**ESTIMASI EROSI DI DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) BODRI
MENGUNAKAN METODE *UNIVERSAL SOIL LOSS EQUATION (USLE)*****Qonitath Bella Islami [✉], Wahyu Setyaningsih, Suroso**

Jurusan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel*Sejarah Artikel:*

Diterima September 2017
Disetujui September 2017
Dipublikasikan
November 2017

Keywords:

*Erosion, Bodri Watershed,
USLE Method.*

Abstrak

Besarnya sedimentasi di daerah hilir DAS dapat dipengaruhi oleh penggunaan lahan yang kurang sesuai di daerah hulu DAS. Penggunaan lahan yang kurang sesuai ini dapat mengakibatkan erosi di DAS Bodri. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung besarnya erosi di DAS Bodri menggunakan metode USLE. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu faktor erosivitas hujan (R), faktor erodibilitas tanah (K), faktor panjang dan kemiringan lereng (LS), faktor pengelolaan tanaman (C), faktor tindakan konservasi (P). Teknik pengumpulan data yang digunakan meliputi dokumentasi, interpretasi citra dan observasi. Pengolahan data curah hujan dengan menggunakan rumus erosivitas, erodibilitas tanah, panjang dan kemiringan lereng, pengelolaan tanaman dan tindakan konservasi dengan menggunakan teknik komparasi dengan tabel acuan. Besarnya erosi (E) dihitung dengan menggunakan rumus USLE, $E = R \times K \times L \times S \times C \times P$ menggunakan teknik *overlay* peta. Hasil dari penelitian ini adalah erosi tahunan rata-rata DAS Bodri sebesar 169,47 ton/ha/th dengan nilai erosi tahunan rata-rata dari tertinggi hingga terendah berturut-turut, yaitu subDAS Putih, subDAS Logung, subDAS Lutut dan subDAS Bodri Hilir dengan nilai masing-masing 282,118 ton/ha/th, 262,394 ton/ha/th, 144,193 ton/ha/th dan 99,397 ton/ha/th. Hasil tersebut menunjukkan bahwa subDAS Putih memberikan kontribusi yang besar terhadap erosi yang terjadi di DAS Bodri.

Abstract

The amount of sedimentation in downstream watersheds can be affected by inappropriate land use in upstream watersheds. This inappropriate use of land can lead to erosion in the Bodri watershed. The purpose of this study was to calculate the amount of erosion in the Bodri watershed using the USLE method. The variables used in this research are rain erosivity factor (R), soil erodibility factor (K), long factor and slope (LS), plant management factor (C), conservation action factor (P). Data collection techniques used include documentation, image interpretation and observation. Rainfall data processing using erosivity formula, soil erodibility, slope length and slope, crop management and conservation action using comparative technique with reference table. The amount of erosion (E) is calculated using the USLE formula, $E = R \times K \times L \times S \times C \times P$ using map overlay technique. The result of this research is the average annual erosion of Bodri Watershed of 169.47 ton / ha / yr with the average annual erosion value from highest to lowest respectively, that is Putih watershed, Logung watershed, Lutut watershed and Bodri Hilir watershed with respectively 282,118 ton/ha year, 262,394 ton/ha/year, 144,193 ton/ha/year and 99,397 ton/ha/year. These results indicate that the Putih watershed contributes greatly to the erosion occurring in the Bodri watershed.

© 2017 Universitas Negeri Semarang

[✉] Alamat korespondensi:

Gedung C1 Lantai 1 FIS Unnes
Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229
E-mail: geografiunnes@gmail.com

