situ Cibuntu mengalami kondisi kering, yaitu pada bulan Juni dan Oktober. Hal tersebut dikarenakan oleh rusaknya tanggul pada outlet situ. Adanya kondisi kering jelas merubah komunitas tumbuhan situ terutama teratai (*Nymphaea lotus*) yang hidupnya sangat bergantung pada kolom air. Teratai hidup pada kondisi air yang stabil (stagnan) atau beraus lemah dengan kedalaman kolom air antara 0,1 hingga 2,5 m. Penyebaran jenis ini adalah menggunakan biji dan umbi.

Pemangkasan tumbuhan oleh penduduk dengan tujuan untuk membersihkan kawasan situ juga merubah komunitas tumbuhan air situ. Terutama pada *Mimosa pigra* yang memiliki duri pada batangnya. Jenis ini merupakan salah satu sasaran utama dalam pemangkasan tersebut karena durinya dianggap mengganggu penduduk pada saat turun ke situ dan memancing ikan. Jenis ini pada pengamatan terakhir hanya terlihat di sekitar spillway (stasiun 1) dengan tingkat penutupan hingga 50% per 100m².

Situ Cibuntu memiliki tingkat keanekaragaman tumbuhan air yang tinggi yaitu 0,905 (Indeks diversitas Simpson's) walaupun penyebarannya hanya berada di tepian perairan, ± 5-7 m ke badan air. Kecuali di stasiun 1 yang merupakan inlet situ dimana pengelompokan tumbuhan hingga ± 25 m.

Menurut Meutia (2000) Situ Cibuntu hanya sedikit sekali menurunkan senyawa fosfor dan hampir tidak merubah konsentrasi senyawa nitrogen kecuali ada sedikit penurunan konsentrasi total nitrogen, Situ Cibuntu lebih berperan dalam menurunkan konsentrasi padatan terlarut. Hal tersebut dapat dijadikan sebagai dasar

untuk penelitian-penelitian selanjutnya mengenai kondisi nutrisi Situ Cibuntu, mengingat faktor pembatas pertumbuhan makrofita akuatik adalah nitrogen. Berbeda dengan makrofita akuatik yang bersifat melayang (floating) seperti eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), faktor pembatas pertumbuhannya adalah fosfor seperti halnya pada fitoplankton (Barko & Carpenter, 1991). Adanya lahan pertanian disekitar kawasan situ juga patut dipertimbangkan dalam pengelolaan situ, mengingat masukan nutrisi yang tinggi ke dalam situ dapat mempengaruhi ekosistem situ.

KESIMPULAN

Walaupun kegiatan penelitian ini belum selesai, namun dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- Konsentrasi total nitrogen yang meningkat pada bagian outlet wetland atau inlet dari Situ Cibuntu harus mendapatkan perhatian karena nitrogen merupakan unsur pembatas bagi pertumbuhan makrofita akuatik. Untuk itu, perlu pengamatan lebih lanjut mengenai karakteristik unsur nitrogen pada sistem lahan basah ini.
- Padatan terlarut (SS), konsentrasi total fosfor, dan klorofil-a dapat diturunkan oleh sistem lahan basah ini.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, 1995. Standard Method For the Examination of the Water and Waste Water 17th Edition. APHA-AWWA-WPCF.
- Barko, J., D. Gunnison & S. R. Carpenter. 1991. Sedimen interactions with submerged macrophyte growth and community dynamics. *Aquat Bot.*, 41: 41-65.
- Denny, P. 1985. The Ecology and management of African Wetland Vegetation, Dr W. Junk Publishers. Dordrecht.
- Kadlec, R. H & Knight, R. L. (1996). Treatment Wetlands. CRC Lewis Publishers, New York.
- Krebs, C. J. 1985. Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. New York: Harper and Row.
- Metcaf and Eddy, 1991. Waste water engineering: treatment, disposal and reuse. McGraw-Hill, Third Edition, New York.
- Meutia, A. A., 1999. Karakteristik kandungan nutrient di perairan Situ Cibuntu. Laporan Teknik. Proyek Penelitian, Pengembangan dan Pendayagunaan Biota Darat Tahun 1999/2000, 584 p.
- Meutia, Ami A., 2001. Treatment of laboratory wastewater in a tropical constructed wetlands comparing surface and subsurface flow. *Wat Sci Tech.* Vol. 44 No. 11-12 pp. 499-506.
- Meutia, Ami A., N. H. Sadi, K. Ratnawati. 2001. Penyisihan Logam Berat Tembaga, Seng, Besi, dan Mangan di dalam Lahan Basah Buatan. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* No 33 pp. 63~76.
- Meutia, Ami A., 2002. The Application of Subsurface Constructed Wetland to Treat Dormitory Wastewater in Rural Indonesia. Proceeding of 3rd IWA World Water Congress pp. 1-8.
- Pancho, J. V. & M. Soerjani. 1978. Aquatic weeds of Southeast Asia. A systematic account of common Southeast Asian Aquatic Weeds. Biotrop. Seameo. Regional Center for Tropical Biology. Bogor. Indonesia
- Sulastri and Sulung Nomosatryo., 2000. Primary production of phytoplankton in small lake Cibuntu, Cibinong, West Java. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* No. 32 pp. 75-87.

- Sulawesty, S. & A. Damayanti. 2000. Karakteristik fisika-kimia dan variasi musiman fitoplankton di perairan Situ Cibuntu. Laporan Tehnik Proyek Pengembangan Sarana dan Prasarana Laboratorium LIPI. Puslibang Limnologi LIPI.
- Ward, D., N. Holmes and P. Jose, 1994. The New Rivers and Wildlife Handbook. The Royal Society For The Protection Of Birds, The Lodge, Sandy, Bedfordshire.
- Wong, T.H.F., Breen P. F., Somes N.L.G. and Lloyd S. D. 1998. Managing Urban Stromwater using Constructed Wetlands. Industry Report of Cooperative Research Center for Cathment Hydrology. Pp.32.

