

PREDIKSI SEDIMEN DANAU RAWA PENING TAHUN 2020 SEBAGAI DASAR RESERVASI SUNGAI TUNTANG BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Ariyani Indrayati dan Nur Izzatul Hikmah
Jurusan Geografi, FIS, Universitas Negeri Semarang

E-mail: ariyani.ideas@gmail.com

ABSTRAK

Rawa Pening adalah danau alam di Kabupaten Semarang, Jawa Tengah dengan luas 2.670 hektare. Sungai Tuntang dan Danau Rawa Pening merupakan suatu sistem tata air. Sebagai sebuah sistem diketahui terdapat 17 sungai yang menjadi inlet Danau Rawa Pening, sedangkan outletnya hanya satu yaitu Sungai Tuntang. Dengan demikian reservasi pada Sungai Tuntang harus dimulai dari Danau Rawa Pening sebagai sumber aliran air dari sungai tersebut. Eceng gondok (*Eichornia Craaipes*) adalah tumbuhan air yang berkembang sangat cepat dan menyebabkan proses sedimentasi di Danau Rawa Pening. Kecepatan tumbuh eceng gondok yang sangat tinggi akan berdampak negatif pada ekosistem lingkungan jika tidak diatasi. Tujuan dari penelitian ini adalah (1) Memetakan persebaran eceng gondok di Rawa Pening secara multi temporal (*time series*) (2) Menganalisis laju sedimentasi yang diakibatkan oleh eceng gondok di Rawa Pening (3) Menganalisis simulasi efektifitas pengendalian eceng gondok di Rawa Pening. Metode yang digunakan adalah metode kualitatif dengan menginterpretasi citra multispektral yang memiliki kepekaan terhadap pantulan cahaya dari vegetasi dan menyusun peta persebaran eceng gondok di Rawa Pening secara multi temporal (*time series*). Berikutnya adalah menganalisis laju sedimentasi berdasarkan perhitungan menggunakan rumus RUSLE. Dibagian akhir dilakukan observasi dan deskripsi upaya-upaya yang telah dilakukan pemerintah setempat untuk mengendalikan eceng gondok. Elaborasi dari ketiga temuan tersebut dijadikan dasar untuk membuat zonasi prioritas konservasi dengan berbasis SIG. Berdasarkan temuan dan upaya pengendalian tersebut diformulasikan model yang mensimulasikan kondisi Rawa Pening pada masa mendatang (Tahun 2020). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebaran eceng gondok semakin meluas dari tahun ke tahun yang mengakibatkan pendangkalan pada danau Rawa Pening, yang pada tahun 2008 memiliki kedalaman maksimal 18,4 meter di sekitar *tuk* Bukit Cinta. Berdasarkan laju sedimentasi, kondisi *existing* (tahun 2017) Rawa Pening memiliki kedalaman hanya 5 - 8 meter. Dengan adanya upaya pengendalian eceng gondok secara efektif dapat disimulasikan pada tahun 2020 kedalamannya akan mengalami kondisi tetap (*steady*). Sedangkan jika dilakukan pengendalian namun tidak efektif atau jika tidak dilakukan pengendalian sama sekali, maka laju sedimentasi akan semakin meningkat dan diperkirakan Danau Rawa Pening pada tahun 2020 hanya akan memiliki kedalaman 2 - 5 meter saja.

Kata Kunci: *Reservasi Sungai, Sebaran Eceng Gondok, Sedimentasi, Rawa Pening*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Eceng gondok (*Eichornia Craaipes*) adalah tumbuhan air yang hidup mengapung di air. Tanaman ini memiliki struktur tubuh berakar serabut dengan kecepatan tumbuh sangat

tinggi sehingga menyebabkan proses sedimentasi di danau atau rawa. Sedimentasi adalah suatu proses pengendapan material yang ditransportasi oleh media air, angin, es atau gletser di suatu cekungan. Proses sedimentasi meliputi proses erosi, transportasi (angkutan), pengendapan (*deposition*) dan pemadatan (*compaction*) dari sedimentasi itu sendiri.

Rawa Pening adalah danau alam di Kabupaten Semarang, Jawa Tengah dengan luas 2.670 hektar. Secara geografis Waduk Rawa Pening berada di antara jalan negara Semarang- Salatiga-Surakarta dan jalan kabupaten antara Salatiga-Ambarawa. Danau Rawa Pening terletak 32 km ke arah selatan dari kota Semarang dan 10 km ke arah utara dari kota Salatiga. Rawa Pening berada di cekungan terendah lereng Gunung Merbabu, Gunung Telomoyo, dan Gunung Ungaran yang mencakup beberapa kecamatan yaitu kecamatan Ambarawa, Bawen, Tuntang, dan Banyubiru. Secara astronomis terletak pada koordinat 7°04'00" - 7° 30'00" LS dan 110°24'46"-110°49'06" BT dan pada ketinggian 450 – 470 meter di atas permukaan air laut (Seri Data Pokok PSDA Provinsi Jateng 2006:I-1).

