

TELAAH LINGKUNGAN FISIK DANAU RAWA PENING

S. Sutanto B.R. dan Budi Sulaswono

Jurusan Geografi Fisik dan Lingkungan Fakultas Geografi UGM

ABSTRAK

Danau Rawa Pening terbentuk karena proses pembendungan hasil erupsi Gunung Ungaran Tua. Danau ini terletak di wilayah Kabupaten Semarang, mempunyai berbagai kegunaan meliputi sumber tenaga listrik, irigasi, pengendali banjir, perikanan, rekreasi, penghasil pupuk organik dan pusat kajian ilmiah. Permasalahan yang dijumpai di danau Rawa Pening relatif kompleks dan menimbulkan kontradiksi, terutama dari pemanfaatan danau yang tidak terkontrol. Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan metode survei dan teknik pengambilan contoh dilakukan secara purposive dengan mempertimbangkan lokasi sumber pencemar dan kondisi fisik Rawa Pening. Hasil penelitian menunjukkan air sungai-sungai yang masuk ke Rawa Pening, berdasarkan sifat fisik dan kimia air dalam kondisi yang baik ditandai oleh kandungan nilai oksigen terlarut relatif tinggi (6,1 – 8,2 mg/l), nilai daya hantar listrik (DHL) rendah (70 – 200 μ mhos), serta nilai unsur-unsur kimia yang juga relatif rendah. Kondisi tubuh perairan danau relatif baik, dengan kandungan oksigen terlarut di permukaan danau berkisar antara 9,8 – 3,3 mg/l, suhu air 29,5 – 24,7 °C, DHL 210 – 90 μ mhos, tipe air bikarbonat (berdasarkan kandungan anion) dan tipe sodium (berdasarkan kandungan kation). Pemanfaatan Rawa Pening yang diperkirakan mempercepat berakhirnya fungsi danau ini antara lain limbah pakan ikan dari usaha budidaya perikanan sistem karamba jaring apung, wisata dengan limbahnya, pertumbuhan enceng gondok (*Echornia crassipes*) dan pemanfaatan gambut yang tidak terkendali, serta sedimentasi dari sungai-sungai yang masuk ke danau. Upaya pengendalian limbah perikanan dengan cara pengawasan terhadap jenis pakan ikan, limbah wisata dengan meningkatkan sarana pembuangan limbah, pertumbuhan enceng gondok dilakukan dengan 'awir' dan pemotongan secara berkala, serta, membatasi pengambilan gambut. Untuk pengendalian sedimen diperlukan usaha pembuatan sumur resapan, 'sedimen trap', basin pengendali, intensifikasi terrasering dan penghijauan.

ABSTRACT

The lake of Rawa Pening was formed by damming up process due to the eruption of old Ungaran volcano. The lake lies in Semarang Regency. The lake has been use for multipurpose activities, such as hydroelectric, flood control, fisheries, recreation, organic fertilizer and center of scientific study. The problems found at the lake are complex, especially uncontrolled exploitation. The research aims at studying physical condition of Rawa pening lake, identifying lake usage and studying the possible effort to conserve the lake. The research was conducted through survey method. Water samples was taken purposively by considering the source of pollutant and lake physical condition. Laboratory analysis was applied for analyzing chemical water properties (CL, Ca, CaCO₃, Mg, CO₂, HCO₃, SO₄ and K) and suspension load. The result show that the water quality of rivers entering he lake is in good conditions, having high oxygen demand (6.1 – 8.2 mg/l), low salinity (70 – 200 μ mhos) and low chemical contents. The lake water body is in good condition as well, it's prove by the high oxygen demand (3.3 - 9.8 mg/l), normal water surface temperature (24.7 – 29.5 °C), low electric conductivity (90 – 210 μ mhos/cm), bicarbonate type water (base on kation contents) and sodium type (base on anion contents). The usage of Rawa Pening lake which deteriote the function of the lake are rotten food fish from fisheries, tourism waste, the growth of echornia, uncontrolled peat exploitation, and sediment from rivers surrounding the lake. Effort to control fisheries waste can be done by regulating fish feeding; tourism waste control by improvement garbage basket and sanitary; the growth of echornia controlled by 'awir', continuous cutting and controlled peat exploitation; there are some efforts should be done to control sediment such as making recharge well, sediment trap, retarding basin, intensification of terracing and re-greening.

