

# PROCEEDING

Simposium Nasional  
Penyelamatan Ekosistem Danau Rawapening

**“Penelitian Ilmiah sebagai Solusi Teknis  
Penyelamatan Ekosistem Danau Rawa Pening  
dalam Skala Super Prioritas”**

13 Juni 2013

Hotel Ciputra, Semarang - Indonesia



**Kementerian Lingkungan Hidup  
Bekerjasama dengan  
Universitas Diponegoro**

# PROSIDING

ISBN : 978-602-8358-68-2

## **WORKSHOP PENYELAMATAN EKOSISTEM DANAU RAWAPENING**

Hotel Ciputra Semarang, 13 Juni 2013

Diselenggarakan oleh :

**Kementerian Lingkungan Hidup Bekerjasama dengan Universitas Diponegoro**



## SUSUNAN PANITIA

- Pengarah : Deputi III - Bidang Pengendalian Kerusakan Lingkungan dan  
Perubahan Iklim, Kementerian Lingkungan Hidup  
(Ir. Arif Yuwono, MA)
- Penanggungjawab : Rektor Universitas Diponegoro  
(Prof. Sudharto P.Hadi, MES, PhD)
- Ketua : Dr. Tri Retnaningsih Soeprbowati, MAppSc.
- Sekretaris : Dr. Jumari, MSi
- Pereview Team : Dr. Sri Widodo Agung Suedy, MSi.  
Dr. Fuad Muhammad, MSi.  
Dr. Sunarno, MSi.
- Editorial Team : Indra Gunawan, ST  
Sunariyah, SE  
Widodo, SSi

## DAFTAR ISI

Susunan Panitia.....	ii
Daftar Isi.....	iii
Agenda Simposium Workshop Penyelamatan Ekosistem Danau Rawapening.....	v
Sambutan Ketua Panitia.....	vii
Sambutan Rektor Universitas Diponegoro.....	x
Sambutan Deputy Menteri Bidang Pengendalian Kerusakan Lingkungan dan Perubahan Iklim, KLH.....	xii
Daftar Pemakalah	
Pemakalah Oral	
1. Prof. Sudharto P. Hadi, MES, Ph.D.....	1
2. Ir. Arief Yuwono, MA.....	5
3. Prof. Dr. S. Budi Prayitno, MSc.....	33
4. Dr. Ir. Sutarwi, MSc.....	40
5. Dr. Tri Retnaningsih Soeprobawati, MAppSc.....	51
6. Dr. Hadiyanto, ST, MSc.....	57
7. Dr. Ir. Setia Budi Sasongko, DEA.....	61
8. Dr. Anis Muktiani, MP.....	65
9. Dr. Ir. Achmad Poernomo, MAppSc.....	73
Pemakalah Poster	
1. Ir. Agus Hadiyanto, MT.....	81
2. Dr. Munifatul Izzati, MSc.....	87
3. Dr. Sapto Purnomo Putro, MSi.....	93
4. Drs. Budi Raharjo, MSi.....	101
5. Dr. Anhar Solikhin.....	110
6. Dra. Naniek Sulistya Wardani, MSi.....	116
7. Anny Miftakhul Hidayah, MSi.....	122
8. Aji Prasetyaningrum, ST, MT.....	129
9. Sesilia Rani Samudra, MSi.....	134
10. Ari Wibawa BS, ST, MT.....	143
11. Nur Fitri Astuti.....	151
12. Dr. Sri Widodo Agung Suedy.....	157
Rekomendasi Hasil Workshop Penyelamatan Ekosistem Danau Rawapening.....	164
Notulen Hasil Workshop Penyelamatan Ekosistem Danau Rawapening.....	165

## DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMARAN FOSFOR UNTUK BUDIDAYA PERIKANAN DANAU RAWAPENING

Sesilia Rani Samudra\*, Tri Retnaningsih Soeprbowati\*, Munifatul Izzati\*

\*) Magister Biologi Fakultas Sains & Matematika UNDIP

Email: [sesiliarani@gmail.com](mailto:sesiliarani@gmail.com)