Di Rawa Pening terdapat eceng gondok yang tumbuh liar dengan kecepatan tumbuh yang sangat tinggi. Populasi eceng gondok pada tahun 1991 seluas 313,67 ha (20,68% wilayah perairan). Pada tahun 2001 meluas menjadi 661,08 ha (43,59% wilayah perairan). Pada tahun 2011 luas eceng gondok mencapai 731,50 ha (48,23% wilayah perairan). Kecepatan tumbuh eceng gondok yang tinggi akan berdampak negatif pada ekosistem lingkungan salah satunya menyebabkan sedimentasi (pendangkalan) di Rawa Pening. Laju sedimentasi yang meningkat setiap tahunnya, dikhawatirkan menyebabkan masalah yang tidak dapat diatasi.

Penelitian terdahulu menunjukkan sedimentasi yang disebabkan oleh hasil pelapukan eceng gondok terus mengalami peningkatan dari tahun 1991 ke tahun 2001 hingga tahun 2011. Pada tahun 1991, potensi sedimentasi hasil pelapukan eceng gondok sebesar 66.892,3 ton meningkat menjadi 153.745,3 ton pada tahun 2001 dan meningkat lagi menjadi 171.349,9 ton pada tahun 2011. Proporsi sedimentasi yang disebabkan oleh erosi lahan dengan eceng gondok pada tahun 1991 sebesar 98,36% dibanding dengan 1,61%. Perbandingan ini tidak banyak berubah pada tahun 2001 dan 2011. Dengan demikian dapat dilihat bahwa sumbangan sedimentasi di Danau Rawa pening sebagian besar disebabkan oleh erosi lahan (Apriliansa : 2014).

Tujuan dari penelitian ini adalah memetakan persebaran eceng gondok di Rawa Pening secara multi temporal (*time series*). Tujuan berikutnya menganalisis laju sedimentasi yang diakibatkan oleh eceng gondok di Rawa Pening. Tujuan ketiga, menganalisis simulasi efektifitas pengendalian eceng gondok di Rawa Pening.

Kondisi Fisik dan Fungsi Strategis Rawa Pening

Rawa Pening merupakan danau alami yang terletak di Provinsi Jawa Tengah. Secara alami, Danau Rawa Pening terbentuk melalui proses letusan vulkanik yang mengalirkan lava basalt dan menyumbat aliran Kali Pening di daerah Tuntang. Sebagai akibatnya lembah Kali Pening menjadi terendam air dan kemudian menjadi reservoir alami yang keberadaannya sangat penting bagi sistem ekologi (Wardani,2002). Rawa Pening berubah menjadi danau semi alami sejak pembangunan pertama dam dikembangkan di hulu Sungai Tuntang, pada tahun 1912 – 1916, sehingga permukaan air rawa naik dengan memanfaatkan Sungai Tuntang sebagai satu-satunya pintu keluar. Penggenangan lembah Kali Pening tersebut membawa dampak besar terhadap perubahan ekosistemnya, seperti penggambutan sisa-sisa hutan tropik, invasi tumbuhan air, terbentuknya pulau terapung dan berkembangnya komunitas akuatik. Perluasan danau dilakukan pada tahun 1936, sehingga genangan air maksimum mencapai ± 2.667 hektar pada musim penghujan dan ± 1,650 hektar pada musim kemarau (Goltenboth & Timotius, 1994).

Wilayah kawasan Rawa Pening meliputi 4 wilayah kecamatan dengan luas keseluruhan mencapai 6.488,558 Ha. Ke-4 kecamatan tersebut yakni Kecamatan Tuntang 2.163,478 Ha, Bawen 483,900 Ha, Ambarawa 961, 840 Ha dan Banyubiru 2.879,340 Ha.

Berdasarkan hasil analisis terhadap data statistik Kabupaten Semarang dan data 4 (empat) kecamatan yang berada pada kawasan Rawa Pening diperoleh hasil bahwa penggunaan jenis lahan terbesar di kawasan Rawa Pening adalah rawa itu sendiri (32,7% luas kawasan), sedangkan penggunaan lahan yang sifatnya produktif antara lain lahan basah/ sawah sebesar 1639,22 Ha (24,43% luas kawasan) serta tegalan sebesar 20,9% dan hutan 3,8%. Selain penggunaan lahan untuk pertanian, jenis pemanfaatan lahan untuk permukiman sebesar 747,29 Ha atau 11% dari luas kawasan Rawa Pening. Dilihat dari jenis penggunaan lahan terbesar pada kawasan ini yaitu sebagai rawa (Rawa Pening) dan lahan pertanian, terlihat bahwa masyarakat Rawa Pening sangat tergantung terhadap keberadaan rawa tersebut, terlebih lahan pertanian yang sangat luas yang berpotensi sebagai penghasil produk pangan untuk kepentingan masyarakat di kawasan tersebut maupun di sekitarnya. Sebagai bentuk pemanfaatan lahan, sektor pertanian mampu menghasilkan produksi padi terbesar yaitu rata – rata 51,93 Kw/Ha.

