

**PENDUGAAN EROSI DAS SEKAMPUNG HULU MENGGUNAKAN
METODE *USLE* (*Universal Soil Loss Equation*) BERBASIS *GIS* UNTUK
PERENCANAAN KEGIATAN REHABILITASI HUTAN DAN LAHAN**

Skripsi

Oleh

**SIRUAN MASRU HUDI
1714151007**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

ABSTRAK

PENDUGAAN EROSI DAS SEKAMPUNG HULU MENGGUNAKAN METODE *USLE* (*Universal Soil Loss Equation*) BERBASIS GIS UNTUK PERENCANAAN KEGIATAN REHABILITASI HUTAN DAN LAHAN

Oleh

SIRUAN MASRU HUDI

DAS Sekampung merupakan DAS prioritas satu di Provinsi Lampung yang penting untuk diperhatikan dan diperbaiki kualitas tata air serta penggunaan lahannya, terutama pada daerah hulunya. Dampak perubahan penggunaan lahan pada DAS Sekampung Hulu yaitu terjadinya erosi, karenanya pendugaan nilai besaran erosi penting dilakukan untuk menentukan rencana perbaikan penggunaan lahan/ rehabilitasi hutan dan lahan. Tujuan dari penelitian ini yaitu menduga besaran erosi yang terjadi pada DAS Sekampung Hulu dengan menggunakan metode *USLE* (*Universal Soil Loss Equation*) berbasis GIS (*Geographic Information System*). Metode yang digunakan berbasis spasial (GIS) dengan rumus *USLE* yaitu dengan mengalikan faktor curah hujan (R), jenis tanah (K), panjang dan kemiringan lereng (LS), serta vegetasi penutup tanah dan faktor tindakan konservasinya (CP). Hasil erosi pada DAS Sekampung Hulu rata-ratanya yaitu sebesar 91,48 ton/ha/tahun, dengan klasifikasi tingkat bahaya erosi (TBE) rata-ratanya masih sangat tinggi pada beberapa penggunaan lahan, sehingga perlu dilakukan perbaikan penggunaan (tutupan) lahan untuk mengurangi erosi yang terjadi pada DAS Sekampung Hulu.

Kata kunci: Daerah Aliran Sungai; erosi; GIS; metode *USLE*

ABSTRACT

EROSION ESTIMATION OF THE SEKAMPUNG HULU WATERSHED USING GIS-BASED USLE (*Universal Soil Loss Equation*) METHOD FOR FOREST AND LAND REHABILITATION ACTIVITIES PLANNING

By

SIRUAN MASRU HUDI

Sekampung watershed is the first priority watershed in Lampung Province that is important to be considered and improved its water system quality and land use, especially in the upstream area. The impact of land use changes on the Upstream watershed is the occurrence of erosion, therefore the restoration of the erosion value is important to determine the plan for land use improvement / forest and land rehabilitation. The purpose of this study is to estimate the amount of erosion that occurs in the Watershed Upstream by using the USLE (Universal Soil Loss Equation) GIS-based method (Geographic Information System). The method used is spatial-based (GIS) with the USLE formula by multiplying the rainfall factor (R), soil type (K), slope length and slope (LS), then vegetation soil cover and its conservative action factor (CP). Erosion results in the upstream watershed are on average 91.48 tons/ ha/ year, which is classified into erosion hazard level (TBE) average is still very high in some land uses, so it is necessary to improve land use (cover) to reduce erosion that occurred in the Sekampung Hulu watershed.

Keywords: *Erosion, GIS; USLE method; watershed*

**PENDUGAAN EROSI DAS SEKAMPUNG HULU MENGGUNAKAN
METODE *USLE* (*Universal Soil Loss Equation*) BERBASIS *GIS* UNTUK
PERENCANAAN KEGIATAN REHABILITASI HUTAN DAN LAHAN**

Oleh

SIRUAN MASRU HUDI

Skripsi

**sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA KEHUTANAN**

pada

**Jurusan Kehutanan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

Judul Skripsi

**: PENDUGAAN EROSI DAS SEKAMPUNG
HULU MENGGUNAKAN METODE *USLE*
(*Universal Soil Loss Equation*) BERBASIS GIS
UNTUK PERENCANAAN KEGIATAN
REHABILITASI HUTAN DAN LAHAN**