PENDAHULUAN

Pemanfaatan suatu danau perlu mempertimbangkan sistem yang bekerja pada danau yang bersangkutan, karena cekungan danau terbentuk secara alami dan tidak dirancang untuk suatu bentuk pemanfaatan tertentu. Faktor-faktor yang bekerja pada suatu danau meliputi diastropisme, sedimentasi, iklim, vegetasi dan pencemaran. Mekanisme kerja faktor-faktor tersebut akan menyebabkan danau kehilangan fungsi. Dari ke lima faktor perubah fungsi danau, hanya faktor diastropisme yang tidak dapat diatasi oleh manusia dengan teknologinya. Pemahaman mengenai mekanisme kerja empat faktor yang lain dapat digunakan oleh manusia untuk mempertahankan dan melestarikan keberadaan dan fungsi suatu danau.

Danau Rawa Pening, danau alami yang terbentuk karena proses pembendungan oleh hasil erupsi dari Gunung Ungaran Tua (Bemmelen, 1943) terletak di Provinsi Jawa Tengah (± 35 km selatan kota Semarang) merupakan satu kasus danau alami yang terancam keberadaannya. Pada saat ini danau Rawa Pening dimanfaatkan untuk berbagai keperluan seperti sumber tenaga listrik, irigasi, pengendali banjir, perikanan, rekreasi, penghasil pupuk organik, sumber air bersih dan pusat studi ilmiah. Beragamnya pemanfaatan danau alami tersebut dapat menimbulkan kerusakan pada lingkungan fisik danau, sehingga danau pada suatu saat akan kehilangan fungsinya.

Berbagai permasalahan yang dijumpai sehubungan dengan keberadaan dan pemanfaatan danau Rawa Pening, pada umumnya bersifat kompleks dan menimbulkan kontradiksi, terutama apabila dikaitkan dengan upaya-upaya pelestarian keberadaan danau Rawa Pening. Berdasarkan pengamatan di lapangan, dapat ditemui berbagai aktivitas manusia maupun yang berlangsung secara alami diperkirakan mempercepat berakhirnya fungsi danau tersebut. Berkurangnya kadar oksigen terlarut karena pemanfaatan gambut yang berlebihan dan pembuatan keramba jaring apung (KJA) untuk budidaya ikan yang tidak terkendali; pencemaran karena limbah wisata dan limbah domestik dari permukiman di sekitar danau yang tidak terkontrol, berkurangnya luas permukaan air danau karena pertumbuhan enceng gondok yang relatif cepat, serta pendangkalan danau karena sedimentasi dari sungai-sungai kecil yang bermuara di Rawa Pening.

Berdasarkan permasalahan yang dijumpai di danau Rawa Pening disusun kegiatan penelitian yang bertujuan: (1) mempelajari kondisi fisik danau Rawa Pening; (2) mengidentifikasi pemanfaatan danau yang diperkirakan mempercepat berakhirnya fungsi danau Rawa Pening; (3) mempelajari upaya yang sudah dilakukan dan menyusun untuk menjaga kelestarian danau Rawa Pening.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman mengenai kondisi lingkungan fisik dan permasalahan serta upaya menjaga kelestarian danau di Rawa Pening, yang sangat besar artinya bagi kajian ilmu Limnologi. Selain itu, hasil penelitian diharapkan dapat bermanfaat bagi pengelola danau Rawa Pening dalam menjaga kelestarian dan pemanfaatan danau untuk menunjang pembangunan.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah peta topografi skala 1:50.000, kuesioner dan khemikalia. Alat-alat yang dipakai adalah Ec meter (pengukur DHL; daya hantar listrik), pH sticks, sextant, theodolith, echosounder, pengambil contoh air dan sedimen, pengukur arus, dan pita ukur.