Rawa Pening berada dalam Sub DAS Rawapening. Sub DAS Rawapening terdiri dari 9 Sub-sub DAS dengan beberapa sungai yang bermuara di Danau Rawa Pening sebagai inlet dan satu sungai sebagai outlet yaitu Sungai Tuntang. Sembilan Sub-sub DAS tersebut adalah Sub-sub DAS Rengas, Panjang, Torong, Galeh, Legi, Parat, Sraten, Ringis, dan Kedung Ringin (Pekab Semarang, 2000). Secara administrasi, Sub DAS Rawapening meliputi 72 kelurahan/desa yang tersebar di 11 kecamatan yang masuk ke dalam wilayah administrasi Kabupaten Semarang dan Kota Salatiga seluas 29.864,54 Ha (termasuk Danau Rawapening). Sub DAS Rawapening dibatasi oleh beberapa Pegunungan yaitu Gunung Ungaran, Telomoyo dan Merbabu. Sub DAS Rawapening terletak pada ketinggian antara 368 – 3.681 m dpl. Kelerengan Sub DAS Rawapening bervariasi dari datar, landai, agak curam, curam hingga sangat curam. Antara 0% sampai dengan lebih dari 40%. Wilayah Sub DAS Rawapening terdiri dari 3 jenis tanah yaitu Alluvial, Latosol dan Regosol dengan tekstur tanah halus sampai agak halus dan memiliki kedalaman 30-90 cm (Kanwil BPN Provinsi Jawa Tengah, 2011).

Keberadaan waduk Rawa Pening sangat penting bagi sistem ekologi di Jawa Tengah bagian tengah. Menurut hasil pengukuran Proyek Jratunseluna tahun 2002/3, kapasitas tampungan air dari waduk Rawa Pening pada elevasi + 463,90 adalah 65.000.000 m³. Kapasitas tampung waduk yang cukup besar tersebut dan bentangan alam dari dataran pantai waduk sampai pegunungan yang mengitari waduk mempunyai arti yang sangat penting sehingga perubahan yang terjadi pada kawasan tersebut akan berdampak luas bagi kehidupan di Jawa Tengah bagian tengah. Beberapa fungsi strategis danau Rawa Pening yaitu sebagai pembangkit tenaga listrik, perikanan darat, irigasi pertanian, sumber air baku air minum dan obyek wisata air.

Eceng Gondok Penyebab Pendangkalan Rawa

Komposisi bahan organik di Rawa Pening umumnya relatif sangat tinggi, hal tersebut dapat terjadi karena adanya pembusukan dari tanaman air yaitu eceng gondok yang menumpuk di dasar perairan, limbah pakan ikan dan banyaknya limbah rumah tangga yang masuk ke dalam danau Rawa Pening. Bahan organik dapat menimbulkan terjadinya eutrofikasi yaitu proses bertumbuh-kembangnya organisme perairan karena kesuburan yang meningkat dan biasanya mempunyai dampak negatif terhadap biota. Dampak eutrofikasi yang sangat terlihat di Rawa Pening adalah *blooming* eceng gondok, dengan kecenderungan kenaikan persentasi penutupannya dari tahun ke tahun. Adanya kenaikan presentasi penutup lahan Rawa Pening oleh eceng gondok sehingga dapat dimaknai juga adanya kenaikan sedimentasi ataupun laju sedimentasi rawa. Eceng gondok yang memiliki akar serabut dengan kecepatan tumbuh sangat tinggi akan menyebabkan pengikatan material sedimentasi yang berakibat pengendapan material erosi yang berasal dari DAS Rawa Pening dalam rawa sehingga menyebabkan proses laju sedimentasi di danau atau rawa yang tinggi. Diperparah juga dengan sedimentasi akibat gambut hasil pelapukan eceng

gondok yang mengendap di rawa yang menyebabkan sedimentasi gambut dan pendangkalan rawa.

Pemanfaatan Penginderaan Jauh dalam Kajian Penggunaan Lahan Tubuh Air (Danau)

Pemanfaatan data penginderaan jauh satelit untuk pembangunan dan pengembangan metode penilaian dan pemantauan parameter ekosistem perairan danau sudah dilakukan oleh beberapa peneliti, seperti: Trisakti et al. (2013) melakukan kajian pengembangan metode penentuan luas permukaan air danau dan identifikasi vegetasi air yang menutupi permukaan air Danau Limboto. Brezonik et al. (2002) melakukan pemetaan parameter kualitas air (khususnya: Klorofil dan kecerahan perairan) danau di wilayah Amerika Serikat. Li et al. (2004) menyampaikan hasil kajian bahwa pemantauan dapat dilakukan untuk berbagai ukuran danau menggunakan citra berbeda resolusi spasial. Bahkan di luar negeri, pemanfaatan data satelit tidak hanya dalam lingkup kajian dan pengembangan model, tapi sudah masuk kedalam fase pemanfaatan untuk mendukung kegiatan operasional pemantauan kualitas air dan kondisi tropik danau.

Brezonik et al. (2002), Liu et al. (2007) dan Powell et al. (2008) telah membuat model pemetaan parameter kualitas air (klorofil, kecerahan perairan, suhu dan suspended solid) dan pemetaan status tropik danau menggunakan data Landsat TM/ETM+, dan telah menerapkan model tersebut secara operasional untuk memantau kondisi beberapa danau di Amerika dan Kanada. Status tropik perairan mengindikasikan tingkat kesuburan perairan karena berbagai macam unsur hara yang masuk ke perairan tersebut. Semakin tinggi tingkat kesuburan perairan akan mengakibatkan semakin cepatnya pertumbuhan alga (*alga bloom*) yang selanjutnya menyebabkan kematian ikan akibat permukaan air tertutup oleh lapisan alga sehingga mengurangi kandungan oksigen terlarut di dalam air.