Nama Mahasiswa

: SIRUAN MASRU HUDI

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1714151007

Program Studi

: Kehutanan

Fakultas

: Pertanian



Dr. Ir. Slamet Budi Yuwono, M.S.
NIP 196412231994031002

Dr. Arief Darmawan, S.Hut., M.Si.
NIP 197901072008011009

2. Ketua Jurusan Kehutanan

Dr. Indra Gumay Febryano, S.Hut., M.Si.
NIP 197402222003121001

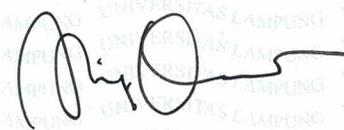
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

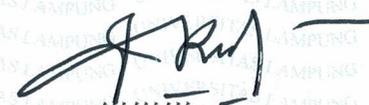
Ketua : Dr. Ir. Slamet Budi Yuwono, M.S.



Sekretaris : Dr. Arief Darmawan, S.Hut., M.Si.



Anggota : Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

NIP. 19610201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 06 Desember 2021

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Siruan Masru Hudi

NPM : 1714151007

Jurusan : Kehutanan

Fakultas : Pertanian

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“PENDUGAAN EROSI DAS SEKAMPUNG HULU MENGGUNAKAN METODE USLE (*Universal Soil Loss Equation*) BERBASIS GIS UNTUK PERENCANAAN KEGIATAN REHABILITASI HUTAN DAN LAHAN”** benar-benar hasil karya bukan plagiat sebagaimana telah diatur dalam Pasal 27 Peraturan Akademik Universitas Lampung dengan Keputusan Rektor Nomor 3187/H26/2010.

Bandar Lampung, 28 Maret 2022



Siruan Masru Hudi

NPM. 1714151007

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Rajabasa Lama II, Kecamatan Labuhan Ratu, Kabupaten Lampung Timur, pada tanggal 12 Februari 2000 sebagai anak Pertama dari tiga bersaudara dari Bapak Abdul Malik dan Ibu Mushidayah. Pendidikan Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SDN 4 Rajabasa Lama pada tahun 2011, Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama (SLTP) di SMPN 1 Labuhan Ratu pada tahun 2014, dan Sekolah Lanjutan Tingkat Atas (SLTA) di SMAN 1 Way Jepara pada tahun 2017. Penulis diterima di jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2017 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) dan memperoleh beasiswa Bidikmisi.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten praktikum Pemetaan dan GIS dan Struktur dan Sifat-Sifat Kayu pada semester 6 tahun 2020. Penulis juga aktif di beberapa organisasi kemahasiswaan, diantaranya di Himpunan Mahasiswa Jurusan Kehutanan (Himasyilva) sebagai anggota, Forum Studi Islam Fakultas Pertanian (FOSI FP) sebagai Sekretaris Biro BSO BBQ tahun 2019, di Mahasiswa Penghafal Qur'an (MPQ) Unila sebagai Sekretaris periode 2019, dan di Badan Pelaksana Harian (BPH) Masjid Al-Wasi'i Unila sebagai Sekretaris pada tahun 2019-2020.

Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung Way Seputih Way Sekampung (BPDASHL WSS) selama 30 hari kerja aktif, kemudian di instansi yang sama juga penulis melaksanakan magang sekaligus penelitian untuk skripsi ini. Penulis pernah mengikuti Seminar Nasional Silvikultur yang ke-VIII pada tahun 2021, dan mempublikasikan hasil penelitian pada Prosiding Seminar Nasional tersebut

dengan judul Pendugaan Erosi DAS Sekampung Hulu Guna Perencanaan Rehabilitasi Hutan dan Lahpan.