### ABSTRAK

Danau Rawapening terbentuk secara semi alami dan memiliki fungsi untuk PLTA, perikanan, irigasi, dan wisata. Rawapening merupakan salah satu dari 15 danau prioritas nasional yang perlu diselamatkan karena kondisinya yang sudah sangat memprihatinkan akibat eutrofikasi, sedimentasi dan penurunan kualitas air. Eutrofikasi merupakan proses pengayaan unsur hara perairan yang mengakibatkan pertumbuhan tidak terkontrol dari tumbuhan air. Sumber eutrofikasi berasal dari DTA (pertanian, peternakan, limbah domestik dan industri) dan dari badan air itu sendiri (karamba). Budidaya ikan karamba menambah masukan unsur hara terutama fosfor dari sisa pakan dan hasil ekskresi, sehingga semakin banyak karamba yang beroperasi maka unsur hara yang masuk akan semakin banyak. Fosfor dapat mengindikasikan suatu perairan mengalami eutrofikasi karena keberadaannya mampu memicu pertumbuhan tanaman air terutama enceng gondok dan fitoplankton dengan sangat cepat serta menurunkan kualitas air. Saat ini kondisi Danau Rawapening sudah termasuk kategori eutrofik menuju hipereutrofik, sehingga salah satu cara mengatasi permasalahannya adalah dengan pengembangan kebijakan untuk membatasi fosfor yang masuk. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis daya tampung beban pencemaran fosfor dan jumlah karamba ideal berdasarkan daya tampung beban pencemaran fosfor untuk budidaya perikanan. Penelitian dimulai Juli 2012 pada tiga stasiun dengan tiga ulangan. Stasiun I daerah karamba, Stasiun II perairan non karamba, dan Stasiun III muara inlet atau DTA. Daya tampung beban pencemaran fosfor Danau Rawapening saat ini berdasarkan Permen LH No.28 Tahun 2009 adalah sebesar  $6,93 \times 10^6$  g/th dengan jumlah unit karamba ideal (1 unit = 4 petak, ukuran umum 6x6 m) yaitu 145 unit atau luasan  $20.880 \text{ m}^2$  (0,13% dari luas danau). Jumlah karamba saat ini (452 unit) telah melebihi kriteria daya tampung beban pencemaran fosfor, sehingga perlu ada tindakan pencegahan untuk mengurangi dampak eutrofikasi.

Kata Kunci : *Danau Rawa Pening, Fitoplankton, Fosfor, Keramba, Daya Tampung Beban Pencemaran Fosfor*

### 1. PENDAHULUAN

Rawapening merupakan salah satu danau dari 15 danau prioritas yang perlu diselamatkan karena kondisinya yang sudah sangat memprihatinkan. Hal tersebut terjadi karena penurunan kualitas perairan, penurunan debit air dan pendangkalan danau akibat sedimentasi [1]. Danau Rawapening terletak di Kabupaten Semarang Jawa Tengah dan wilayahnya meliputi sebagian dari kecamatan Jambu, Banyubiru, Ambarawa, Bawen, Tuntang, Getasan. Danau Rawapening dapat digolongkan sebagai ekosistem perairan tertutup karena memiliki 9 inlet namun hanya memiliki 1 outlet yaitu Sungai Tuntang, sehingga waktu tinggal air danau ini relatif lebih lama dibandingkan danau lainnya [2]. Rawapening memiliki luas

permukaan perairan minimum 1.650 Ha [3]. Berdasarkan data dari BPSDA Kabupaten Semarang sampai dengan bulan Juli 2012, volume aktual Danau Rawapening adalah 20,08 juta  $\text{m}^3$ , debit air *outflow* sebesar  $4,89 \text{ m}^3/\text{s}$ , elevasi muka air andalan 461,94 m dan elevasi muka air aktual 461,73 m. kedalaman air di Rawapening bervariasi dari 0,75-10 m.

Fungsi Danau Rawapening yang dimanfaatkan oleh pemerintah dan masyarakat diantaranya adalah untuk pembangkit listrik (PLTA), perikanan, irigasi pertanian, penampung air saat musim hujan dan kegiatan wisata [4]. Kegiatan perikanan meliputi perikanan tangkap dan budidaya. Budidaya ikan menggunakan karamba (Karamba Jaring Apung atau KJA, dan Karamba Jaring Tancap, atau KJT) merupakan kegiatan

yang paling banyak dilakukan di Danau Rawapening. Berdasarkan data Dinas Peternakan dan Perikanan Kabupaten Semarang tahun 2012, sampai dengan tahun 2011 jumlah karamba yang berada di Danau Rawapening berjumlah 452 unit.

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan, Danau Rawapening, saat ini telah mengalami masalah kesuburan perairan atau eutrofikasi dengan kategori perairan eutrofik menuju hipereutrofik. Eutrofikasi merupakan proses pengayaan unsur hara atau produktivitas perairan karena pasokan bahan organik yang berasal dari aktivitas manusia maupun secara alami, yang ditandai dengan tingginya konsentrasi total-P, total-N dan klorofil-a, sehingga memacu pertumbuhan yang tidak terkontrol dari tumbuhan air [5]. Eutrofikasi pada perairan menggenang seperti danau akan menyebabkan terjadinya penurunan kualitas air, "blooming" alga atau fitoplankton dan enceng gondok. Kondisi eutrofikasi dapat dilihat secara visual yaitu permukaan perairan danau yang sebagian besar tertutup oleh tanaman air enceng gondok (*Eichornia crassipes* (Mart.) Solms).