Data yang dikumpulkan meliputi data sekunder dan data primer. Data sekunder yang dikumpulkan mencakup data iklim, geologi, geomorfologi, penggunaan lahan dan tata air, pertumbuhan dan eksploitasi enceng gondok, dan jumlah KJA. Data primer yang dikumpulkan

meliputi lokasi KJA, lokasi eksploitasi gambut, lokasi wisata, sifat fisik dan kimia air, serta data debit dan sedimen sungai-sungai yang bermuara di Rawa Pening.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode survei meliputi tiga tahapan. Tahap pertama adalah kegiatan pralapangan yang dilakukan dengan cara telaah pustaka, pengumpulan data sekunder, penyiapan bahan dan alat penelitian. Tahap kedua adalah kerja lapangan yang dilaksanakan melalui orientasi lapangan, penentuan daerah contoh, wawancara, pengamatan dan pengukuran serta pengambilan contoh air. Tahap ketiga adalah kegiatan pascalapangan yang meliputi analisis laboratorium, analisis data sekunder dan primer.

Pengukuran sifat fisik air danau Rawa Pening dilakukan langsung di lapangan pada sembilan sungai yang masuk ke danau dan 15 lokasi pada tubuh perairan danau. Sifat kimia air dilakukan dengan mengambil contoh air dan dianalisis di laboratorium, selain hal tersebut dilakukan pengukuran variasi harian oksigen terlarut (DO) dan suhu air di sekitar Dermaga Bukit Cinta dan di sekitar lokasi KJA. Lokasi pengukuran dan pengambilan contoh disajikan pada Gambar 1. Sifat fisik air yang diukur meliputi suhu air, daya hantar listrik (DHL), kandungan oksigen terlarut (DO) dan pH; analisis kimia air meliputi unsur-unsur K, Ca, Mg, CaCO_3 , Cl, SO_4 dan HCO_3 .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Danau Rawa Pening

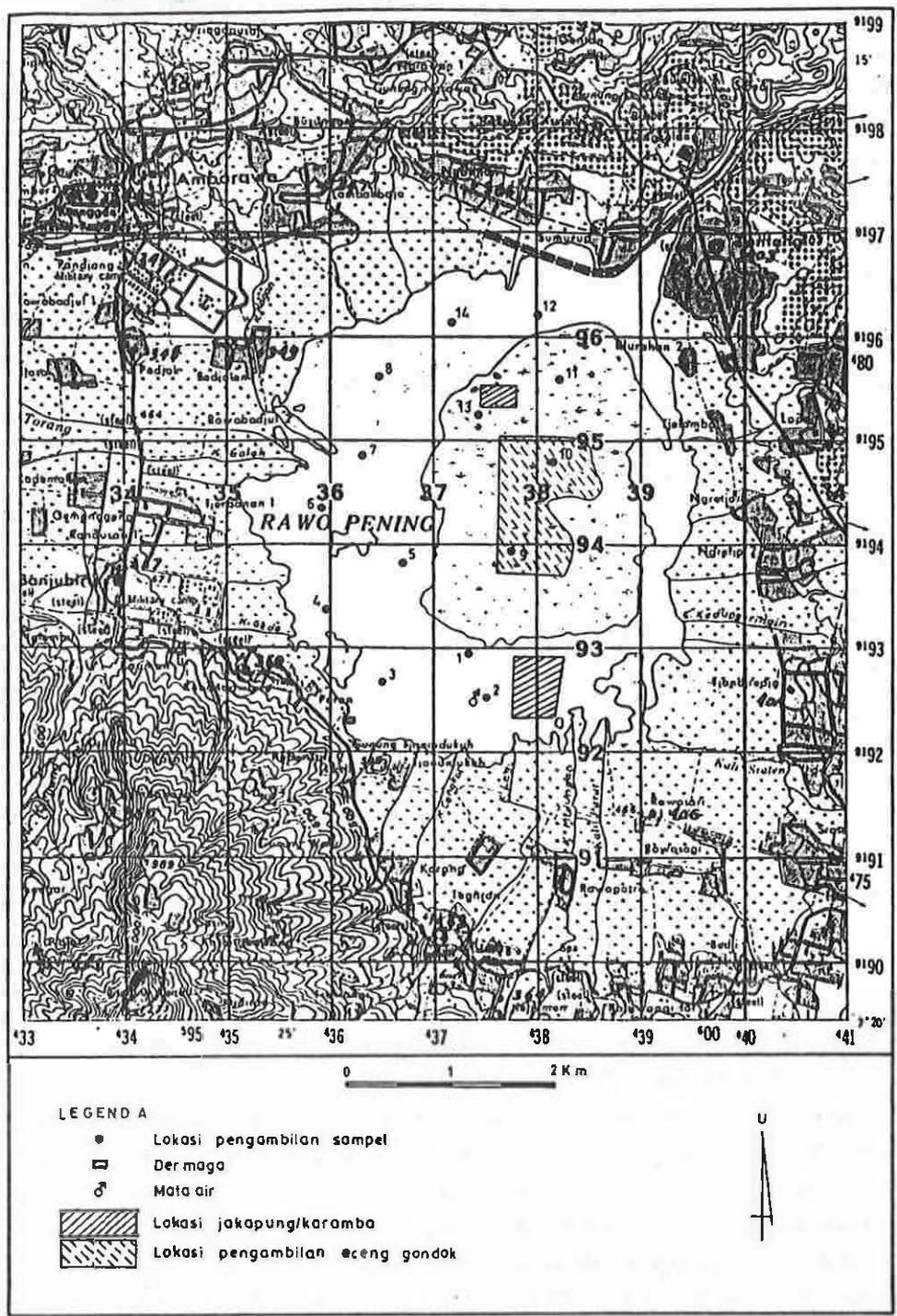
Danau Rawa pening secara astronomis terletak pada $110^{\circ}23'23''$ – $110^{\circ}28'21''$ Bujur Timur dan $7^{\circ}15'25''$ – $7^{\circ}20'15''$ Lintang Selatan. Luas genangan maksimum Danau Rawa Pening 2.700 ha, volume air maksimum $\pm 65.106 \text{ m}^3$ dan luas minimum antara 1.300 – 650 ha dengan volume $\pm 15.106 \text{ m}^3$. Fluktuasi kedalaman air maksimum dan minimum $\pm 2,40 \text{ m}$ dengan tingkat evaporasi rata-rata harian sebesar 5,9 mm/hari.

