

ANALISIS SIFAT FISIK - KIMIA SEDIMEN UNTUK REKLAMASI LAHAN PERTANIAN DI WADUK PANGLIMA BESAR SOEDIRMAN PT. INDONESIA POWER UP MRICA

ANALYSIS OF PHYSICAL - CHEMICAL PROPERTIES OF SEDIMENT FOR RECLAMATION OF AGRICULTURAL LAND IN PANGLIMA BESAR SOEDIRMAN RESERVOIR PT. INDONESIA POWER UP MRICA

Indah Purnama Sari

Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia

ABSTRACT

Indonesia has many reservoirs that are of great benefit to the surrounding community, one of which is the Mrica reservoir. This reservoir works also for the facilities of Hydroelectric Power Plants or Hydroelectric Power Plants which produce electric power reaching 184.5 MW. The volume of storage conditions for Mrica from year to year decreases due to sedimentation. Based on the report of PT Indonesia Power Plant (UP) Mrica in 2016, the Mrica Reservoir sediment has entered a critical phase because it has reached 114.25 million m³ and the Land Cover Index (IPL) value of mrica reservoir production has reached 80% of the total watershed area with the average sedimentation rate reaches 4.09 million m³ per year. The research objective is to determine the physical – chemical properties of sediment in the Mrica Reservoir. The research methods are carried out by collecting secondary data based on physical and chemical properties. The parameters used are soil physical properties namely soil texture and chemical properties namely nitrogen, phosphorus, potassium, c-organic and pH. The results showed that the physical properties of the soil were mud-textured and soil chemical properties with pH = 7 (neutral), Nitrogen = 2.03% (medium), Phosphor = 454.69 ppm (high), organic C = 12.17% (high), potassium = 8332.51 ppm (high). Based on physical and chemical characteristics of sediment can be used as rock fuels and for agricultural land reclamation.

Keywords: physical properties, chemical properties, sediment, Mrica Reservoir, land reclamation

ABSTRAK

Indonesia memiliki banyak waduk yang besar manfaatnya untuk masyarakat di sekitarnya, salah satunya adalah waduk Mrica. Waduk ini berfungsi juga untuk sarana Pembangkit Listrik Tenaga Air atau PLTA yang menghasilkan daya listrik mencapai 184,5 MW. Volume kondisi penyimpanan waduk Mrica dari tahun ke tahun menurun akibat sedimentasi. Berdasarkan laporan PT Indonesia Power Unit Pembangkit (UP) Mrica tahun 2016, sedimen Waduk Mrica telah memasuki fase kritis karena telah mencapai 114,25 juta m³ dan nilai Indeks Penutupan Lahan (IPL) produksi waduk mrica telah mencapai 80% dari total luas kawasan DAS dengan laju sedimentasi rata-rata mencapai 4,09 juta m³ per tahun. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik sifat fisik - kimia sedimen di Waduk Mrica. Metode penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data sekunder berdasarkan sifat fisik - kimia dan uji laboratorium untuk mengetahui kandungan sifat kimia sedimen. Parameter yang diamati adalah sifat fisik tanah yaitu tekstur tanah dan sifat kimia tanah yaitu, nitrogen, fosfor, kalium, c-organik dan pH. Hasil penelitian menunjukan sifat fisik tanah adalah bertekstur lumpur dan sifat kimia tanah dengan pH = 7 (netral), Nitrogen = 2,03 % (sedang), Fosfor = 454,69 ppm (tinggi), C-organik = 12,17% (tinggi), kalium = 8332,51 ppm (tinggi). Berdasarkan karakteristik fisik - kimia sedimen dapat digunakan sebagai bahan batu bata dan untuk reklamasi lahan pertanian.

Kata Kunci : sifat fisik, sifat kimia, sedimen, waduk mrica, reklamasi lahan

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki banyak waduk yang besar manfaatnya untuk masyarakat di sekitarnya, salah satunya adalah waduk Mrica Banjarnegara yaitu Bendungan Panglima Besar Jendral Sudirman. Waduk ini berfungsi juga untuk sarana Pembangkit Listrik Tenaga Air atau PLTA yang menghasilkan daya listrik mencapai 184,5 MW untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat Jawa dan Bali. Dengan adanya berbagai peruntukkan waduk Mrica yang diikuti dengan pertambahan jumlah penduduk, maka semakin bertambah pula kebutuhan masyarakat terhadap sumber daya tersebut sehingga terdapat berbagai permasalahan, antara lain; sedimentasi dan pengangkalan waduk yang terjadi karena adanya erosi lahan di daerah sekitar waduk.