Penurunan kualitas air karena eutrofikasi akan menurunkan fungsi perairan dan mengganggu ekosistem yang ada didalamnya. Aktivitas manusia merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap peningkatan bahan organik. Bahan organik akan terdekomposisi dan meningkatkan unsur fosfor dan nitrogen di perairan [6]. Unsur fosfor dan nitrogen yang masuk ke perairan danau akibat dari aktivitas manusia diantaranya berasal dari kegiatan industri yang berasal dari limbah sisa hasil produksi, rumah tangga yang berasal dari detergen, pertanian yang berasal dari pupuk, dan budidaya perikanan karamba yang berasal dari sisa ekskresi dan sisa pakan.

Kegiatan budidaya perikanan menggunakan karamba adalah aktivitas manusia yang paling banyak dilakukan di Danau Rawapening. Budidaya ikan

menggunakan karamba diduga menyebabkan masuknya bahan organik terutama unsur fosfor yang cukup besar ke badan perairan, sehingga semakin banyak jumlah karamba yang aktif beroperasi, maka jumlah bahan organik yang masuk juga akan semakin banyak.

Tingginya konsentrasi total fosfor (total-P) mengindikasikan bahwa bahan organik yang masuk ke perairan juga tinggi. Fosfor yang ada di perairan danau menjadi elemen utama dalam penetapan status kualitas air danau karena keberadaannya pada air danau sangat sedikit, sehingga sedikit penambahan fosfor ke perairan danau akan langsung menyebabkan terjadinya penyuburan tanaman perairan dan penurunan kualitas air [7]. Fosfor merupakan unsur penentu pertumbuhan bagi fitoplankton dan organisme lain di dalam perairan. Hal itu terjadi karena pada kondisi kandungan fosfor yang rendah, maka fitoplankton tidak dapat memanfaatkan nitrogen dengan baik sehingga pertumbuhan dan kemelimpahannya akan menurun [8]. Menurut [9], permasalahan fosfor di danau dianggap lebih penting dibandingkan dengan nitrogen karena nitrogen utamanya terikat dalam bentuk bahan organik sedimental, sehingga nitrogen merupakan zat yang pertama harus terurai, sedangkan fosfor terikat dan terakumulasi dalam bentuk anorganik.

Kandungan fosfor di perairan akan mempengaruhi kelimpahan fitoplankton. Alga atau fitoplankton dapat berperan sebagai salah satu parameter ekologi yang dapat menggambarkan kondisi suatu perairan dan juga merupakan komponen biotik penting dalam metabolisme badan air, karena merupakan mata rantai primer di dalam rantai makanan ekosistem perairan. Perubahan ukuran, jenis dan jumlah populasi plankton di perairan dapat menggambarkan keadaan struktur komunitas perairan. [10]. Populasi fitoplankton yang terlalu besar menunjukkan perairan yang mengalami

eutrofikasi. Eutrofikasi yang terjadi di danau akan mempengaruhi tingkat produktivitas perikanan budidayanya.

Pembatasan fosfor dapat dilakukan dengan cara mengurangi jumlah karamba yang telah melewati ambang batas serta manajemen pemberian pakan ikan yang baik dan tepat [11]. Pengelolaan budidaya perikanan menggunakan karamba yang baik dan tepat akan meningkatkan produktivitas perikanan itu sendiri. Oleh karena itu, kegiatan atau produksi budidaya perikanan di perairan danau harus ditentukan berdasarkan daya tampung beban pencemaran fosfornya. Daya tampung beban pencemaran fosfor danau adalah kemampuan air danau untuk menerima masukan beban pencemaran fosfor tanpa mengakibatkan air danau menjadi cemar berdasarkan karakteristik dan kondisi lingkungan disekitarnya yaitu morfologi dan hidrologi danau meliputi luas, volume, kedalaman dan debit air; kualitas dan status trofik; syarat baku mutu air dan alokasi beban pencemaran dari berbagai sumber dan jenis air [12]. Daya tampung beban pencemaran fosfor Danau Rawapening perlu ditetapkan sebagai pengendalian pencemaran fosfor di perairan terhadap kegiatan perikanan menggunakan karamba. Tujuan penelitian ini adalah Menganalisis kapasitas daya tampung beban pencemaran fosfor untuk budidaya perikanan serta menentukan jumlah karamba ideal berdasarkan daya tampung beban pencemaran fosfor untuk budidaya perikanan Danau Rawapening.