PENDAHULUAN

DAS Bodri merupakan bagian dari Satuan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai SWP DAS Bodri Jragung. DAS Bodri merupakan DAS yang berada di Provinsi Jawa Tengah yang secara administrasi berada di 4 Kabupaten yaitu Kabupaten Semarang, Kabupaten Temanggung dan Kabupaten Wonosobo di kawasan hulu, serta Kabupaten Kendal di bagian hulu dan hilir. DAS Bodri terbagi menjadi 4 sub DAS, yakni sub DAS Lutut, sub DAS Logung, sub DAS Putih dan sub DAS Bodri Hilir. Total keseluruhan luas DAS Bodri adalah 65.248,54 Ha. Berdasarkan penelitian Adnan Yollanda (2011) dari tahun 1992-2009 telah terjadi perubahan penutup lahan di DAS Bodri. Hal ini ditunjukkan dengan adanya peningkatan luas permukiman dari tahun 1992-2009 sebesar 488,48 ha, peningkatan perkebunan sebesar 5.058 ha, peningkatan tegalan sebesar 5.533,39 ha dan penurunan hutan produksi sebesar 3.491,69 ha. Adanya perubahan penutup lahan ini dapat mengakibatkan sedimentasi di bagian hilir DAS (Asdak, 2010:19). Hal ini sesuai dengan penelitian dari Tjaturrahono (2010) bahwa dari tahun 1992-2009 telah terjadi peningkatan muatan sedimen tersuspensi di perairan pesisir Kendal sebesar 0,5948 gr/liter, muatan sedimen ini berasal dari salah satunya yaitu sungai Bodri yang merupakan sungai utama DAS Bodri. Besarnya sedimentasi akan mengurangi kapasitas saluran sehingga timbul genangan dan banjir di sungai (Suprayogi dkk,2015:230).

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis tertarik untuk mengetahui berapa besarnya erosi di DAS Bodri baik karena adanya perubahan penutup lahan terutama berkurangnya vegetasi atau disebabkan oleh faktor-faktor lain yang berpengaruh terhadap besarnya erosi yang terjadi pada suatu DAS. Maka, penelitian ini diberi judul “ **Estimasi Erosi di Daerah Aliran Sungai Bodri Menggunakan Metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE)**”.

METODE PENELITIAN

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan variabel yang ada pada persamaan USLE yaitu erosivitas hujan (R), erodibilitas tanah (K), panjang dan kemiringan lereng (LS), pengelolaan tanaman (C) dan tindakan konservasi (P). Teknik pengumpulan data yang digunakan meliputi dokumentasi, interpretasi citra dan observasi. Pengolahan data curah hujan dengan menggunakan *polygon thiessen*, sedangkan nilai erodibilitas tanah, panjang dan kemiringan lereng, pengelolaan tanaman dan tindakan konservasi dengan menggunakan teknik komparasi berdasarkan tabel acuan. Besarnya erosi (E) dihitung dengan menggunakan rumus USLE, $E = R \times K \times LS \times C \times P$ menggunakan teknik *overlay* peta. Dari hasil *overlay* tersebut, diperoleh satuan pemetaan erosi DAS Bodri. Kemudian dari nilai erosi setiap satuan pemetaan dihitung nilai erosi rerata tertimbang baik pada skala DAS ataupun subDAS dengan menggunakan rumus berikut :

$$\bar{E} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i \cdot A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

dimana :

\bar{E} : erosi tertimbang (ton/ha/th)

E_i : erosi per satuan pemetaan (ton/th)