Pemanfaatan data satelit untuk kegiatan pemantauan ekosistem danau di Indonesia, umumnya masih bersifat kajian dan hanya sedikit yang berlanjut sampai tingkat operasional. Hal ini disebabkan belum dilakukannya standarisasi prosedur pengolahan data sehingga informasi yang diperoleh tidak konsisten, yang selanjutnya mengakibatkan model algoritma yang dihasilkan cenderung bersifat spesifik untuk data dan lokasi tertentu. Pada kegiatan ini dilakukan pemanfaatan data penginderaan jauh untuk memantau beberapa parameter yang digunakan sebagai penilai status ekosistem danau sesuai dengan Pedoman Pengelolaan Ekosistem Danau dari Kementerian Lingkungan Hidup.

METODE

Penelitian ini dilakukan di daerah Rawa Pening atau Sub DAS Rawa Pening yang terletak di cekungan terendah lereng Gunung Merbabu, Gunung Telomoyo, dan Gunung Ungaran. Rawa Pening mencakup beberapa Kecamatan yaitu kecamatan Ambarawa, Bawen, Tuntang, dan Banyubiru, di Kabupaten Semarang, Jawa Tengah. Adanya kecepatan tumbuh eceng gondok yang sangat tinggi di Rawa Pening akan berdampak negatif pada ekosistem lingkungan jika tidak diatasi. Karena eceng gondok (*Eichornia Craaiipes*) merupakan tumbuhan air yang hidup mengapung dengan kecepatan tumbuh sangat tinggi sehingga menyebabkan proses sedimentasi di danau atau rawa. Sehingga dengan adanya laju pertumbuhan eceng gondok yang tinggi dapat menyebabkan pendangkalan rawa.

Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data, yaitu observasi lapangan, mengumpulkan data-data yang diperlukan untuk mengetahui hasil tanah yang tererosi dari daerah sekitar penelitian yang menyebabkan sedimentasi rawa menggunakan pendekatan RUSLE. Seperti, sampel tanah, untuk menguji struktur tanah, tekstur tanah, permeabilitas tanah dan kandungan organik dalam tanah. Pengamatan penggunaan lahan, untuk

mengetahui pengolahan tanaman dan cara bercocok tanam atau cara konservasi tanah daerah penelitian, dengan pengukuran kemiringan lereng, dan pengukuran kedalaman rawa. Dilakukan juga studi pustaka, dengan menggunakan literatur atau propertipe yang telah ada berkaitan dengan kondisi Rawa Pening di masa sekarang (2017) dan lampau (2001). Data juga berasal dari unduhan Citra Satelit Landsat sebagai data primer di <https://earthexplorer.usgs.gov/>.

Teknik Analisis Data

Teknik yang pertama adalah analisis Interpretasi Citra Satelit. Analisis ini digunakan untuk mengolah data dari citra satelit *time series* tahun 2001 dan tahun 2017. Dengan Citra Landsat ETM+ untuk 2001 dan Landsat 8 OLI/TIRS untuk tahun 2017. Melakukan pengoreksian pada citra satelit dan juga menggunakan komposit citra RGB 453 pada citra Landsat untuk menonjolkan informasi vegetasi. Teknik Analisis berikutnya adalah SIG (Sistem Informasi Geografis). Analisis ini digunakan untuk mengolah data spasial yang disajikan dalam bentuk peta. Data spasial berupa pemetaan diolah menggunakan software Arcgis 10.4 yang menghasilkan output peta *time series* keadaan Rawa pening yang melihat laju pertumbuhan Eceng Gondok.

Analisis metode RUSLE, menghitung laju erosi yang mengakibatkan sedimentasi di rawa dengan indikator metode RUSLE. Dilanjutkan dengan analisis deskripsi. Analisis ini digunakan untuk menggambarkan kondisi Rawa Pening (*Existing Condition*) pada tahun 2017 dan tahun 2020. Memperkirakan gambaran kondisi Rawa Pening pada tahun 2020 setelah adanya upaya pengendalian secara efektif, kurang efektif dan tidak ada pengendalian terhadap eceng gondok yang ada di Rawa Pening.

Dalam pelaksanaan penelitian ini dilakukan beberapa tahapan, yang pertama yaitu pengumpulan Data. Tahap pengumpulan data dilaksanakan untuk mengumpulkan data-data yang diperlukan dalam penelitian. Pengumpulan data dengan observasi lapangan dari lokasi sekitar penelitian yang dibutuhkan untuk menghitung laju erosi yang tersedimentasi menggunakan metode RUSLE. Juga dilakukan pengukuran kedalaman rawa. Pengumpulan data juga berasal dari *website online* penyedia citra satelit *Landsat* sebagai data primer penelitian ini.

Kedua, pelaksanaan penelitian dengan membuat peta sementara sebagai acuan dalam survei di lapangan dengan melakukan orientasi di daerah penelitian, setelah survei pendahuluan dilanjutkan dengan pelaksanaan observasi lapangan untuk mengambil data yang mendukung perhitungan laju erosi menggunakan metode RUSLE, serta melakukan pengukuran kedalaman rawa. Ketiganya analisis data, terdiri: tahap pertama melakukan perhitungan laju erosi menggunakan metode RUSLE dari data-data observasi lapangan, kemudian menghitung laju sedimentasi yang berasal dari dampak perkembangan Eceng Gondok secara matematis.