## 2. BAHAN DAN CARA KERJA

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli 2012. Penentuan lokasi penelitian menggunakan metode *Random Sampling* dengan tiga stasiun utama dan tiga ulangan tempat. Stasiun I adalah perairan danau sekitar tempat budidaya karamba, stasiun II adalah perairan danau selain wilayah budidaya karamba, stasiun III adalah perairan muara Daerah Tangkapan Air (DTA) danau. Masing-masing stasiun

dilakukan ulangan tempat sebanyak tiga kali. Stasiun karamba, ulangan I karamba Desa Rowoboni (Sumenep), ulangan II karamba Desa Bejalen (Selonder), dan ulangan III karamba Desa Asinan. Stasiun Perairan non karamba, ulangan I perairan Desa Banyubiru, ulangan II perairan Desa Kebondowo (Puteran), dan ulangan III perairan Desa Rowoboni (Segalok). Stasiun muara inlet danau, ulangan I muara Sungai Panjang, ulangan II muara Sungai Galeh, dan ulangan III muara Sungai Ngaglik

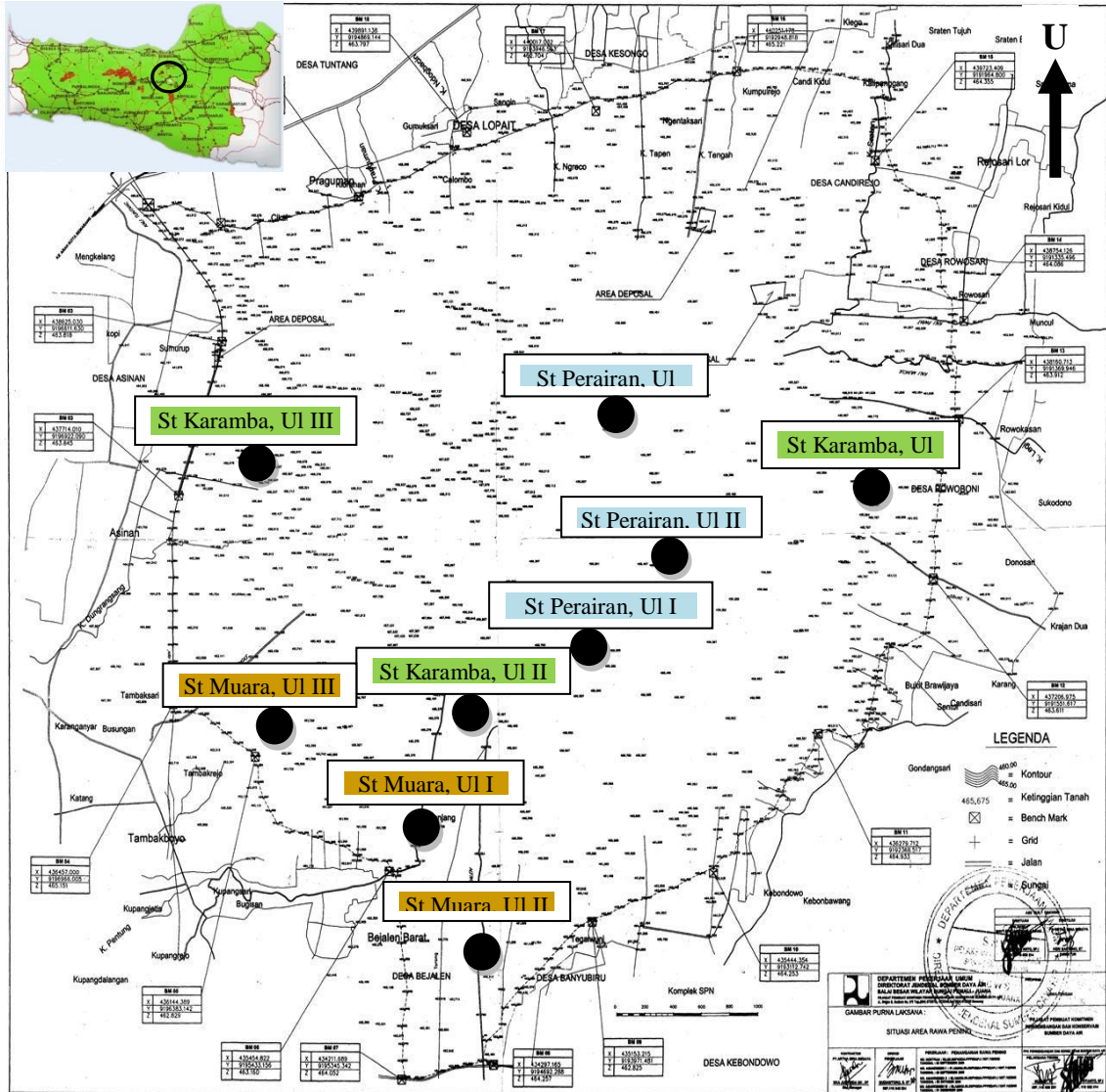
Bahan : Sampel air, 1 tetes indikator Phenolphthalein, 3 tetes  $H_2SO_4$ ,  $K_2S_2O_8$  5%, NaOH, larutan standar fosfat, ammonium molibdat (pengukuran total-P air), sampel pakan, sampel ikan, 50 g  $Mg(NO_3)_2$  dan akuades ( $H_2O$ ), 80 ml  $HNO_3$ , 3-5 ml HCl, 10-20 ml  $HClO_4$  70-72%, 40 g ammonium molibdat, 400 ml air panas dan dingin, 450 ml  $HClO_4$  70%, 0,0767; 0,0959; 0,1151; 0,1342, 0,1534; 0,1726; 0,1918 g  $KH_2PO_4$ , 0,4-1 mg  $P_2O_5$ , (pengukuran total-P pakan dan ikan).