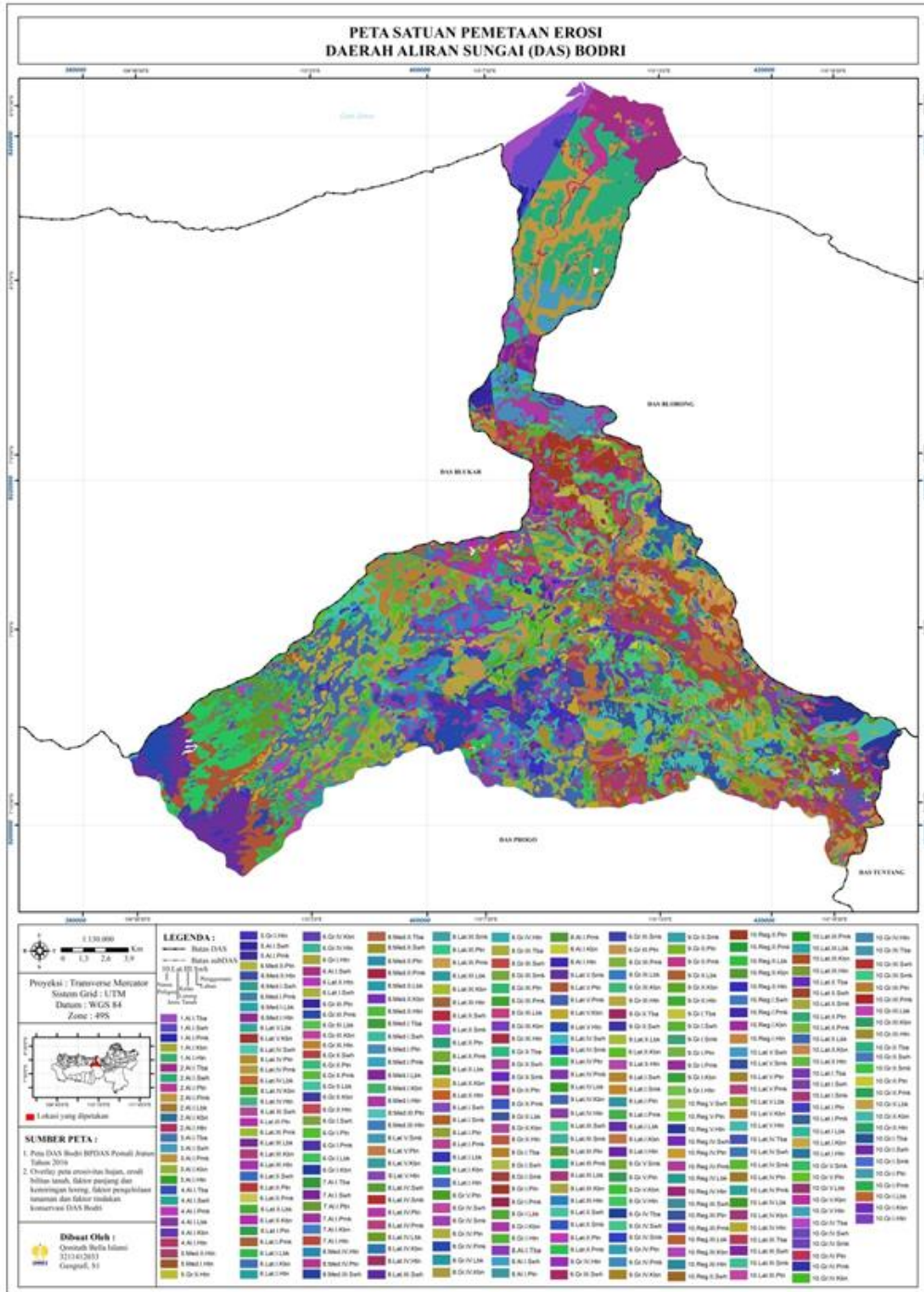
A_i : luas per satuan pemetaan (ha)

n: jumlah satuan pemetaan

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Daerah Penelitian (ξ1)

Penelitian ini dilakukan di DAS Bodri. Secara astronomis terletak pada 6°50'28"-7°15'47" LS dan 109°56'12"-110°20'37" BT. Secara administratif DAS Bodri masuk ke dalam wilayah Kabupaten Kendal, Kabupaten Semarang, Kabupaten Temanggung dan Kabupaten Wonosobo.



Gambar 1. Peta satuan pemetaan erosi daerah aliran sungai Bodri

Perhitungan Erosi DAS Bodri Menggunakan Metode USLE (ξ2)

1. Erosivitas Hujan (R).

Erosivitas hujan DAS Bodri dihitung dengan menggunakan rumus erosi menurut Bols berikut (Asdak, 2010:359)

$$R = 6,12(\text{RAIN})^{1,21}(\text{DAYS})^{-0,47}(\text{MAXP})^{0,53}$$

dimana

R : erosi hujan rata-rata tahunan

RAIN : curah hujan rata-rata tahunan (cm)

DAYS: jumlah hari hujan rata-rata per tahun (hari)

MAXP : curah hujan maksimum rata-rata dalam 24 jam per bulan untuk kurun waktu satu tahun (cm).