Secara fisiografik Danau Rawa Pening dan dataran aluvial di sekitarnya terbentuk karena adanya amblesan (*subsident*) Gunungapi Suropati Tua, yang menyebabkan kaki gunungapi di bagian utara bergeser lebih ke utara yang menimbulkan struktur sesar naik. Cekungan (*basin*) Rawa Pening terjadi karena adanya pembendungan oleh lahar gunung api Ungaran Tua yang bersifat basaltis menutup aliran Sungai Tuntang. Pembentukan ini diperkirakan terjadi pada kala Holocene hingga Pleistocene. Litologi yang dijumpai di sebelah utara Rawa Pening adalah breksi vulkanik, aliran lahar dengan sisipan aliran lava dan tufa halus sampai kasar dari Formasi Notopuro yang diendapkan pada kala Pleistocene hingga Pleiocene. Batuan vulkanik hasil kegiatan dari Gunung Ungaran Purba dan Gunung Merbabu yang diendapkan pada kala Holocene hingga Pleistocene dijumpai di bagian selatan dan barat laut.

Air danau Rawa Pening bersumber dari mata air dan sungai-sungai yang alirannya masuk ke danau ini. Mata air yang dijumpai di sekitar danau ini antara lain adalah mata air Muncul, Rawa Pening, Tonjong, Petet dan Parat. Sungai-sungai yang alirannya masuk ke Rawa Pening adalah sungai Legi, Mulungan, Muncul, Kedung Ringin, Parat, Nagan, Cengkar, Torang dan Galeh. Lokasi mata air dan sungai-sungai tersebut disajikan pada Gambar 1.

Outlet danau Rawa Pening terletak pada bagian Kali Tuntang yang mengalami pembendungan secara alami, sebagaimana telah disebutkan sebelumnya. Pada lokasi *Outlet* ini dibangun pintu air

untuk mengendalikan debit air yang keluar danau, hal ini dilakukan karena air danau Rawa Pening antara lain dimanfaatkan untuk sumber pembangkit listrik tenaga air di PLTA Jelok (20.000 KWH) dan PLTA Trimo (12.000 KWH), serta sumber air irigasi sawah seluas ± 40.000 ha.