Alat : labu kjeldahl 500 ml, pipet tetes, buret merk *Whatman* 50 ml dengan ketelitian 1 ml, labu erlenmeyer 100 ml, gelas ukur 100 ml, spektrofotometer, aluminium foil, botol air mineral 600 ml, water sampler, kertas label, ember plastik, *ice box* (pengukuran total-P air), tabung volumetric, pemanas, labu Kjeldahl, spektrofotometer, (pengukuran P-total pakan dan ikan).

Sampel air diambil dari ketiga ulangan tempat pada tiga stasiun. Sampel air yang telah diambil kemudian dimasukkan ke dalam botol air mineral 600 ml. Seluruh sampel didinginkan di dalam *ice box*. Sampel pakan dan sampel ikan diperoleh dari ketiga tempat budidaya karamba di Danau Rawapening.

Pengukuran kadar fosfor (total-P) dalam penelitian ini meliputi pengukuran total-P air, total-P pakan ikan dan total-P ikan budidaya. P-total air diukur dengan menggunakan metode Spektrofotometri (APHA, 2005). Proses destruksi sampel pakan dan ikan menggunakan metode

AOAC 957.02 Preparation of Test Solution. Proses pengukuran total-P pakan dan ikan menggunakan metode AOAC 958.01 Spectrophotometric Molybdovanado-phosphate Method.



Gambar 1 Titik Lokasi Pengambilan Sampel

Analisis daya dukung lingkungan perairan Danau Rawapening dilakukan berdasarkan Rumus Perhitungan Daya Tampung Danau dan/atau Waduk Untuk Budidaya Perikanan, Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 28 Tahun 2009 tentang Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau dan/atau Waduk.

**Morfologi dan Hidrologi Danau**

$$Z = 100 \times V/A$$

Z : Kedalaman rata-rata danau (m)

V : Volume air danau (juta m<sup>3</sup>)

A : Luas perairan danau (Ha)

$$\rho = Q/V$$

ρ : Laju penggantian air danau (per tahun)

Q : Jumlah debit air keluar danau (Juta m<sup>3</sup>/tahun)



### Alokasi Beban Pencemaran Unsur Fosfor (P)

$$\Delta[P]_d = [P]_{STD} - [P]_i - [P]_{DAS}$$

$\Delta[P]_d$  : Alokasi beban Total-P budidaya ikan ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )

$[P]_{STD}$  : Syarat kadar Total-P maksimal sesuai Baku Mutu Air atau Kelas Air ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )

$[P]_i$  : Kadar parameter Total-P hasil pemantauan danau ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )

$[P]_{DAS}$  : Alokasi beban Total-P dari DAS dan perairan danau selain budidaya ikan ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )

### Daya Tampung Beban Pencemaran Air Limbah Budidaya Ikan

$$L_{ikan} = \Delta[P] Z \rho / (1 - R_{ikan})$$

$$R_{ikan} = x + [(1-x)R]$$

$$R = 1 / (1 + 0,747 \rho^{0,507})$$

$$L_{aikan} = L_{ikan} \times A$$

$L_{ikan}$  : Daya tampung Total-P limbah ikan per satuan luas danau ( $\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{tahun}$ )

$L_{aikan}$  : Jumlah daya tampung Total-P limbah ikan pada perairan danau ( $\text{g}/\text{tahun}$ )

R : Total-P yang ditinggal bersama sedimen

$R_{ikan}$  : Proporsi Total-P yang larut ke sedimen setelah ada karamba

x : Proporsi Total-P yang secara permanen masuk ke dasar, 45-55%

### Pakan dan Limbah P Budidaya Ikan KJA

$$P_{LP} = FCR \times P_{pakan} - P_{ikan}$$

$P_{LP}$  : Total-P yang masuk danau dari limbah ikan ( $\text{kg}/\text{ton}$  ikan)

FCR : *Feed Conversion Ratio* (ton pakan/ton ikan)

$P_{pakan}$  : Kadar Total-P dalam pakan ( $\text{kg}/\text{ton}$  pakan)

$P_{ikan}$  : Kadar Total-P dalam ikan ( $\text{kg}/\text{ton}$  ikan)

### Jumlah Budidaya Perikanan

$$LI = L_{aikan} / P_{LP}$$

$$LP = LI \times FCR$$

LI : Jumlah produksi ikan karamba (ton ikan/tahun)

LP : Jumlah pakan ikan karamba (ton pakan/tahun)

### Penetapan Jumlah Karamba

**Jumlah ideal karamba** = LI / jumlah

produksi ikan per tahun per unit karamba

**Jumlah karamba yang harus dikurangi** = jumlah total eksisting karamba – jumlah ideal karamba

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Daya tampung beban pencemaran fosfor menunjukkan jumlah konsentrasi unsure fosfor maksimum yang mampu ditampung oleh Danau Rawapening berdasarkan morfologi dan hidrologi danau selama kondisinya belum berubah. Daya tampung beban pencemaran fosfor Danau Rawapening pada penelitian ini sesuai dengan hasil perhitungan rumus daya tampung beban pencemaran air danau menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 28 Tahun 2009.