Nilai R pada penelitian ini menggunakan data curah hujan dari 10 stasiun yang ada di sekitar DAS Bodri selama 6 tahun yaitu dari tahun 2009-2014. Sehingga nilai erosi DAS Bodri bervariasi dari setiap stasiun curah hujan. Nilai erosi DAS Bodri terendah dengan nilai 2277,34 tertinggi dengan nilai 9197,03;

2. Erodibilitas Tanah (K).

Nilai erodibilitas tanah DAS Bodri diperoleh dengan menyesuaikan jenis tanah yang ada di DAS Bodri dengan tabel erodibilitas tanah (K). Nilai erodibilitas tanah DAS Bodri berkisar antara 0,20-0,31;

3. Panjang dan Kemiringan Lereng (LS).

Panjang dan kemiringan lereng pada penelitian ini menggunakan tabel pedoman indeks panjang dan kemiringan lereng. Nilai LS terendah adalah 0,4 yang termasuk kelas lereng I, sedangkan nilai LS terbesar adalah 9,5 yang termasuk kelas lereng V;

4. Pengelolaan Tanaman (C).

Faktor C adalah rasio kehilangan tanah dari tanah yang diolah dalam kondisi tertentu dengan kondisi lahan tidak diolah. Faktor diukur dari gabungan vegetasi dan manajemen (Ahmad dan Verma, 2013). Penentuan nilai C dilakukan dengan cara menyesuaikan jenis penggunaan lahan terhadap tabel nilai faktor C. Nilai C terendah dari penggunaan lahan DAS Bodri adalah penggunaan lahan berupa hutan yaitu 0,005 dan nilai C terbesar adalah penggunaan

lahan berupa permukiman, lahan terbuka dan tubuh air yaitu dengan nilai 1.

Tindakan Konservasi (P). Nilai tindakan konservasi (P) diamati langsung di lapangan berdasarkan peta penggunaan lahan hasil interpretasi citra SPOT 6 dan disesuaikan dengan nilai faktor P. Rasio untuk praktik tindakan konservasi bervariasi sesuai dengan kemiringan lereng (Ffolliott, 2013: 15). Nilai P terendah di DAS Bodri adalah pada penggunaan lahan sawah yaitu 0,15 dan nilai tertinggi pada penggunaan lahan berupa hutan yaitu dengan nilai 1.

Estimasi Erosi DAS Bodri (ξ3)

Perhitungan erosi melalui proses *overlay* dari peta erosi hujan, erodibilitas tanah, peta faktor panjang dan kemiringan lereng, peta faktor pengelolaan tanaman dan peta faktor tindakan konservasi. Hasil *overlay* diperoleh 678 satuan pemetaan yang disajikan pada lampiran 1. Setelah diperoleh satuan pemetaan, maka dihitung nilai erosi tiap satuan pemetaan menggunakan persamaan berikut (Asdak, 2010:356)

$$E : R \times K \times LS \times C \times P$$

E : besarnya kehilangan tanah per satuan pemetaan

R : faktor erosi hujan

K : faktor erodibilitas tanah

LS : faktor panjang dan kemiringan lereng

C : faktor pengelolaan tanaman

P : faktor tindakan konservasi tanah.

Berdasarkan penghitungan dengan menggunakan rumus di atas, maka diperoleh nilai erosi tiap satuan pemetaan. Nilai erosi terendah pada satuan 8.Gr.III.Swh dengan nilai 0,004 dan tertinggi pada satuan 9. Lat.V.Kbn dengan nilai 557.820. Untuk mendapatkan nilai erosi pada setiap subDAS digunakan rumus erosi tertimbang berikut

$$\bar{E} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i \cdot A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Keterangan :