Bismillahirrahmanirrahiim

Kupersembahkan karya ini untuk Ayahanda dan Ibunda tercinta

SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan ke hadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi dengan judul “Pendugaan Erosi DAS Sekampung Hulu Menggunakan Metode *USLE (Universal Soil Loss Equation)* Berbasis *GIS* Untuk Perencanaan Kegiatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Kehutanan di Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis meminta kritik dan saran yang membangun agar dapat menjadi lebih baik lagi. Penyelesaian penulisan dan penyusunan skripsi ini berkat bantuan dan kebaikan dari berbagai pihak yang telah memberikan ide, bimbingan, fasilitas, do’a dan dukungan baik secara moril maupun materil.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dan selaku dosen pembahas yang telah memberikan masukan dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.
2. Bapak Dr. Indra Gumay Febriyano, S.Hut., M.Si., selaku Ketua Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Ir. Slamet Budi Yuwono, M.S., selaku pembimbing utama atas kesediannya untuk memberikan bimbingan, saran dan kritik yang membangun dalam proses penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Dr. Arief Darmawan, S.Hut.,M.Si., selaku pembimbing kedua atas kesediannya untuk memberikan bimbingan, saran dan kritik yang membangun dalam proses penyelesaian skripsi ini.

5. Bapak Drs. H. Afif Bintoro, M.P., selaku pembimbing akademik yang telah memberikan masukan serta motivasi.
6. Seluruh dosen pengajar dan staf pegawai di Jurusan Kehutanan yang telah banyak memberikan ilmu dan pengalaman selama penulis kuliah.
7. Keluargaku: Bapak Abdul Malik, Ibu Mushidayah, Ridho Matlubi dan Deca Sari Saputri yang telah memberikan support penuh, semangat dan dukungan utama dari awal hingga akhir perkuliahan ini.
8. Bapak Ir. Idi Bantara S. Hut., M.Sc. selaku Kepala BPDAS HL WSS yang telah memberikan izin untuk melakukan magang dan penelitian.
9. Bapak Taufik Aulia, S. Hut., M.Sc. selaku Kepala Seksi Evaluasi kegiatan BPDAS HL WSS yang telah memberikan support dalam penelitian ini.
10. Bang Apriadi, S.Hut., selaku pembimbing magang dan penelitian yang telah memberikan bimbingan, motivasi dan support penuh selama melakukan penelitian.
11. Bang Ahmad Khairil Fajri S. Hut., Bang Alfi Sofyan S. Hut., dan seluruh staf BPDAS HL WSS yang telah memberikan support dalam penelitian ini.
12. Patner penelitian ku (Galang Pangestu Asri) yang telah membantu dalam pengambilan data dan magang di BPDAS.
13. Mentor penelitianku (Bang Rudi Pramana, Bang Rizal Adi Saputra, Ahmad Rizaldi) yang telah membantu dalam penyelesaian data penelitian.
14. Keluarga BPH Masjid Al-Wasi'i (kak Mukhsin, Afif, Amar, Lukman, Yoga, Herman, Rio, Wisnu, Odi, Iskandar, Diki, Hikmal, Torik dan Ariyanto) yang telah memberikan support dan motivasi penulis untuk menyelesaikan studi.
15. Keluarga Raptors (Kehutanan 2017) terus memberikan semangat dan dukungan kepada penulis selama kuliah.
16. Keluarga MPQ Unila yang telah memberikan motivasi dan semangat kepada penulis.
17. Teman-teman BFF (Saipul, Muhtar, Salma, Adraisna, Hafidzah, Trislina dan Leni) yang terus memberikan semangat dan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan penelitian.
18. Teman-teman Kabinet Korelasi Madani FOSI FP 2019 yang telah memberikan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan studi.

19. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah membantu penulis menyelesaikan studi.

Semoga Allah SWT. Membalas segala kebaikan mereka semua. Demikian yang dapat penulis sampaikan, semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi kehutanan dan generasi mendatang.

Bandar Lampung, Maret 2022

Siruan Masru Hudi

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian.....	3
C. Kerangka Pemikiran.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
A. DAS Sekampung Hulu	6
B. Pengertian Daerah Aliran Sungai.....	7
C. Pengelolaan DAS	8
D. Erosi	10
E. Dampak Perubahan Tutupan Lahan	12
F. Pendugaan Erosi	13
G. Metode USLE (<i>Universal Soil Loss Equation</i>).....	14
III. METODE PENELITIAN	15
A. Waktu dan Tempat Penelitian	15
B. Alat dan Bahan Penelitian	15
C. Metode Pelaksanaan.....	18
D. Tahapan Kegiatan Analisis Spasial	18
E. Perhitungan dan Analisis Data	19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
A. Erosivitas Hujan	25
B. Erodibilitas Tanah	28
C. Panjang dan Kemiringan Lereng (LS).....	30
D. Vegetasi Penutup Lahan dan Konservasi Tanah (CP).....	38
E. Penggunaan Lahan Eksisting DAS Sekampung Hulu.....	35
F. Pendugaan Nilai Erosi dengan USLE	37
G. Rancangan Perbaikan Tutupan Lahan (RTK-RHLBPDASHLWSS)	48
H. Simulasi Penurunan Erosi agar Dibawah Nilai TSL.....	47