Hasil kedalaman rata-rata danau menurut rumus daya tampung beban pencemaran fosfor (Tabel 1) menunjukkan bahwa kedalaman rata-rata Danau Rawapening cukup dangkal yaitu 1,22 m. kedalaman Danau Rawapening yang sangat dangkal menurut rumus daya tampung beban pencemaran fosfor dapat terjadi terutama karena di bagian pinggir danau sudah banyak yang mengalami pendangkalan, bahkan menjadi daratan sebagai lahan pertanian. Pendangkalan Danau Rawapening disebabkan karena degradasi kualitas air, sedimentasi yang cukup tinggi dan “bloomng” enceng gondok. Apabila kondisinya tidak berubah, maka diprediksi tahun 2012 Danau Rawapening akan menjadi daratan [13].

Laju pergantian air Danau Rawapening berdasarkan daya tampung beban pencemaran fosfor untuk budidaya perikanan adalah 7,68 per tahun. Hasil tersebut menunjukkan bahwa waktu tinggal air Rawapening cukup lama yang disebabkan oleh debit air keluar danau tersebut sangat kecil yaitu  $4,89 \text{ m}^3/\text{s}$ . Laju pergantian air atau waktu tinggal air yang lama akan berpengaruh terhadap kandungan bahan organik di Danau Rawapening sehingga bahan organik yang mempengaruhi

pertumbuhan tanaman air akan terus terakumulasi, karena jumlah bahan organik yang masuk lebih besar dibandingkan dengan bahan organik yang keluar

mengingat inlet sungai yang masuk ke Rawapening jauh lebih banyak dibandingkan dengan outletnya yang hanya ada satu.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Daya Tampung Beban Pencemaran Fosfor Danau Rawapening

No	Keterangan		Simbol	Satuan	Nilai
1.	Morfologi dan Hidrologi Danau	Kedalaman rata-rata danau	Z	m	1,22
	Morfologi dan Hidrologi Danau	Laju penggantian air danau	$\rho$	per tahun	7,68
2.	Alokasi Beban Pencemaran Unsur Fosfor	Alokasi beban Total-P budidaya ikan	$\Delta[P]d$	mg/m <sup>3</sup>	15,67
3.	Daya Tampung Beban Pencemaran Air Limbah Budidaya Ikan	Daya tampung Total-P limbah ikan per satuan luas danau	Likan	g/m <sup>2</sup> .tahun	0,42
	Daya Tampung Beban Pencemaran Air Limbah Budidaya Ikan	Jumlah daya tampung Total-P limbah ikan pada danau	Laikan	g/tahun	6,93 x 10 <sup>6</sup>
	Daya Tampung Beban Pencemaran Air Limbah Budidaya Ikan	Total-P yang tinggal bersama sedimen	R	-	0,23
		Proporsi Total-P yang larut ke sedimen setelah ada karamba	Rikan	-	0,65
4.	Pakan dan Limbah Budidaya Ikan Karamba	Total-P yang masuk danau dari limbah ikan	PLP	kg/ton ikan	20
	Pakan dan Limbah Budidaya Ikan Karamba	Feed Corvertion Ratio	FCR	ton pakan/ton ikan	1,83
5.	Jumlah Budidaya Perikanan	Jumlah Produksi Ikan Karamba	LI	ton ikan/tahun	346,50
	Jumlah Budidaya Perikanan	Jumlah Pakan Ikan Karamba	LP	ton pakan/tahun	634,10

Fungsi Danau Rawapening yang serbaguna sebagai wisata air atau rekreasi, budidaya perikanan, PLTA, irigasi, serta pengendali air saat musim hujan menjadikan alokasi beban pencemaran limbah budidaya ikan di Rawapening tergantung pada syarat kadar P total pada air danau, alokasi beban pencemaran total-P dari DAS, dan total-P hasil pemantauan air danau (KLH, 2009). Besarnya kadar total-P maksimum berdasarkan baku mutu air kelas II PP No. 82 Tahun 2001 yaitu 0,20 mg/l, sehingga alokasi beban pencemaran unsur P Danau Rawapening adalah nilai baku mutu total-P dikurangi nilai total P dari perairan karamba dan perairan non karamba dan diperoleh hasil 15,67 mg<sub>m</sub><sup>3</sup>. Hal tersebut menunjukkan

jumlah unsur P yang masuk ke Rawapening cukup tinggi.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari perhitungan rumus daya tampung beban pencemaran fosfor maka diketahui bahwa jumlah beban total-P maksimum yang mampu ditampung oleh Danau Rawapening adalah sebesar 6,93x10<sup>6</sup> gram per satuan luas danau per tahun. Batasan jumlah beban pencemaran fosfor maksimal yang diperbolehkan masuk ke Danau Rawapening tersebut menjelaskan bahwa harus dilakukan pembatasan beban pencemaran fosfor yang masuk ke perairan danau agar permasalahan kesuburan perairan Rawapening dapat diatasi.