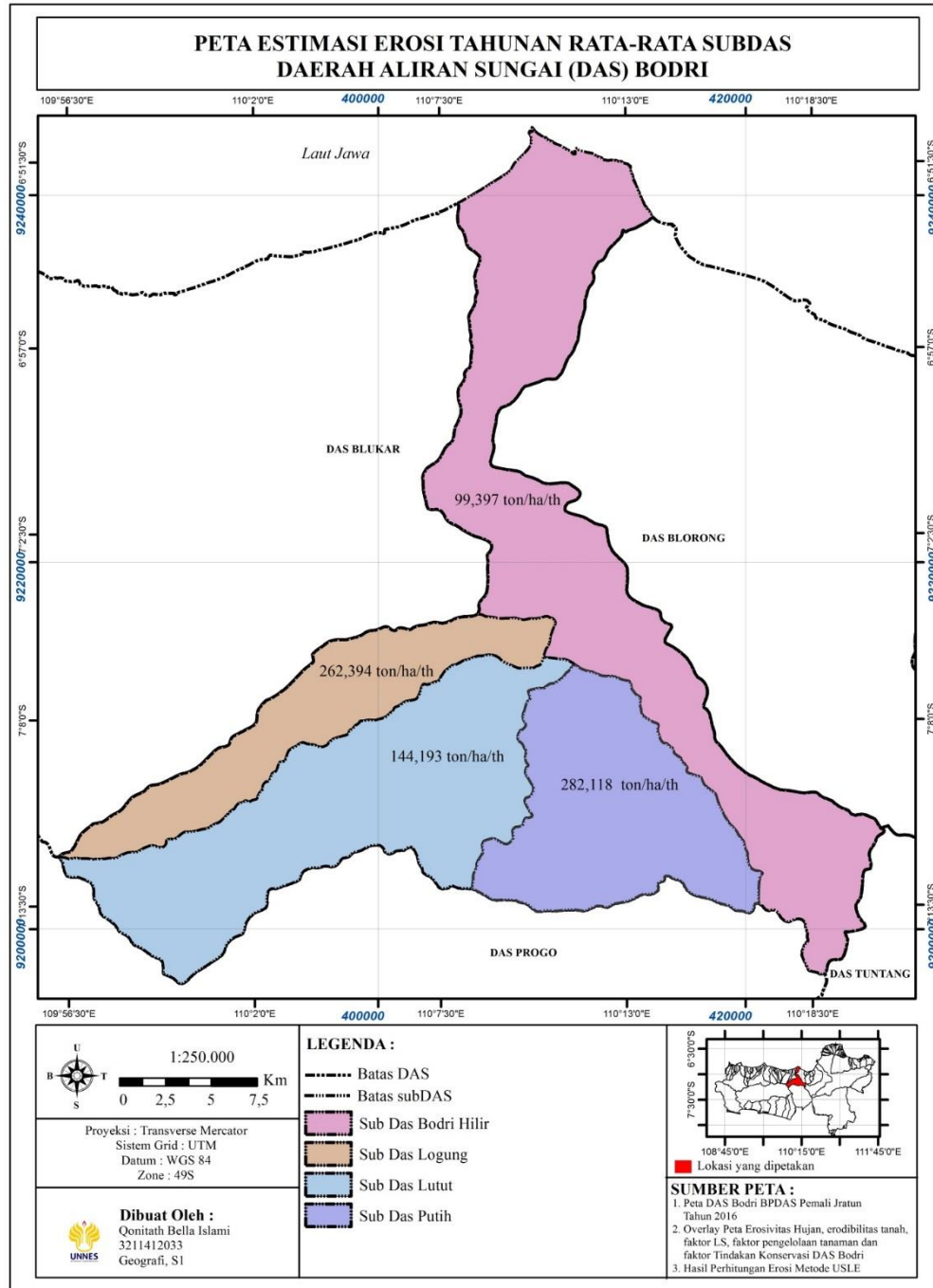
\bar{E} : erosi tertimbang (ton/ha/th)

E_i : erosi per satuan pemetaan (ton/th)

A_i : luas per satuan pemetaan (ha)

n: jumlah satuan pemetaan

Dari perhitungan tersebut, maka diperoleh erosi tiap subDAS yang disajikan pada tabel 5 dan lampiran 2.



Gambar 2. Peta estimasi erosi tahunan rata – rata subdas daerah aliran sungai Bodri

Tabel 5. Nilai Erosi Tiap subDAS

No	SubDAS	Luas SubDAS (Ha)	Erosi tahunan rata-rata (ton/ha/th)
1	Bodri Hilir	25.364,97	99,397
2	Logung	8.921,096	262,394
3	Lutum	18.411,20	144,193
4	Putih	12.551,27	282,118

Sumber: Hasil Perhitungan

Sedangkan nilai erosi DAS Bodri adalah:

$$\begin{aligned} \text{Erosi tahunan rata-rata} &: \frac{\sum_{i=1}^{n=678} E_i \cdot A_i}{\sum_{i=1}^{n=678} A_i} \\ &: \frac{11.057.806,4 \text{ ton/th}}{65.248,54 \text{ ha}} \\ &: \mathbf{169,47 \text{ ton/ha/th}} \end{aligned}$$

Berdasarkan tabel tersebut, dapat nilai erosi terbesar hingga terkecil berturut-turut yaitu subDAS Putih, subDAS Logung, subDAS Lutut dan subDAS Bodri Hilir dengan nilai masing-masing sebesar 282,118 ton/ha/th, 262,394 ton/ha/th, 144,193 ton/ha/th dan 99,397 ton/ha/th. Besarnya erosi dipengaruhi oleh faktor erosivitas, erodibilitas, panjang dan kemiringan lereng, pengelolaan tanaman dan tindakan konservasi serta luas daerah aliran yang dimiliki masing-masing subDAS. Besarnya erosi berbanding lurus dengan faktor-faktor tersebut.