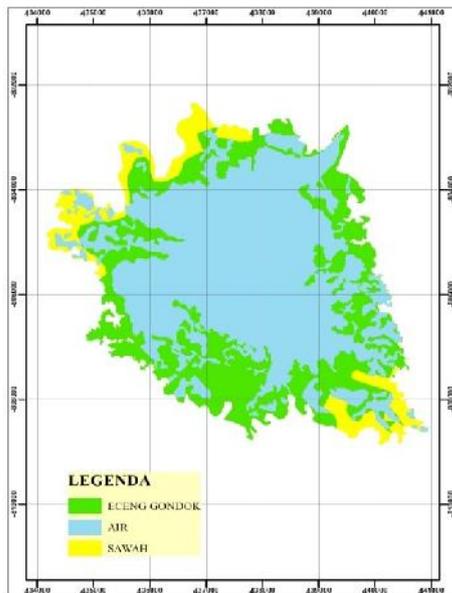
Hasil perhitungan tersebut dianalisis, dideskripsikan dan dibandingkan dengan kondisi rawa dari pemetaan persebaran eceng gondok yang berasal dari interpretasi citra satelit *time series* tahun 2001 dan 2017. Serta memperkirakan *existing condition* rawa pada tahun 2020 jika dilakukan pengendalian secara efektif, kurang efektif maupun tidak ada pengendalian terhadap laju pertumbuhan Eceng Gondok.

HASIL

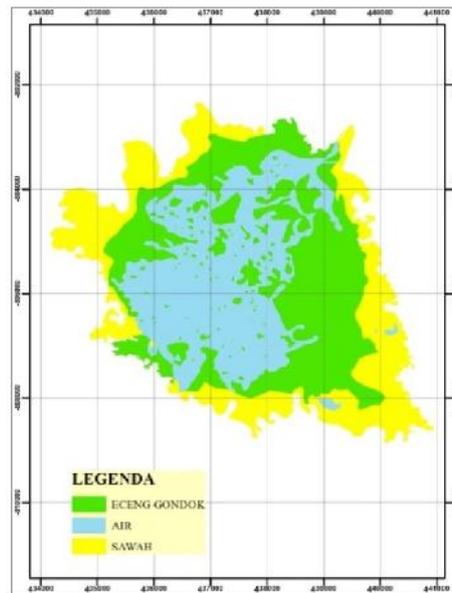
Dengan pemanfaatan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis pengelolaan citra Landsat ETM+ untuk analisis persebaran eceng gondok 2001 dan citra Lansat 8 OLI/TIRS untuk tahun 2017 dapat diketahui bahwa ada peningkatan persebaran eceng gondok di Rawa Pening. Pada tahun 2001 di Rawa Pening tutupan lahan sebagai danau sebesar 92,3% dengan luas 2464 ha dan 7,7% dengan luasan 206 ha adalah

persawahan. Di danau Rawa Pening tersebut persebaran eceng gondok mencapai 38,4% luas danau dengan luas 947 ha.

Sedangkan pada tahun 2017 persebaran eceng gondok mencapai 47,6% dari luas danau rawa dengan luas 976 ha dari 2051 ha luas danau Rawa Pening. Tutupan lahan Rawa Pening pada tahun ini persawahan juga mengalami peningkatan mencapai 23,1% dari luas Rawa Pening dengan luas 618 ha.



Gambar 1. Rawa Pening 2001



Gambar 2. Rawa Pening 2017

Rawa Pening berada dalam Sub DAS Rawa Pening. Sub DAS Rawapening terdiri dari 9 Sub-sub DAS dengan beberapa sungai yang bermuara di Danau Rawa Pening sebagai inlet dan satu sungai sebagai outlet yaitu Sungai Tuntang. Sembilan Sub-sub DAS tersebut adalah Sub-sub DAS Rengas, Panjang, Torong, Galeh, Legi, Parat, Sraten, Ringis, dan Kedung Ringin (Pembkab Semarang, 2000). Secara administrasi, Sub DAS Rawapening meliputi 72 kelurahan/desa yang tersebar di 11 kecamatan yang masuk ke dalam wilayah administrasi Kabupaten Semarang dan Kota Salatiga seluas 29.864,54 Ha (termasuk Danau Rawapening). Sub DAS Rawapening dibatasi oleh beberapa Pegunungan yaitu Gunung Ungaran, Telomoyo dan Merbabu.

Sub DAS Rawapening terletak pada ketinggian antara 368 – 3.681 m dpl. Kelereng Sub DAS Rawapening bervariasi dari datar, landai, agak curam, curam hingga sangat curam. Antara 0% sampai dengan lebih dari 40%. Wilayah Sub DAS Rawapening terdiri dari 3 jenis tanah yaitu Alluvial, Latosol dan Regosol dengan tekstur tanah halus sampai agak halus dan memiliki kedalaman 30-90 cm (Kanwil BPN Provinsi Jawa Tengah, 2011).