Di sisi lain, kondisi Waduk Mrica saat ini sangat memprihatikan. Volume tampungan air waduk dari tahun ke tahun semakin berkurang akibat adanya sedimentasi sehingga waduk menjadi dangkal. Pendangkalan waduk Mrica akibat sedimentasi terjadi karena besarnya erosi lahan yang terjadi di daerah tangkapan air waduk dengan luas 957 km² yang terbagi atas DTA Serayu Hulu seluas 678,31 km², DTA Merayu seluas 218,60 km², DTA Lumajang seluas 8,0 km² dan DTA waduk mrica sendiri seluas 52,0 km² (Antisto,2005).

Peningkatan sedimentasi diwaduk mengakibatkan berkurangnya kapasitas tampungan efektif di waduk. Hal ini menyebabkan berkurangnya umur usia dari waduk dan mengganggu guna dari waduk itu sendiri. Pada musim hujan, seluruh daerah aliran sungai mengalirkan air yang mengandung sedimen akibat terjadinya erosi dipinggiran aliran sungai. Besarnya erosi sangat tergantung dari faktor-faktor alam disekitar terjadinya erosi, akan tetapi saat ini manusia juga berperan penting atas terjadinya erosi.

Salah satu cara dengan dilakukannya Penelitian ini untuk memanfaatkan sedimen sebagai reklamasi lahan dan bahan pembuatan batu bata berdasarkan karakteristik fisik dan kimianya.. Hasil dari penelitian ini diharapkan menjadi acuan dalam mengurangi sedimen dan memanfaatkannya serta dapat meningkatkan perekonomian masyarakat. Hal ini juga sejalan dengan tujuan pemerintah tentang konsep pemberdayaan masyarakat di sekitar waduk dalam usaha pelestarian waduk.

METODE PENELITIAN

Dalam pemanfaatan sedimen metode penelitian dengan mengumpulkan data sekunder dan primer serta melakukan pengujian laboratorium untuk mengetahui kandungan unsur hara makro pada sedimen.

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei-Juli 2018. Analisis Nitrogen, fosfor, Kalium, C-organik dan pH dilakukan di laboratorium pengujian LPPT - Universitas Gajah Mada.

Alat dan Bahan

Alat –Alat yang digunakan dalam laboratorium adalah tabung kjedahl, timbangan, cawan petri, tabung reaksi, erlenmeyer, furnace, pipet, dan spektrometer panjang gelombang 430nm. Bahan yang diteliti dalam penelitian ini menggunakan sampel sedimen dari waduk Mrica.

Prosedur kerja

Penelitian dilaksanakan dengan cara sebagai berikut;

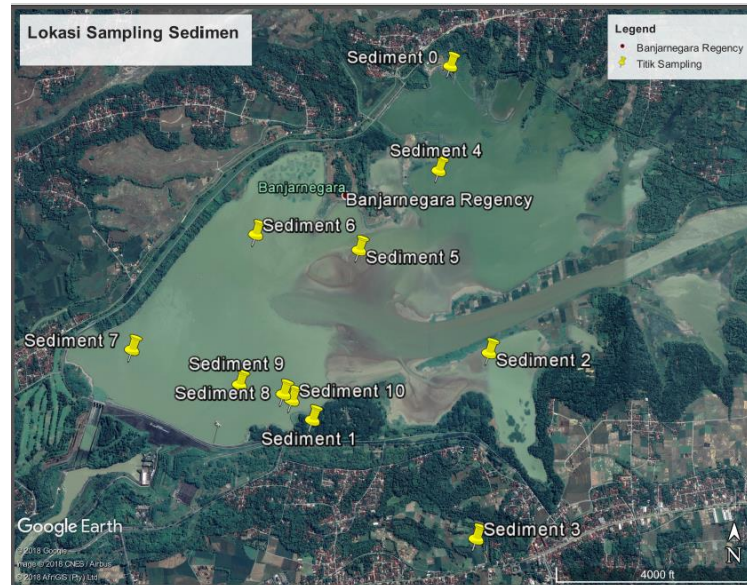
1. Persiapan dan pengambilan contoh sedimen
 - Menentukan lokasi dan pengambilan contoh sedimen
 - Sampel sedimen diambil dibagian hulu Waduk Mrica
 - Sampel sedimen yang diambil dari pengerukan
2. Penentuan sifat kimia sampel sedimen di laboratorium
 - Sampel sedimen yang diambil dari lokasi penelitian dikeringkan selama seminggu
 - Sampel sedimen diayak terlebih dahulu
 - Sampel sedimen siap dianalisis
 - Analisis sifat kimia tanah terdiri dari;
 - Nitrogen dengan metode Kjedhal
 - Fosfor dengan metode Bray I
 - Kalium dengan metode Uji ICP
 - C-organik dengan metode Gravimetri
 - pH dengan menggunakan pH meter