Analisis Nilai Erosi Tiap subDAS (§4)

SubDAS Bodri Hilir terletak di bagian hilir DAS Bodri menghasilkan erosi tahunan rata-rata sebesar 99,397 ton/ha/th. Erosi yang dihasilkan dari subDAS Bodri Hilir ini merupakan erosi terkecil diantara subDAS lainnya. Luas subDAS ini 25.364,97 Ha dari total luas seluruh wilayah DAS Bodri dan merupakan subDAS yang memiliki luas wilayah paling besar. Penggunaan lahan di wilayah ini banyak digunakan untuk permukiman dan sawah seperti di Kecamatan Kota Kendal, Kecamatan Patebon, Kecamatan Cepiring dan Kecamatan Kangkung. Curah hujan tahunan rata-rata di subDAS Bodri Hilir termasuk rendah (1000-300 mm). Dari seluruh jenis tanah yang ada di DAS Bodri, kesemuanya tersebar di wilayah subDAS Bodri Hilir, yaitu

berturut-turut dari yang terbesar hingga yang terkecil adalah jenis tanah Aluvial, Latosol, Grumusol, Mediteran dan Regosol. Kondisi kemiringan lereng di subDAS Bodri Hilir 0-8%.

SubDAS Logung menghasilkan erosi tahunan rata-rata sebesar 262,394 ton/ha/th dari keseluruhan total erosi DAS Bodri. Dilihat dari kondisi fisiknya, subDAS Logung ini memiliki luas yang paling kecil, yaitu 8.921,10 Ha, sebagian besar penggunaan lahannya berupa hutan, semak belukar, pertanian, permukiman dan kebun. Di subDAS Logung ini penggunaan lahan berupa lahan terbuka sangat kecil. Wilayah administrasi subDAS Logung meliputi sebagian wilayah Kecamatan Sukorejo, sebagian Kecamatan Tretep, Kecamatan Bejen dan sebagian Kecamatan Patean. Jenis tanah yang ada di subDAS Logung ini adalah Latosol. Tanah latosol ini merupakan tanah yang cukup peka terhadap erosi. Kondisi kemiringan lereng di subDAS Logung ini di dominasi oleh kemiringan lereng antara 25-40%.

SubDAS Lutut menghasilkan erosi sebesar 144,193 ton/ha/th dari total erosi DAS Bodri. SubDAS Lutut ini terletak di hulu DAS Bodri dengan luas wilayah 18.411,18 Ha yang meliputi wilayah sebagian Kecamatan Kejajar, Kecamatan Wonoboyo, Kecamatan Candirotto, sebagian Kecamatan Bejen. Erosi yang dihasilkan oleh subDAS Lutut ini merupakan terbesar ketiga setelah subDAS Putih dan subDAS Logung. Dilihat dari penyebabnya adalah karena curah hujan yang tinggi dan penggunaan lahan yang kurang sesuai dengan kaidah konservasi. Hal ini dibuktikan dengan banyaknya penggunaan lahan berupa pertanian pada lahan dengan kemiringan lereng >40% dan penggunaan lahan permukiman pada kelas lereng yang sangat curam, yang seharusnya pada kondisi kemiringan lereng demikian merupakan kawasan konservasi. Dilihat dari jenis tanah yang ada di subDAS Lutut ini terdiri dari dua macam jenis tanah, yaitu tanah Latosol yang cukup peka dengan erosi dan tanah Grumusol yang sangat peka terhadap erosi. Dilihat dari sisi lain yaitu dari jumlah penduduk yang ada di wilayah subDAS Lutut ini cukup banyak, terutama di Kecamatan Candirotto sebesar 2.422 jiwa.