Kondisi Fisik Rawa Pening tidak lepas dengan Rawa Pening sebagai bagian Sub DAS Rawa pening. Adanya sedimentasi yang terdapat pada Rawa Pening berasal dari erosi Sub DAS tersebut dan ditambah dengan gambut hasil pelapukan Eceng Gondok.

Laju sedimentasi Rawa Pening Tahun 2001

Laju sedimentasi rawa tidak lepas dari hasil laju erosi lahan serta hasil laju sedimentasi akibat eceng gondok yang ada di danau Rawa Pening maupun Sub DAS Rawapening. Laju erosi yang berasal dari Sub DAS Rawa Pening sebesar 1.767,08 ton/Ha. Sub-sub DAS yang memiliki laju erosi terbesar adalah Sub-sub DAS Legi, Parat dan Ringis dengan laju erosi masing-masing adalah 4.230,51 ton/Ha untuk Sub-sub DAS Legi,

2.863,62 ton/Ha untuk Sub sub DAS Parat dan 2.560,83 ton/Ha untuk Sub-sub DAS Ringis (Apriliana, 2014:111).

Presentase sedimentasi yang ada pada Rawa Pening pada tahun 2001 adalah hasil erosi lahan sebesar 3.957.363,80 ton (96,26%) dan sedimentasi hasil pelapukan eceng gondok sebesar 153.745,30 (3,74%), sehingga total sedimentasi yang ada di Rawa Pening sebesar 4.111.109,10 ton (Apriliana, 2014:112).

Dengan adanya total sedimentasi dalam kondisi tetap Danau Rawa Pening pada tahun 2001 yang mencapai 4.111.109,10 ton, kedalam Rawa Pening memiliki kedalaman yang tidak jauh berbeda dengan tahun 2008 karena perubahan penggunaan lahan dan populasi eceng gondok belum meningkat yaitu memiliki maksimum kedalaman 18 – 20 meter.

Laju Sedimentasi Rawa Pening Tahun 2017

Laju sedimentasi di Rawa Pening mengalami peningkatan setiap tahunnya dikarenakan perubahan fungsi lahan dan perkembangan eceng gondok yang semakin meningkat menyebabkan total sedimentasi dalam kondisi tetap Danau Rawa Pening pada tahun 2017 meningkat sebesar 4.215.121,59 ton.

Kedalaman Rawa Pening pada tahun 2017 mengalami pendangkalan dari tahun 2001. Pada tahun 2017 kedalam Rawa Pening rata-rata sebesar 5-8 meter. Peningkatan pendangkalan Rawa Pening terjadi adanya jumlah total sedimentasi akibat erosi lahan maupun pengendapan eceng gondok yang tinggi di dalam Rawa Pening. Didukung dengan adanya pendangkalan sisi Barat laut danau Rawa pening yang semula memiliki kedalaman lebih besar dari 4 meter pada tahun 1976, pada tahun 2008 masih memiliki kedalaman 2-4,7 meter (Soeprbowati, 2012:80).

Dari *Gambar 1* dan *Gambar 2* dapat diketahui adanya peningkatan luas lahan Eceng Gondok dari tahun 2001 ke 2017. Perubahan tersebut akan berdampak pada peningkatan sedimentasi akibat eceng gondok dan peningkatan laju sedimentasi rawa yang menyebabkan pendangkalan rawa. Dampak dari laju sedimentasi yang meningkat di rawa menyebabkan kondisi Rawa Pening tahun 2017 terlihat jelas peningkatan luas tutupan lahan untuk persawahan sehingga dapat diketahui adanya laju sedimentasi yang tinggi menyebabkan perubahan tutupan lahan dari genangan menjadi daratan dipinggiran rawa.

Didukung dengan adanya data perubahan tutupan lahan waduk tahun tahun 2000 sampai dengan tahun 2009 diperoleh perubahan tutupan lahan air menjadi sawah dengan presentase 21,37% memiliki luas 416,03 ha. Perubahan tersebut sangat tinggi dibanding dengan perubahan yang terjadi pada tahun 1990 sampai dengan tahun 2000 yang hanya 0,57 % dengan luas 282,18 ha (Hardini, dkk, 2009). Laju sedimentasi tinggi yang menyebabkan pendangkalan rawa tersebut juga terlihat adanya perubahan kedalaman rawa dari tahun 2001 ke tahun 2017 mengalami peningkatan sebesar 104.012,49 ton dalam kurun waktu 16 tahun.

Perkiraan Laju Sedimentasi Rawa Pening Tahun 2020

Dengan dimodelkan secara matematis maka dapat diperkirakan sedimentasi Rawa Pening pada tahun 2020 sebesar 4.752.961,04 ton, yaitu sedimentasi akibat erosi lahan kurang lebih sebesar 350.000 ton memberi sumbangan terhadap sedimentasi di Rawa Pening. Sedangkan sedimentasi akibat perkembangan eceng gondok, memberi kontribusi sebesar 187.839,45 ton. Besaran laju sedimentasi di Rawa Pening meningkat setelah tiga tahun lamanya.