Analisi Data

analisis dilakukan menggunakan metode deskriptif berdasarkan hasil pengujian karakteristik makro sedimen dan data sekunder lain yang telah dikumpulkan. Dimana data analisi berdasarkan data karakteristik fisik dan kimia sedimen. Penentuan pemanfaatan dan pengaplikasian sedimen berdasarkan permasalahan lingkungan yang terjadi disekitar waduk Mrica.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Lokasi Sampel Penelitian



Gambar 4.1 Pemetaan Lokasi Pengambilan Sample Sedimen Waduk Mrica

Pengambilan sampel dilakukan di waduk Mrica yang berlokasi di kecamatan Bawang, Kabupaten Banjarnegara, Jawa tengah. Tepatnya, sekitar 9 km arah barat dari pusat kota Banjarnegara dan berada di pinggir jalan raya Banjarnegara – Purwokerto. Dari data sekunder pengujian sedimen kandungan unsur hara Nitrogen, Fosfor, Kalium dan C-organik termasuk kategori rendah hingga sedang. Kandungan unsur hara dalam tanah dapat hilang akibat kegiatan pertanian yang eksploitatif, yaitu penanaman secara terus-menerus tanpa menggunakan pupuk atau pemberian pupuk yang tidak seimbang. Sedangkan dari data primer kandungan unsur hara dalam sedimen termasuk kategori sedang hingga tinggi, hal ini disebabkan dari laju erosi yang tinggi membawa unsur-unsur hara dalam tanah pertanian sekitar waduk.

2. Sifat Fisik Sedimen

Karakteristik sedimen terbagi menjadi dua jenis, yaitu karakteristik fisik dan karakteristik kimia. Berdasarkan hasil analisis ayakan dan analisis hidrometer yang dilakukan oleh Suroso dan Widiyanto (2009), sedimen waduk Mrica memiliki karakter kohesif di mana kandungan pasir pada sedimen waduk Mrica kurang dari 20%. Untuk mengetahui sifat sedimen dilakukan pengujian karakteristik fisik dari sedimen waduk Mrica. Berikut hasil pengujian karakteristik fisik sedimen Mrica.

Tabel 2.1 Karakteristik Fisik Sedimen Waduk Mrica

Parameter Sifat Sedimen	Nilai	Satuan
Diameter Median	0,03	Mm
Diameter Rerata	0,01871	Mm
Koef. Sebaran Butiran	1,82574	-
Deviasi Standar	3,74166	-
Berat Jenis	2,65	-
Kadar Air	44,95	%
Koef. Permeabilitas	0,01272	Cm/det

Sumber: Suroso dan Widiyanto, 2009

Berdasarkan karakteristik tersebut maka sedimen waduk Mrica termasuk kategori lanau. Hal ini ditunjukkan dengan persentase butiran yang berdiameter 0,063 mm kurang dari 20%. Hal ini menunjukkan bahwa sedimen waduk Mrica bersifat kohesif daripada granuler.

3. Sifat kimia Sedimen

Karakteristik sedimen terbagi menjadi dua jenis, yaitu karakteristik fisik dan karakteristik kimia. Dalam penelitian ini dilakukan pengujian karakteristik kimia sedimen, dimana penelitian difokuskan pada karakteristik makro sedimen, dikarenakan unsur makro pada sedimen dibutuhkan dalam jumlah besar oleh tanaman.