Semakin banyak jumlah penduduk maka semakin banyak pula lahan untuk permukiman yang dibutuhkan. Dengan demikian, kegiatan alih fungsi lahan dari kawasan konservasi (hutan) menjadi kawasan budidaya (permukiman, sawah dan pertanian) sangat mungkin terjadi dan menyebabkan dampak pada wilayah bagian hilir serta memperbesar erosi yang terjadi.

SubDAS Putih terletak di bagian hulu DAS Bodri, erosi tahunan rata-rata yang dihasilkan subDAS Putih sebesar 282,118ton/ha/th dari total erosi DAS Bodri. Erosi yang terjadi di subDAS ini merupakan erosi terbesar dibanding tiga subDAS lainnya. Jika dilihat dari penyebabnya adalah luas subDAS Putih yang termasuk besar yaitu 12.551,27 Ha dan nilai erosivitas hujan di subDAS Putih terbesar dibanding nilai erosivitas tiga subDAS lainnya. Penggunaan lahan di subDAS Putih didominasi oleh semak belukar, permukiman dan lahan terbuka. Jenis tanah di wilayah subDAS Putih ini di dominasi oleh jenis tanah Latosol dan Mediteran. Jenis tanah latosol dan mediteran ini memiliki nilai erodibilitas yang cukup tinggi, artinya peka terhadap erosi. Kondisi kemiringan lereng di subDAS Putih di dominasi oleh kemiringan lereng antara 25-40% dengan kondisi geomorfologi di dominasi oleh perbukitan dan pegunungan serta kondidi geologi berupa miosen fasies sedimen. Wilayah administrasi subDAS Putih ini meliputi Kecamatan Kandangan, sebagian kecil Kecamatan Kaloran, sebagian kecil Kecamatan Limbangan dan sebagian besar Kecamatan Singorojo.

Penggunaan metode USLE untuk menghitung estimasi erosi DAS Bodri dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis dapat mempercepat proses perhitungan erosi DAS Bodri hingga menghasilkan peta estimasi erosi tahunan rata-rata DAS Bodri yang dapat dilihat pada lampiran 2. Berdasarkan data hasil perhitungan estimasi erosi DAS Bodri menggunakan metode USLE diatas, diperoleh dari penjumlahan erosi dari empat subDAS menghasilkan total erosi tertimbang sebesar 11.057.806,4 ton/th. Kemudian dari total erosi tertimbang tersebut dihitung erosi tahunan rata-rata dengan membagi nilai total erosi tertimbang

DAS Bodri dengan luas wilayahnya dan diperoleh nilai erosi tahunan rata-rata sebesar 169,47 ton/ha/th. Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Adhika Yudhatama S. (2013), maka nilai erosi ini mengalami peningkatan. Besarnya erosi menyebabkan terjadinya parit-parit erosi yang rapat dan dalam. Terjadinya erosi akan menyingkap tanah lapisan bawah. Sedangkan lapisan bawah memiliki tingkat kesuburan yang lebih rendah daripada lapisan atasnya. Tanah lapisan atas yang subur dibawa dan diendapkan pada sejumlah aliran-aliran deras. Proses ini menyebabkan berkurangnya luas tanah yang subur. Erosi tidak selalu berdampak merusak, selama erosi dengan laju pembentukan tanah masih seimbang. Erosi ini perlu ada karena berperan penting dalam meremajakan tanah (Jupri, 2010:44).

Erosi berdampak pada tempat terjadinya erosi dan tempat diluar terjadinya erosi. Menurut Arsyad (1989) dalam Jupri (2010:45) disebutkan bahwa dampak erosi pada tempat terjadinya erosi meliputi hilangnya lapisan tanah yang baik untuk berjangkarnya akar tanaman, kehilangan unsur hara dan struktur tanah yang selanjutnya akan menyebabkan menurunnya produktivitas tanah dan berkurangnya alternatif penggunaan lahan. Dampak erosi di luar tempat terjadinya erosi dapat berupa pelumpuran dan pendangkalan sungai, waduk dan saluran irigasi serta badan air lainnya, menghilangkan massa air dan kualitas air menurun, rusaknya ekosistem perairan, kerugian memendeknya umur waduk dan meningkatnya frekuensi serta besarnya banjir.