PEMBAHASAN

Penanganan eceng gondok dapat dilakukan secara mekanik, kimia, dan biologi. Secara mekanik dapat dilakukan dengan pemanenan baik secara manual maupun dengan alat berat. Eceng gondok di bagian tepi danau ini dapat dimanfaatkan sebagai *green belt*

dan menjadi filter air yang masuk ke danau dan memperangkap sedimen sehingga kedalaman danau dapat terjaga (Soeprbowati, 2012).

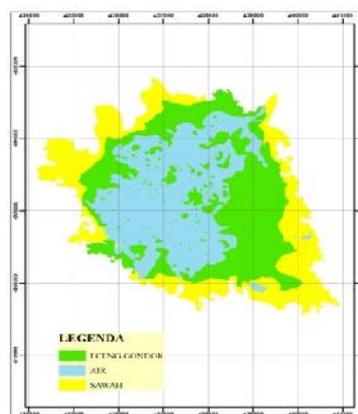
Secara kimia, penanganan eceng gondok dapat dilakukan dengan herbisida. Aplikasi herbisida akan menurunkan kapasitas fotosintesis eceng gondok 81% karena lembaran daunnya tidak berfungsi (Lancar & Krake, 2002). Namun penanganan secara kimia harus mempertimbangkan segala faktor resiko dan dampak bagi pertanian sekitar danau (Soeprbowati, 2012).

Secara biologi, penanganan eceng gondok dapat dilakukan dengan menggunakan ngengat Lepidoptera (*Sameodes albigitallis* (Warren), Wright & Bourne, 1986) yang telah diimplementasikan di Australia. Guna menyelesaikan problem eceng gondok adalah dengan mengatasi akar permasalahannya yaitu eutrofikasi. Upaya yang harus dikembangkan adalah dengan pembuatan kolam pengolahan (*preimpoundment*) pada hilir inlet sebelum masuk ke danau. Preimpoundment merupakan ekoteknologi untuk restorasi danau (Jorgensen & Vollenweider, 1988).

Pengelolaan danau perlu dilakukan secara terpadu dari berbagai sektor, dinamis, dengan tetap mempertimbangkan aspek sosial ekonomi budaya serta aspirasi masyarakat dengan tetap memperhatikan konflik kepentingan dan pemanfaatan yang mungkin ada. Keterpaduan dalam perencanaan dan pengelolaan danau mencakup keterpaduan wilayah/ekologis; keterpaduan sektor; keterpaduan disiplin ilmu; dan keterpaduan stakeholder (Haryani, 2006).

Kondisi Diperkirakan (Predicted Condition) di Rawa Pening Tahun 2020

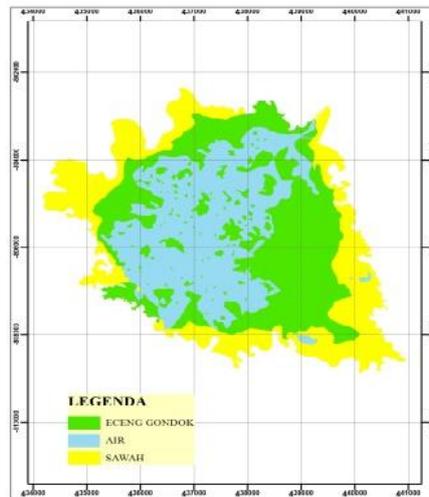
Setelah melakukan perhitungan sedimentasi dengan rumus, dilakukan analisis, dan dibandingkan dengan kondisi rawa dari hasil pemetaan persebaran eceng gondok yang berasal dari interpretasi citra satelit *time series* tahun 2001 dan 2017, serta perkiraan *existing condition* rawa pada tahun 2020. Dari ketiga kondisi tersebut, disimulasikan kondisi sedimentasi dan tutupan eceng gondok jika dilakukan pengendalian secara efektif, kurang efektif maupun jika tidak ada pengendalian terhadap laju pertumbuhan Eceng Gondok. Simulasi ini dilakukan dengan berbasis Sistem Informasi Geografis. Berikut gambar yang menunjukkan kondisi danau dengan dan tanpa pengendalian.



Gambar 3. Simulasi Kondisi Rawa Pening 2020
(Dengan adanya Pengendalian Efektif Eceng Gondok)

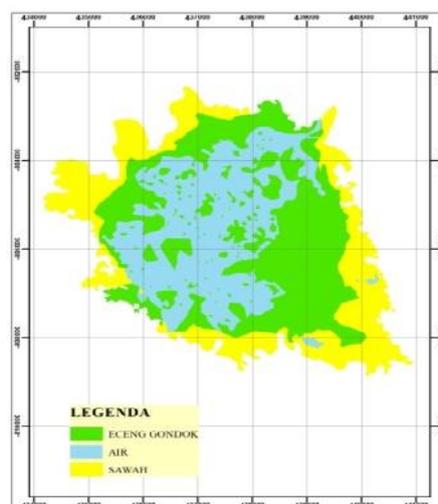
Dengan adanya penanganan efektif untuk mengendalikan eceng gondok akan mengurangi luasan persebaran eceng gondok di danau Rawa Pening, tetapi penurunan luasan tersebut tidak akan signifikan pada tahun 2020. Luasan eceng gondok pada danau Rawa Pening akan mengalami penurunan 1,6% dari tahun 2017. Pada tahun 2017 luasan eceng gondok sebesar 47,6% akan mengalami penurunan menjadi 46% dari luas danau Rawa Pening pada tahun 2020. Dan diprediksikan juga kedalaman Rawa pening

akan *Steady* yaitu rata-rata sekitar 5-8 meter, karena tidak ada perubahan laju sedimentasi akibat enceng gondok.