A. Nitrogen

Kehilangan nitrogen dari dalam tanah, dapat disebabkan karena pencucian melalui proses erosi, baik dalam bentuk organik maupun anorganik. Hasil analisis kadar nitrogen total pada sedimen Mrica terdapat pada tabel berikut;

Tabel 4.2 Hasil Analisis Nitrogen dengan Metode Uji Kjeldahl

Kode	Berat spl	N HCl	Vol HCl Blanko	Vol HCl Spl	N	Rerata
	(g)	(N)	(ml)	(ml)	(% b/b)	(% b/b)
Sedimen	1.1768	0.203	0.048	7.55	1.87%	2.03%
	1.0975	0.203	0.048	8.265	2.19%	

Dari hasil analisis Nitrogen terlihat bahwa, kadar Nitrogen pada sedimen waduk Mrica adalah 2,03 % . Kadar N-total dengan karakter tinggi ini diduga adanya hubungan dengan kadar C-organik yang terdapat pada sedimen waduk mrica. Senyawa nitrogen didalam tanah

pada umumnya terdapat dalam bentuk asam-asam amino,protein,gula-gula amino dan senyawa komplek yang susah di tentukan. Dengan kadar nitrogen yang tinggi dapat meningkatkan pertumbuhan, menyehatkan pertumbuhan dan meningkatkan kadar protein dalam tubuh tanaman.

B. Kalium

Unsur kalium juga sangat dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar setelah nitrogen. Hasil analisis unsur kalium pada sedimen terdapat pada tabel berikut;

Tabel 4.3 Hasil Analisis Kalium dengan metode uji ICP

Kode		Massa	Vol. akhir	K mg/kg			
		(gr)	(ml)	terbaca	fp	total	rata-rata
Sedimen	1	3.0028	100	2.64	100	8.791.79	8332,51
	2	3.0102	100	2.37	100	7.873.23	

Tabel 4.3 menunjukkan kadar Kalium pada sedimen adalah 8332,51 ppm dengan kriteria tinggi. Kalium memiliki peranan dalam memperkokoh batang, akar, dan daun-daun sehingga tidak mudah roboh dan terserang penyakit. Kandungan kalium yang meningkat didalam tanaman akan menambah daya tahan tanaman. Fungsi dari unsur kalium adalah mengaktifkan enzim-enzim. Enzim yang diaktifkan antara lain pembuatan ATP, reduksinetrat, sentetispati, dan translokasigula ke biji, buah, umbi atau akar .

C. Fosfor

Fosfor dalam tanaman mempunyai fungsi yang penting yaitu dalam proses fotosintesis, transfer, respirasi dan penyimpanan energi, Fosfor juga meningkatkan kualitas buah, sayuran, biji-bijian dan sangat penting dalam pembentukan biji. Hasil analisis fosfor pada sedimen waduk Mrica terdapat pada tabel berikut;

Tabel 4.4 Hasil Analisis Phosfor dengan Metode Uji Spektrometri

No	Kode	Berat (gr)	Vol Akhir (ml)	Fp	PO4 Baca (mg/Kg)	PO4 Akhir (mg/Kg)	P (mg/Kg)	Rerata P(mg/kg)
1	Sedimen waduk	1.2327	50	5	7.202	1460.6	471.66	454.69
		1.2831	50	5	6.957	1355.5	437.72	

Tabel 4.4 menunjukkan kadar fosfor pada sedimen adalah 454,69 mg/kg dengan kriteria tinggi ini diduga disebabkan karena tanah-tanah yang mengalami erosi disekitar waduk mrica dipengaruhi oleh asupan nutrisi dari daerah tangkapan air, aktivitas penduduk di sekitar waduk dan kegiatan budidaya perikanan.