Nilai Feed Conversion Ratio (FCR) yang didapat dalam penelitian ini adalah 1,83. Rasio konversi pakan ikan nila yang dibudidayakan umumnya adalah 1,50. Hal tersebut menunjukkan bahwa jumlah pakan yang diberikan oleh petani ikan karamba di Danau Rawapening masih kurang efisien [14]. Pemberian pakan yang tidak efisien dapat menyebabkan masuknya bahan organik yang berlebihan ke perairan dan mengakibatkan terjadinya eutrofikasi.

Jumlah produksi perikanan budidaya menggunakan karamba maksimum Danau Rawapening adalah sebesar 346,50 ton ikan/tahun, dengan jumlah pakan maksimum yang dapat diberikan adalah 634,10 ton pakan/tahun. Apabila dibandingkan dengan jumlah produksi ikan budidaya menggunakan karamba pada saat ini yaitu sebesar 2,4 ton ikan per tahun x 452 unit karamba = 1.084,80 ton ikan/tahun, maka berarti jumlah produksi perikanan karamba pada saat ini telah melebihi batas yang ditentukan berdasarkan daya tampung beban pencemaran fosfor. Hal yang sama juga untuk jumlah pakan yang diberikan pada budidaya perikanan karamba yaitu 4,38 ton pakan x 452 unit karamba = 1.979,76 ton pakan/tahun, jumlah tersebut lebih besar dua kali lipat dibandingkan ketentuan jumlah pakan budidaya karamba berdasarkan daya tampung beban pencemaran fosfor.

Jumlah karamba ideal untuk ukuran petak 6 x 6 m yang sesuai dengan daya tampung beban pencemaran fosfor Danau Rawapening adalah sebesar 145 unit atau luasan 20.880 m<sup>2</sup> (0,13% dari luas danau). 1 unit karamba yaitu 4 petak karamba yang umumnya berukuran 6 x 6 m. Jumlah eksisting total karamba menurut Dinas Peternakan dan Perikanan Kabupaten Semarang sampai pada data akhir tahun 2011 adalah 452 unit atau luasan 65.088 m<sup>2</sup> (0,39% dari luas danau), menunjukkan bahwa karamba yang ada di perairan Danau Rawapening sudah melewati ambang batas, sehingga perlu ada pengurangan jumlah karamba yaitu sebesar 307 unit.

Menurut Balai Pengelolaan Sumberdaya Air (BPSDA) Provinsi Jawa

Tengah, umumnya pembatasan luasan karamba di danau atau waduk yang ditetapkan pemerintah yaitu sebesar 1% sampai 2% tergantung pada ketentuan pemerintah daerah setempat, namun berdasarkan hasil penelitian ini diketahui bahwa ketentuan pembatasan luasan karamba tersebut sudah tidak sesuai lagi apabila diterapkan di danau-danau yang sudah mengalami masalah eutrofikasi yang cukup parah terutama di Danau Rawapening. Hal tersebut juga menunjukkan bahwa ketentuan penetapan luasan maksimum karamba di danau atau waduk akan terus menurun setiap tahunnya seiring dengan proses pertambahan unsur hara perairan terutama unsur fosfor yang mengakibatkan eutrofikasi.

Salah satu solusi alternatif untuk mengurangi masuknya beban pencemar fosfor ke perairan adalah dengan pembatasan jumlah produksi perikanan per unit karamba, serta pemberian pakan yang seefisien mungkin karena tanpa pemberian pakan buatan (pellet) yang berlebihan, ikan masih mendapatkan pakan alami yaitu plankton, baik fitoplankton maupun zooplankton, karena ketersediaannya sangat melimpah di perairan Rawapening. Hal tersebut juga didasarkan pada jenis ikan yang dibudidayakan pada karamba-karamba di Danau Rawapening yang umumnya memelihara ikan nila. Ikan nila merupakan jenis ikan herbivora yang juga dapat memakan fitoplankton serta daun tanaman air yang tipis.

Masuknya jumlah beban pencemar fosfor yang berlebih ke badan perairan akan mengakibatkan perairan mengalami kesuburan atau eutrofikasi, hal ini sudah terbukti dari penilaian kriteria perairan berdasarkan nilai total-P Danau Rawapening yaitu perairan tersebut sudah memasuki kriteria eutrofik menuju hipereutrofik.