Dampak erosi tersebut dapat bersifat langsung maupun tidak langsung. Tentunya besarnya erosi yang terjadi berdampak pada manusia baik yang ada pada tempat terjadinya erosi maupun diluar tempat terjadinya erosi. Pengelolaan lahan pertanian pada kemiringan lereng lebih dari 40% tanpa *terasiring* (tindakan konservasi) dapat memperbesar erosi, dampaknya dapat menurunkan produktivitas pertanian yang nantinya hal ini akan berdampak pada manusia itu sendiri, seperti halnya pada hulu DAS Bodri di Kecamatan Tretap yang memiliki kemiringan lereng sangat curam tetapi

banyak digunakan untuk kegiatan pertanian dan permukiman. Kemudian erosi yang terjadi di hulu ini dapat menyebabkan sedimentasi meningkat di bagian hilir DAS, di muara-muara sungai dan di daerah pesisir yang diakibatkan oleh banyaknya material tanah yang dibawa oleh aliran air. Akibatnya, kualitas perairan di daerah hilir semakin memburuk. Selain itu, jangka panjang dari besarnya sedimentasi ini adalah dapat menyebabkan bencana banjir. Untuk itu perlu adanya pengelolaan terpadu dari hulu hingga hilir DAS yang melibatkan pihak-pihak terkait untuk bisa mengurangi besarnya erosi yang terjadi.

SIMPULAN

Hasil perhitungan estimasi erosi DAS Bodri menggunakan metode USLE menghasilkan erosi tahunan rata-rata DAS Bodri sebesar 169,47 ton/ha/th dengan rincian dari besarnya erosi 4 subDAS terbesar hingga terkecil berturut-turut yaitu yaitu subDAS Putih, subDAS Logung, subDAS Lutut dan subDAS Bodri Hilir dengan nilai masing-masing sebesar 282,118 ton/ha/th, 262,394 ton/ha/th, 144,193 ton/ha/th, dan 99,397 ton/ha/th. Hasil besarnya erosi dari 4 subDAS tersebut menunjukkan bahwa subDAS Putih menghasilkan erosi yang paling besar karena nilai R, K, LS, C, P pada subDAS ini cukup besar dibanding subDAS lainnya. Perbedaan besarnya erosi dari tiap subDAS disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu besarnya nilai erosivitas hujan, pengelolaan tanaman dan tindakan konservasi yang berkaitan dengan aktivitas manusia dalam memanfaatkan penggunaan lahan serta luas setiap subDAS.

Saran yang dapat diberikan adalah 1) Perhitungan estimasi erosi perlu dilakukan dengan menggunakan metode lain dan dilakukan

pada skala yang lebih kecil lagi agar wilayah kajian tidak terlalu luas sehingga dapat memperoleh informasi yang lebih akurat. 2) Perlu adanya upaya penanganan pada daerah-daerah yang sudah mengalami alih fungsi lahan, terutama pada subDAS yang erosinya besar seperti pada subDAS Putih, subDAS Logung dan subDAS Lutut yang merupakan daerah hulu DAS yang berfungsi sebagai daerah resapan, kemudian perlu dilakukannya upaya-upaya pencegahan erosi seperti ditingkatkannya tindakan-tindakan konservasi yang sudah dilakukan serta lebih ditegakkannya aturan mengenai pemanfaatan lahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Ishtiyahq and Verma. 2013. *Application of USLE Model and GIS in Estimation of Soil Erosion for Tandula Reservoir*. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering Volume 3, Issue 4 (2013).
- Arsyad, Sitanala. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor : IPB Press.
- Asdak, 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Ffolliott et al. 2013. *Soil Erosion and Sediment Production on Watershed Landscapes: Process and Control*. International Programme UNESCO Regional Office for Science for Latin America and the Caribbean.
- Poerbandono, dkk. 2006. *Evaluasi Perubahan Perilaku Erosi Daerah Aliran Sungai Citarum Hulu dengan Pemodelan Spasial*. Jurnal Infrastruktur dan Lingkungan Binaan Vol. II No.2.
- Sanjoto, Tjaturahono. 2010. *Studi Sebaran Keruangan Kualitas Perairan Pesisir Kendal Menggunakan Teknik Penginderaan Jauh*. Jurnal of Geography.
- Suprayogi, S. Setyawan P dan Darmakusuma D. 2015. *Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.