D. C-organik

Karbon merupakan penyusun bahan organik. Hilangnya tanah melalui proses erosi, mengakibatkan hilangnya bahan organik yang terdapat di tanah, dimana bahan organik ini mengandung karbon. Hasil analisis C-organik pada sedimen Mrica terdapat pada tabel;

Tabel 4.5 Hasil Analisis C-organik dengan Metode Uji Gravimetri

No	Kode	B	A	C	D	E	F	Kadar	Kadar	Kadar C-organik
		Berat Sampel	Berat Krus kosong	Berat	Berat	Berat	Berat kering			
		(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	(%)	
1	Sedimen waduk	2.5742	32.8309	35.2825	35.2166	34.889	2.45	97.31	83.95	13.36
		2.5458	35.4016	37.8094	37.7654	37.5012	2.41	98.17	87.2	10.97
		Rata-rata								12.17

Tabel 4.5 menunjukkan kadar c-organik pada sedimen adalah 12,17% Kadar C-organik dengan kriteria sangat tinggi ini diduga akibat kegiatan pertanian masyarakat di sekitar waduk mrica dimana dalam pengelolaan tanah dilakukan secara intensif tanpa memperhatikan kaidah konservasi tanah sehingga mudah terjadi erosi dan juga adanya kegiatan budidaya perikanan yang dilakukan di waduk mrica sehingga ada penambahan C-organik yang berasal dari sisa-sisa pakan ikan.

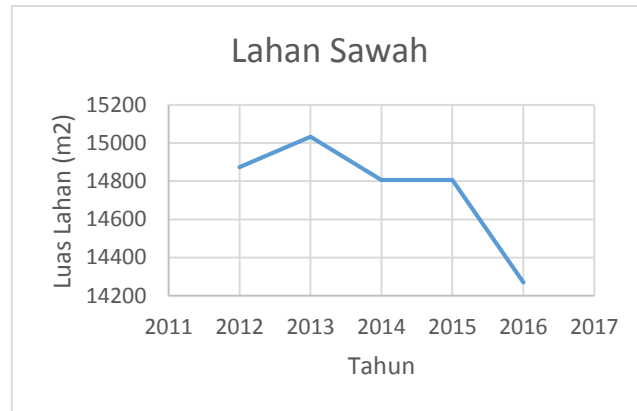
E. pH tanah

Pada umumnya, sifat tanah dibedakan atas asam, netral dan basa. Hasil analisis pH sedimen waduk Mrica dengan menggunakan ph meter tanah adalah 7 (netral).

4. Sedimen Sebagai Media Reklamasi Lahan

Saat ini pengusahaan bata banyak menggunakan tanah di lahan persawahan sebagai bahan baku pembuatan bata, sehingga banyak lahan persawahan yang berlubang. Hal ini dikarenakan tanah sawah mengandung silika yang tinggi, silika tersebut didapat dari padi atau gabah yang

dibakar pasca panen. Akibat hal tersebut, lahan persawahan berkurang setiap tahunnya. Berikut data pengurangan luas lahan persawahan di Kabupaten Banjarnegara.



Sumber: Banjarnegara Dalam Angka

Gambar 4.5 Grafik Luas Penggunaan Lahan Sawah di Banjarnegara

Akibat pengambilan tanah sawah sebagai bahan baku batu bata, banyak lahan persawahan yang berlubang atau mengalami kerusakan sehingga luas total lahan sawah berkurang setiap tahunnya, sehingga diperlukan pengerukan sedimen untuk memenuhi kebutuhan sedimen, pengerukan sedimen dilakukan dengan metode manual dan dengan menggunakan kapal *Auger Cutter Suction Dredger (ACSD)* berikut beberapa aspek pertimbangan dalam pemilihan pengerukan sedimen;

Tabel 4.8 Aspek pertimbangan dalam metode pengerukan

No	Kriteria	Metode Pengerukan		Pertimbangan	
		Manual	kapal (ACSD)	Manual	Kapal (ACSD)
1	Waktu	15 Tahun	1 Hari		✓
2	ekonomi	Murah	Mahal	✓	
3	Sosial	Ketergantungan dengan peran masyarakat	tidak tergantung pada masyarakat bahkan mampu mensuplai bahan baku bata		✓
4	Lingkungan	Emisi yang dihasilkan lebih sedikit	Emisi yang dihasilkan lebih banyak dan menghasilkan limbah B3 dari perawatan mesin kapal	✓	
Total				2	2