Gambar 4. Simulasi Kondisi Rawa Pening 2020
(Dengan adanya Pengendalian Kurang Efektif Enceng Gondok)

Berbeda dengan kondisi yang sudah ada penanganannya terhadap enceng gondok, namun jika dinilai penanganannya yang kurang efektif maupun tidak efektif dari gulma tersebut, maka dideskripsikan dalam gambar 4. Walaupun diperkirakan akan mengalami penurunan luasan, tetapi hanya 0-1% dari luasan enceng gondok pada tahun 2020 yang tidak akan mempengaruhi laju sedimentasi dalam jangka waktu pendek. Sehingga diprediksikan kedalaman Rawa Pening pada tahun 2020 akan tetap sama (*steady*) yaitu rata-rata sekitar 5-8 meter. Berikutnya akan disimulasikan kondisi jika tanpa dilakukan penanganan.



Gambar 5. Simulasi Kondisi Rawa Pening 2020
(Tanpa adanya Pengendalian Terhadap Enceng Gondok)

Perbandingan terbalik jika tidak adanya penanganan untuk mengendalikan enceng gondok. Luasan enceng gondok yang ada di danau Rawa Pening akan meningkat 1,5-5% dari luas enceng gondok di danau Rawa Pening tahun 2017 pada tahun 2020. Sehingga dapat diprediksi Rawa pening akan mengalami pendangkalan dengan kedalaman danau Rawa Pening rata-rata sekitar 2-5 meter pada tahun 2020.

Karena ada peningkatan laju sedimentasi yang diimbangi dengan laju pertumbuhan eceng gondok di Rawa Pening.

KESIMPULAN

Peta persebaran eceng gondok di Rawa Pening secara multi temporal (*time series*) dari tahun 2001 hingga tahun 2017 menunjukkan tutupan danau oleh eceng gondok semakin meluas. Laju sedimentasi yang diakibatkan oleh eceng gondok di Rawa Pening dari tahun ke tahun semakin meningkat. Hal ini menunjukkan adanya hubungan positif luasan eceng gondok dan sedimentasi danau. Kontribusi sedimentasi dari eceng gondok lebih besar daripada sedimentasi yang berasal dari hasil erosi lahan.

Berdasarkan laju sedimentasi yang terus meningkat tersebut,, dapat disimulasikan kondisi danau pada tahun 2020. Jika disimulasikan tiga buah model penanganan eceng gondok yang ada 3, yaitu: dengan penanggulangan efektif, dengan penanggulangan namun kurang efektif, dan tanpa penanggulangan, maka kita akan mendapatkan pemodelan mengenai kondisi yang ada. Pemodelan spasial ini dilakukan dengan menggunakan SIG dengan hasil berupa peta.

Upaya pengendalian tersebut dikaitkan dengan simulasi efektifitas pengendalian eceng gondok pada tahun 2020 dengan hasil Eceng gondok semakin berkurang jika akan diadakan pengendalian efektif Eceng Gondok. Jika tanpa pengendalian yang terpadu dengan cara kimia, mekanis, dan biologis, Eceng gondok mungkin akan berkurang tetapi akan tumbuh lagi karena dibiarkan begitu saja dan hal ini kan menghasilkan sedimentasi yang membuat danau semakin dangkal.

Saran

Eceng Gondok di Rawa Pening jika tidak dilakukan pengendalian maka akan terus menerus berkembang dan mengakibatkan laju sedimentasi semakin besar. Maka dari itu dibutuhkan upaya pengendalian Eceng Gondok dari pemerintah maupun masyarakat yang tinggal di sekitar Danau Rawa Pening. Caranya adalah dengan mengkombinasikan cara kimia, mekanis dan biologis.

PENGHARGAAN

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Dekan dan Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Ilmu Sosial, Unnes atas terdananya penelitian yang mendasari artikel ini. Tim peneliti lapangan, Dr. Ananta Aji dan Elok S. Pratiwi atas kerjasamanya. Asisten peneliti lapangan Nur Izzatul Hikmah dan Bagus Adi atas kesabarannya membantu memperoleh data.

REFERENSI

- Apriliyana, Dian. 2015. Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Sub DAS Rawapening terhadap Erosi dan Sedimentasi Danau Rawapening. *Jurnal Pembangunan Wilayah & Kota*. Vol. 11(1):103-116
- Hardini, Adiasti Rizqi. dkk. 2009. Analisis Spasial Dinamika Morfometri Waduk Menggunakan Data Satelit Multi Temporal Di Waduk Rawa Pening Jawa Tengah.
- Soeprbowati, Tri Retnaningsih. 2012. Mitigasi Danau Eutrofik : Studi Kasus Danau Rawa Pening. *Prosiding Seminar Nasional Limnologi VI Tahun 2012*. 282291900:36-48
- Soeprbowati, Tri Retnaningsih. 2012. Peta Batimetri Danau Rawapening. *BIOMA*. Vol. 14(2):78-84