Gambar 1. Danau Rawa Pening dan Sekitarnya

Hasil pengukuran sifat fisik air menunjukkan, bahwa pada umumnya, air sungai-sungai yang masuk ke Rawa Pening dalam kondisi yang baik dan tidak mempunyai nilai DHL yang tinggi. Nilai DO dari sembilan sungai yang berkisar antara 6,1–8,2 mg/l dan DHL antara 70 – 200 μ hos/cm, dan didukung pula oleh rendahnya kandungan unsur-unsur kimia air yang dianalisis (Tabel 1 dan Tabel 2).

Tabel 1. Debit Aliran dan Suspensi Sungai-Sungai yang Masuk Rawa Pening

No.	Sungai/desa	Debit aliran (m ³ /dt)	Kadar suspensi (gr/lt)	Debit suspensi (gr/dt)
1.	Legi	0,11	0,5252	57,8
2.	Mulungan 1	0,35	0,2040	+71,4
3.	Mulungan 2	0,18	0,3990	71,8
4.	Parat	1,03	0,4277	440,6
5.	Nagan	0,08	0,2497	+20,0
6.	Cengkar	1,65	0,3652	835,7
7.	Torong	0,754	0,081	61,07
8.	Panjang	1,192	0,053	63,18
9.	Galeh (Banjir)	15,2	0,3865	5.3874,8
10.	Tuntang	71,134	0,0538	3.829,38

Tabel 2. Hasil Pengukuran Sifat Fisik Air dari Sungai-Sungai yang Masuk Rawa Pening

No.	Sungai	Tempèratur	DO (mg/l)	DHL (μ hos/cm)
1.	K. Legi	27	7,2	120
2.	K. Mulungan I	27	8,2	140
3.	K. Mulungan 2	27	7,5	120
4.	K. Gadang	27	8,0	120
5.	K. Parat	26	7,8	80
6.	K. Nagan	26	6,1	105
7.	K. Panjang	27	6,7	200
8.	K. Torong	27	7,8	70
9.	K. Galeh	28	7,0	175

Pengukuran sifat fisik air tubuh perairan danau dilakukan di permukaan dan di dasar, hal ini dilakukan untuk mengetahui variasi secara vertikal dan pengaruh dari pemanfaatan tubuh perairan. Agihan suhu permukaan air danau berkisar antara 29,5 - 24,7 ° C dan suhu dasar danau antara 26,5 – 22,5° C, agihan DO di permukaan antara 9,8-3,3 mg/l dan di dasar antara 9,8 – 1,7 mg/l, agihan DHL di permukaan antara 210– 90 μ hos/cm dan di dasar antara 225 - 90 μ hos/cm (Tabel 3). Kedalaman air danau pada lokasi pengukuran berkisar antara 7 - 1,38 m. Pada umumnya, kondisi air Rawa Pening masih tergolong baik dan dapat digolongkan dalam tipe bikarbonat berdasarkan kandungan anion, serta tipe sodium berdasarkan kandungan kation dalam air (Tabel 4).

Tabel 3 Hasil Analisa Kualitas Air Sungai-Sungai yang Masuk Rawa Pening

Sungai	Unsur	Cl (ppm)	Ca (ppm)	CaCO ₃ (ppm)	Mg (ppm)	CO ₂ (ppm)	HCO ₃ (ppm)	SO ₄ (ppm)	K (ppm)
Galeh		10,05	23,606	89,76	0	3,6	57,049	22,049	6
Torong		8,04	21,639	81,60	6,688	2,88	55,082	10,17	7
Panjang		8,04	19,762	73,44	5,898	1,44	49,180	7,52	3,5
Parat		10,05	17,705	61,20	4,122	1,44	33,442	0,46	5,7
Cengkar		17,06	19,672	81,60	7,880	2,16	55,082	11,05	4,8
Legi		8	22	-	2,59	16	50,4	22	5,5
Mulungan		8	22	-	24	12,8	75,6	12,81	4,7