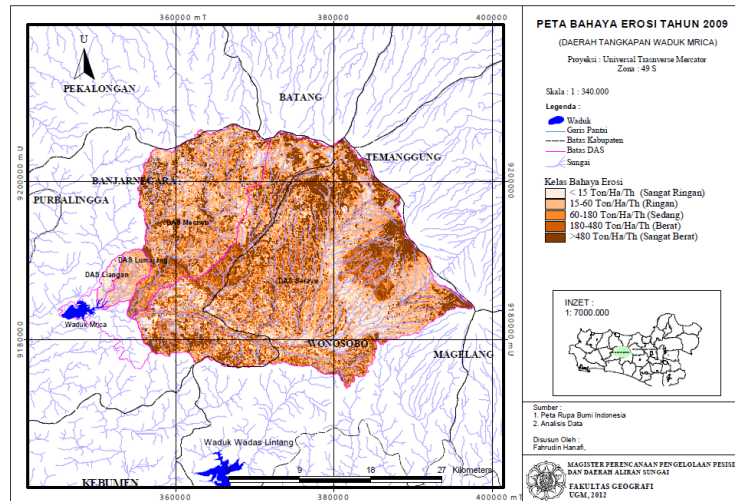
Berdasarkan pertimbangan aspek tersebut metode pengerukan secara manual dan dengan metode kapal keruk memiliki bobot nilai yang sama. Penentuan menggunakan kapal keruk dikarenakan dengan mempertimbangkan aspek waktu dimana pada saat pengerukan dilakukan hanya membutuhkan waktu satu hari untuk memenuhi kebutuhan sedimen sebagai reklamasi lahan pertanian. Disisi lain, jika menggunakan metode manual dibutuhkan waktu yang lebih lama yaitu 15 tahun dan selama 15 tahun tetap terjadi pengalihan lahan persawahan untuk bahan baku bata, sedangkan jika menggunakan kapal keruk bahan baku batu bata bisa terpenuhi.

Mempertimbangkan umur operasional waduk pemilihan pengerukan dengan kapal keruk dianggap lebih efektif dalam mengurangi jumlah sedimen dan pemanfaatan sebagai bahan baku bata dan kebutuhan reklamasi lahan, Sehingga banyak masyarakat yang dapat memafaatkan sedimen tersebut sebagai sarana peningkatan ekonomi masyarakat setempat.

5. Sedimen Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bata

Lokasi pengambilan sampel sedimen didaerah hulu, dilihat dari kuat tekan batu bata daerah hulu cenderung lebih besar bila dibandingkan dengan kuat tekan batu bata yang terbuat dari material sedimen didaerah hilir. Hal ini dikarenakan material sedimen didaerah hulu mengandung pasir lebih banyak dibandingkan dengan material sedimen didaerah hilir.

Pasir memiliki berat jenis yang lebih besar dibandingkan daerah lempung atau lanau. Sampel sedimen yang dapat dicetak menjadi batu bata adalah sampel yang mengandung pasir kurang dari 40%, sedangkan sampel sedimen yang mengandung pasir diatas 40% tidak dapat dicetak menjadi batu bata. Berdasarkan sifat fisik sedimen waduk Mrica mengandung pasir kurang dari 20%. Kadar pasir yang terlalu tinggi mengakibatkan material tidak dapat merekat, dengan demikian sedimen lebih bersifat kohesif, yang mana kohesif berfungsi sebagai perekat material adukan batu bata sehingga sedimen dapat dijadikan sebagai bahan baku bata dan pengusaha bata tidak perlu menggunakan tanah di lahan persawahan lagi



Gambar 4.9 Peta Bahaya Erosi Potensial

Berdasarkan Gambar 4.9, sumber sedimen tertinggi berasal dari Gunung Sindoro dan Gunung Sumbing, sehingga dapat dipastikan bahwa sedimen waduk Mrica memiliki kandungan silika yang tinggi, Kandungan silika dan besi diperlukan untuk meningkatkan kualitas batu bata yang dihasilkan. Ketika proses pembakaran bata berlangsung, terjadi oksidasi antara silika dengan oksigen dan besi dengan oksigen, sehingga membuat bata berwarna merah kecoklatan yang diakibatkan oleh oksidasi besi dan bata menjadi keras akibat oksidasi silika.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan karakteristik sifat fisik sedimen waduk Mrica termasuk kategori lanau. Hal ini ditunjukkan dengan persentase butiran yang berdiameter 0,063 mm, ini menunjukkan bahwa sedimen waduk Mrica bersifat kohesif yang berfungsi sebagai perekat material adukan batu bata sehingga sedimen dapat dijadikan sebagai batu bata.
2. Hasil analisis sifat kimia pada sedimen menunjukkan bahwa;
 - a) pH pada sedimen yaitu 7 (netral)
 - b) kadar nitrogen total sebesar 2,03% termasuk dengan kriteria sedang
 - c) kadar fosfor sebesar 454,69 ppm termasuk dengan kriteria tinggi
 - d) C-organik sebesar 12,17% termasuk dengan kriteria tinggi
 - e) Kalsium sebesar 8332,51 ppm termasuk dengan kriteria tinggi