#### 4. KESIMPULAN

Daya tampung beban pencemaran fosfor untuk budidaya perikanan Danau Rawapening tahun 2012 berdasarkan perhitungan rumus Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 28 Tahun 2009 adalah sebesar  $6,93 \times 10^6$  gram per tahun. Daya tampung tersebut menunjukkan jumlah beban unsur fosfor maksimal yang mampu diterima oleh Danau Rawapening saat ini.

Jumlah unit karamba ideal (1 unit = 4 petak, ukuran 6x6 m) di Danau Rawapening adalah 145 unit atau luasan  $20.880 \text{ m}^2$  (0,13 % dari luas danau). Sampai dengan akhir tahun 2011 jumlah karamba yang ada di Rawapening adalah 452 unit atau  $65.088 \text{ m}^2$  (0,39 % dari luas danau), sehingga jumlah karamba saat ini sudah melebihi kriteria daya tampung beban pencemaran fosfor dan perlu ada pengurangan jumlah karamba sebesar 307 unit atau  $44.208 \text{ m}^2$ .

#### Daftar Pustaka

- [1] Soeprbowati, T. R. 2011. *Kajian Perubahan Ekosistem Danau Rawapening Menggunakan Diatom sebagai Bioindikator*. Prosiding. Semarang : Simposium Nasional Penelitian Perubahan Iklim. Kementerian Lingkungan Hidup bekerjasama dengan UNDIP.
- [2] Sulistyawati, I, Soedarini, Bernadetha, Widianarko, dan Budi. 2006. *Degradation of Tehe Rawa Pening Lake, Central Java and Its Consequences On Freshwater Animal Resources*. A Research Proposal. 2<sup>nd</sup> International Conference on Environment and Urban management. Semarang : Soegijapranata Chatolic University.
- [3] Soeprbowati, T. R., S. D. Tandjung, Sutikno, S. Hadisusanto, dan P. Gell. 2010. *Stratigrafi Diatom Danau Rawapening : Kajian Paleolimnologi Sebagai Landasan Pengelolaan Danau*. Prosiding Seminar Nasional Limnologi V Tahun 2010.
- [4] Budihardjo, M.A. dan H. S. Huboyo. 2007. Pola Persebaran Nitrat dan Phosphat dengan Model Aquatox 2.2 serta Hubungan terhadap Tanaman Enceng Gondok pada Permukaan Danau (Studi Kasus Danau Rawapening Kabupaten Semarang). *Jurnal Presipitasi*, Vol. 3 (2) : 58-66. Semarang : Departemen of Environmental Engineering, Institutional Repository, UNDIP.
- [5] Reddy, M. V. (ed). 2005. *Restoration and Management of Tropical Eutrophic lakes*. USA : Science Publisher, Inc. 533 Hal.
- [6] DES, New Hampshire. 2010. *Lake Eutrophication*. Environmental Fact Sheet. [www.des.nh.gov](http://www.des.nh.gov).
- [7] Mylavarapu, R. 2011. *Impact of Phosphorus on Water Quality*. University of Florida. IFAS Extension.
- [8] Wardoyo, S.T.H. 1981. *Kriteria Kualitas Air untuk Keperluan Pertanian dan Perikanan*. IPB Bogor : Training Analisa Dampak Lingkungan PPLH-PSL.
- [9] Sondergaard, M. 2007. *Nutrient Dynamics in Lakes with Emphasis on Phosphorus, Sediment and Lake Restoration*. Doctor's Dissertation (DSc). Denmark : National Environmental Research Institute, University of Aarhus. Hal 41-74.
- [10] Umar, S. 2010. Struktur Komunitas dan Kelimpahan Plankton di Danau Sembuluh Kalimantan Tengah. *Seminar Nasional Biologi 2010*. Pusat Penelitian Pengelolaan Perikanan dan Konservasi Sumberdaya Ikan Jakarta. Yogyakarta : Fakultas Biologi UGM.
- [11] Rismawati. 2010. Analisis Daya Dukung Perairan Danau Toba terhadap Kegiatan Perikanan sebagai Dasar dalam Pengendalian Pencemaran Karamba Jaring Apung. Tesis (Dipublikasikan). Program Pascasarjana Program Studi Pengelolaan Alam dan Lingkungan. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- [12] KLH. 2009. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 28 Tahun 2009 tentang *Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau dan/atau Waduk*.
- [13] KLH. 2011. Gerakan Penyelamatan Danau (GERMADAN) Danau Rawapening. Kementerian Lingkungan Hidup.
- [14] Erlania, Rusmaedi, A. B. Prasetio, dan J. Haryadi. 2010. Dampak Manajemen Pakan dari Kegiatan Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Karamba Jaring

Apung terhadap kualitas Perairan Danau Maninjau. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*. Pusat Riset Perikanan Budidaya, Jakarta. Hal. 621-631.