Tabel 4. Pengukuran Sifat Fisik Pada Tubuh Perairan Danau Rawa Pening

Lokasi	Kedalaman (m)	Suhu Air °C		DO mg/l		DHL (µmhos/cm)	
		Permukaan	Dasar	Permukaan	Dasar	Permukaan	Dasar
1.	4,1	28	26,3	3,65	1,7	164	164
2.	6,21	29,5	25,6	7,5	1,5	186	156
3.	7	28	26	6,8	7,1	168	168
4.	5,5	25,4	26	6,2	6,8	200	168
5.	3,7	26,5	26,5	8,5	9,8	200	166
6.	2,8	26,5	26,5	8,5	9,2	188	168
7.	4,8	24,7	24	8,4	6,5	210	225
8.	2,8	25	24	9,2	3,6	185	190
9.	1,38	26	24	7,8	4	180	176
10.	2,1	26,5	25	9,8	8	176	168
11.	1,85	26	25	8,6	7,5	180	172
12.	5,9	25,7	24	7,8	2,1	110	120
13.	1,9	25,8	25,6	6,6	3,5	102	101
14.	3,1	25,5	23,5	6,7	5,5	110	97
15.	2,3	25,7	23,9	6,6	5,5	127	122
16.	2,1	26,1	23	7,8	2,6	106	106
17.	1,85	25,5	22,5	7,9	3,4	111	105
18.	2,0	14	23	6	3	110	96
19.	1,5	24	23,5	3,3	2,4	108	107
20.	1,5	25,2	23,2	3,8	3,5	90	89
21.	1,5	25	23,9	8	4,25	100	98
22.	1,4	25	23	6,6	44	100	98

Pemanfaatan Danau Rawa Pening dan Permasalahannya

Sebagaimana telah disebutkan terdahulu, perairan danau Rawa Pening pada saat penelitian ini dilaksanakan dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Pada bagian ini hanya akan diuraikan pemanfaatan air danau yang diperkirakan menimbulkan permasalahan pencemaran air, berkurangnya luas permukaan dan pedangkalan danau.

Pemanfaatan perairan Rawa Pening yang diperkirakan menimbulkan pencemaran air antara lain adalah usaha perikanan, wisata air dan limbah permukiman. Usaha perikanan dengan

menggunakan KJA telah dilakukan sebelum tahun 1985 dan mencapai puncaknya pada tahun 1985 dengan jumlah KJA mencapai sekitar 200 buah yang mengelompok pada dua lokasi. Pada saat penelitian dilakukan jumlah KJA yang dapat dijumpai sekitar 40 buah, dan penyusutan jumlah KJA tersebut terjadi karena pemilik tidak mampu mengendalikan penurunan oksigen yang terutama disebabkan oleh sisa pakan ikan yang diberikan secara berlebihan, kesulitan pemasaran ikan dan biaya produksi yang relatif tinggi.

Pengamatan terhadap limbah wisata dilakukan di dermaga Bukit Cinta. Pada tubuh perairan di sekitar daerah wisata ini banyak dijumpai limbah padat yang berupa bekas bungkus makanan dan minuman, sisa-sisa makanan serta dan benda-benda padat lainnya. Pengaruh limbah pada tubuh perairan di sekitar daerah ini dapat dideteksi dari pengamatan DO yang dilakukan selama 24 jam. Hasil analisis pengamatan menunjukkan pada periode waktu pagi hari sampai pukul 12.00 rata-rata nilai DO rendah (kurang dari 4 mg/l), baik di permukaan maupun di dasar danau, setelah pukul 13.00 meningkat sampai nilai maksimal 8 mg/l, kemudian turun lagi hingga jam 20.00 malam. Pada periode waktu sore hari sampai jam 20.00 sirkulasi air tidak terjadi.

Enceng gondok (*Echorhia Crassipes*) menjadi permasalahan tersendiri di Rawa Pening yang bersifat kontradiktif. Pada salah satu sisi, pertumbuhan tumbuhan ini yang relatif cepat dapat mengurangi luas permukaan air danau dan mengganggu kelancaran aliran air yang keluar di pintu air; di sisi yang lain tumbuhan enceng gondok mempunyai fungsi dan manfaat yang menguntungkan bagi tubuh perairan, khususnya fauna danau maupun bagi penduduk yang tinggal di sekitar danau.