Dengan tinggi kandungan NPK pada sedimen di waduk Mrica dapat di jadikan sebagai media lahan reklamasi lahan persawahan yang rusak akibat pembuatan batu bata.

Saran

Berdasarkan hasil dari rangkaian proses penelitian dan analisis yang telah dilakukan, ada beberapa saran dari penulis guna memperbaiki penelitian serupa untuk sekiranya bisa dilanjutkan pada masa mendatang. Berikut saran-saran yang diajukan penulis:

1. Perlu dilakukan pengujian karakteristik mikro terhadap sedimen waduk Mrica guna mengetahui lebih banyak pemanfaatan sedimen yang lebih banyak.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh dari sedimen waduk mrica terhadap tanaman, sehingga dapat diketahui efektivitas sedimen terhadap pertumbuhan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Antisto, T. 2005. *Pola Operasi Waduk PLTA PB. Soedirman Pada Musim Kemarau 2005*, Makalah Seminar Antisipasi Kemarau Tahun 2005/2005 PPTPA Wilayah Serayu Citanduy, Purwokerto.
- Antisto. 2009. *Kajian Ekonomi Penanganan Sedimen Pewaduk Seri Di Sungai Brantas*. Surabaya : Jurnal Teknik Pengairan : Vol. 3 : 143-152.
- Arsyad, Sitanala. 2000. *Konservasi Tanah dan Air*. Bandung: Penerbit IPB.
- Asdak, Chay.1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Banjarnegara. Kabupaten Banjarnegara dalam Angka 2017. Banjarnegara.
- Hanafi F. 2015. *Kajian Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Laju Erosi Permukaan di Daerah Tangkapan Air Waduk Mrica*. Jurnal Geografo Vol 12. 1-14.
- Haryono, H.D. 2016. *Analisa Motode Pencetakan Batu Bata Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process*. Yogyakarta: UGM.
- Jamulya dan Tukidal Yumano. 1991. *Evaluasi Sumber Daya Lahan Untuk Pertanian. Diktat Kuliah*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.

- LPT (Lembaga Penelitian Tanah). 1983. *Penuntun Analisa Fisika Tanah*. Lembaga Penelitian Tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Mulyana, A.R., Singgih H., Soewarno dan Arif S. 2011. *Pengendalian daya rusak air pada hulu DAS rawan aliran lumpur di kawasan dataran tinggi Dieng. Proceeding Kolokium Hasil Litbang Sumberdaya Air*. Puslitbang Sumberdaya Air, Balitbang, Kementerian PU. Bandung.
- Mustofa, A., 2007. *Perubahan Sifat Fisik, Kimia, dan Biologi Tanah Pada Hutan Alam yang Diubah Menjadi Lahan Pertanian di Kawasan Taman Nasional Gunung Leuser*. [Skripsi]. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Nastain, Nugroho, P.S. 2009. *Pemanfaatan Sedimen Waduk Mrica Untuk Bahan Baku Bata Merah*. *Jurnal Dinamika Rekayasa* Vol 5. 41-44.
- Suroso, Widiyanto, W. 2009. *Model Pengendalian Sedimentasi Waduk Mrica Dengan Fluidasi*. *Jurnal Dinamika Rekaya*. Vol 5. 50-56.
- Sutedjo, M.M. 1994. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Soemarto, C.D. 1999. *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Tjandra, Ellen. 2011. *Menanam cabai rawit di polybag*. Yogyakarta: Cahaya Atma.
- Winarso, S. 2005. *Kesuburan Tanah: Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah*. Ypgyakarta: Gava media.
- Wulandari, D.A., 2007. *Penanganan Sedimentasi Waduk Mrica*. *Berkala Ilmiah Teknik Keairan*. Vol 13, No 4 – Desember 2007, 264-271.