Tumbuhan enceng gondok dapat tumbuh relatif sangat cepat karena mempunyai cara perkembangbiakan secara vegetatif dan generatif. Secara vegetatif tanaman ini berkembang biak melalui stolon yang menghubungkan tumbuhan baru dengan induknya, secara generatif, tumbuhan ini berkembang biak melalui biji-biji yang dapat dihasilkan dalam jumlah besar dan tahan terhadap kekeringan. Santiago (1975) melaporkan bahwa pertumbuhan daun tumbuhan ini berkisar antara 7,5 – 12,5 % per hari, pertumbuhan berat basah 15,8 % per hari, pertumbuhan berat kering 17,4 % per hari, dan populasinya dapat berkembang menjadi dua kali lipat dalam jangka waktu 10 – 15 hari.

Dari berbagai laporan dapat diketahui bahwa luas permukaan air danau Rawa Pening yang tertutup oleh tumbuhan enceng gondok bervariasi dari waktu ke waktu. Luas penutupan Danau Rawa Pening oleh tumbuhan enceng gondok tertinggi pada tahun 1931 yang mencapai 800 ha. Dengan upaya-upaya pembersihan yang dilakukan, luas penutupan enceng gondok dapat dikurangi (Tabel 5).

Pada saat penelitian ini dilaksanakan, seiring dengan bertambahnya pengetahuan masyarakat di sekitar Rawa Pening, pandangan mengenai enceng gondok sebagai tumbuhan yang perlu dibasmi mulai berubah. Tumbuhan enceng gondok di Rawa Pening diketahui mempunyai berbagai

manfaat seperti a) sumber gambut; b) penghasil pupuk hijau; c) tempat pemijahan ikan; d) sumber makanan ternak; e) bahan baku kerajinan tangan; dan f) pembersih air rawa. Dengan demikian keberadaan tumbuhan ini di Rawa Pening perlu dipertahankan, namun perlu upaya pengendaliannya agar tidak menjadi tumbuhan pengganggu.

Sedimentasi yang terjadi di Rawa Pening berkaitan erat dengan pola pemanfaatan dan pengelolaan lahan di daerah aliran sungai (DAS) dari sungai-sungai yang bermuara di danau ini. Berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran muatan suspensi (Tabel 1), dapat diperkirakan besarnya muatan suspensi pada saat muka air tinggi dan muka air rendah dari sungai-sungai yang alirannya masuk ke Rawa Pening. Besarnya muatan suspensi pada saat banjir yang terukur di Kali Galeh sebesar 5.874,8 gr/dt (masuk ke danau), sedang yang terukur di Kali Tuntang (ke luar danau) sebesar 3.829,38 gr/dt, dengan demikian dapat diperkirakan bahwa sekitar 2.000 gr/dt (\pm 34 %) muatan suspensi tertinggal di danau.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Sifat Fisik Air dari Sungai-Sungai yang Masuk Rawa Pening

Tahun	Luas penutupan lahan (Ha)	Upaya pemberantasan/ keterangan
1931	800	Tenaga manusia; ditarik ke tepi, dikeringkan, dibakar; \pm 7 tahun dapat dikendalikan
1947	500	Secara kimiawi (larutan cicido); 7 bulan (Mei-Oktober bersih)
1964	700	Kimiawi; jumlah terbatas
1967	200	Tenaga manusia; sporadis; instansi terkait
Tahun-tahun berikutnya		Ada upaya pemanfaatan

Upaya Pengelolaan Danau Rawa Pening

Pencemar dari usaha budidaya ikan sistem KJA adalah hasil pembusukan sisa-sisa pakan ikan yang mengurangi bahkan dapat menghabiskan oksigen terlarut pada tubuh perairan danau. Upaya yang dapat dilakukan adalah dengan cara mengawasi jenis pakan ikan, yaitu jenis pakan terapung dan mudah dicerna ikan, sehingga sisa pakan yang terbuang tidak banyak.

Untuk mengendalikan limbah wisata dapat dilakukan dengan cara menambah sarana pembuangan limbah seperti tempat sampah dalam jumlah cukup dan terawat dengan baik, serta sarana kamar mandi dan kakus yang memadai.

Upaya pengendalian pertumbuhan enceng gondok dilakukan dengan membuat 'awir', yaitu mengikat enceng gondok pada tubuh perairan yang dibatasi oleh rentangan bambu atau tali sehingga perkembangan dan pertumbuhannya dibatasi. Enceng gondok yang terlepas dari 'awir' dibersihkan secara berkala tetapi dilakukan dengan teratur. Pemotongan enceng gondok

menggunakan mesin dapat dilakukan di sekitar kawasan Dermaga Bukit Cinta dan di outlet Rawa Pening.

Berdasarkan pengamatan di lapangan, pengendalian sedimen dari sungai-sungai yang masuk ke Rawa Pening belum dilakukan secara optimal dan belum memberikan hasil yang memuaskan. Usaha yang masih perlu dilakukan untuk mengendalikan sedimen antara lain adalah pembuatan sumur resapan, perangkap sedimen (*sediment trap*), basin pengendali, intensifikasi terrasering dan penghijauan. Untuk menjamin usaha-usaha pengendalian sedimen tersebut efisien dan berhasil guna, maka diperlukan serangkaian penelitian lanjutan yang berkaitan dengan masalah erosi dan pengelolaan lahan di hulu sungai-sungai yang masuk ke Rawa Pening.

KESIMPULAN

Kondisi air sungai-sungai yang masuk ke Rawa Pening, berdasarkan sifat fisik dan kimia air, dalam kondisi yang baik ditandai oleh kandungan nilai DO relatif tinggi (6,1 – 8,2 mg/l), nilai DHL rendah (70 – 200 μ mhos), serta nilai unsur-unsur kimia yang relatif rendah. Kondisi tubuh perairan danau relatif baik, dengan kandungan oksigen terlarut di permukaan danau berkisar antara 9,8 – 3,3 mg/l, suhu air 29,5 – 24,7 oC, daya hantar listrik 210 – 90 μ mhos, tipe air bikarbonat (berdasarkan kandungan anion) dan tipe sodium (berdasarkan kandungan kation).

Pemanfaatan yang dapat mempercepat berakhirnya fungsi danau Rawa Pening adalah limbah pakan dari budidaya ikan sistem KJA, wisata dengan limbahnya, pertumbuhan enceng gondok (*Echornia crassipes*) dan pemanfaatan gambut yang tidak terkendali.

Beberapa upaya pengelolaan untuk menjaga kelestarian danau Rawa Pening meliputi: upaya pengendalian limbah budidaya ikan dengan cara pengawasan terhadap jenis pakan ikan; meningkatkan sarana pembuangan limbah dari kawasan wisata; pembatasan pertumbuhan enceng gondok dilakukan dengan 'awir' dan pemotongan secara berkala, membatasi pengambilan gambut; sedangkan untuk pengendalian sedimen masih diperlukan usaha pembuatan sumur resapan, 'sedimentrap', basin pengendali, intensifikasi terrasering dan penghijauan.

DAFTAR PUSTAKA

- Erdelyi, Hand Galfi, J., 1988, *Surface and Subsurface Mapping in Hydrogeology*, Jhon Wiley and Sons, New York.
- Fetter, C.W., 1974, *Applied Hydrogeology*, MacMillan, New York.
- Hutchinson, G.E. and Loffler, H., 1956, *The Thermal Classification of Lakes*, Proc. Nat. Aced. Sei Washington 42. Pp. 84-86.
- Hem, J.D., 1970, *Study and Interpretation of The Chemical Characteristics of Natural Water*, United States Government Printing Office, Washington.

Little, E.C., 1968, *Report to The Government of Indonesia of the Control of Aquatic Vegetation in The Lake of Rawa Pening, Central Java*, United National Development Programme, FAO, Rome, Report No. TA 2534

Ruttner, F., 1977, *Foundamental of Limnology*, University of Toronto Press, Toronto.

Sprong, D., 1979, *Lake in The Humid Tropical Areas of The World A review of The Literature*, The Institute of Earth Science, Free University, Amsterdam.