	Halaman
V. SIMPULAN DAN SARAN	56
A. Simpulan.....	56
B. Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	58

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Nilai erodibilitas tanah pada beberapa satuan lahan	21
2. Nilai faktor C berdasarkan penggunaan lahan	22
3. Nilai dan klasifikasi indeks bahaya erosi	24
4. Perhitungan rata-rata erosivitas hujan tahunan	25
5. Jenis tanah dan nilai K pada DAS Sekampung Hulu	28
6. Nilai kelerengan DAS Sekampung Hulu	30
7. Penggunaan lahan DAS Sekampung Hulu.....	32
8. Penggunaan lahan DAS Sekampung Hulu tahun 2019.....	37
9. Hasil pendugaan erosi pada Sub DAS Sekampung Hulu.....	38
10. Klasifikasi indeks bahaya erosi	40
11. Kelas erosi pada DAS Sekampung Hulu	43
12. Erosi setelah kegiatan RHL pada DAS Sekampung Hulu	44
13. Hasil erosi setelah perbaikan tutupan lahan RTK-RHL.....	46
14. Hasil simulasi penurunan erosi dengan menghutankan kembali Kawasan Hutan Register 39	49
15. Perbandingan erosi aktual dengan erosi setelah simulasi di DAS Sekampung Hulu	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagan kerangka pemikiran penelitian	5
2. Peta wilayah DAS Sekampung Hulu	17
3. Peta persebaran curah hujan (<i>polygon thiessen</i>) di Sekampung Hulu .	27
4. Peta jenis tanah di Sekampung Hulu.....	29
5. Peta kelerengan DAS Sekampung Hulu	31
6. Peta tutupan lahan DAS Sekampung Hulu	34
7. Penggunaan lahan Sekampung Hulu tahun 2019.....	36
8. Peta klasifikasi tingkat bahaya erosi DAS Sekampung Hulu (<i>Existing Condition</i>)	42
9. Peta erosi hasil simulasi RTK-RHL DAS Sekampung Hulu	45
10. Peta kelas erosi hasil simulasi pada DAS Sekampung Hulu.....	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Faktor Kedalaman Tanah	59
2. Gambar Diagram Nomograf Nilai LS.....	60
3. Perhitungan Nilai Erosi di Sub DAS Sekampung Hulu.....	61
4. Klasifikasi Indeks Bahaya Erosi	66
5. Hasil Erosi Setelah Perbaikan Tutupan Lahan RTK-RHL	70
6. Foto <i>ground check</i> lapangan DAS Sekampung Hulu	75

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang dan Rumusan Masalah

Tanah sebagai sumber daya alam telah mengalami berbagai tekanan dan perubahan seiring dengan peningkatan jumlah manusia. Manusia telah banyak melakukan pembangunan pada semua areal lahan/tanah yang ada, termasuk pada kawasan hutan. Perubahan penggunaan lahan sangat berdampak pada kondisi alam yang ada salah satunya berpengaruh terhadap fungsi tata air suatu DAS (Yudha, 2013). Penggunaan lahan dan pemanfaatan daerah aliran sungai (DAS) yang keliru dapat menyebabkan terjadinya kerusakan DAS dan berdampak negatif terhadap lingkungan terutama di bagian hilir. Faktor yang mempengaruhinya yaitu, karena adanya peningkatan jumlah dan aktivitas manusia, maka kebutuhan terhadap pembangunan dan penggunaan lahan juga mengalami peningkatan (Tulenan, 2014). Padahal kelestarian fungsi DAS sangat penting di suatu daerah, karena DAS berfungsi untuk menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alamiah. Pemanfaatan Lahan dan pengelolaan DAS yang benar penting dilakukan agar air dapat mengalir secara perlahan sehingga meminimalisir terjadinya erosi dan agar tidak terjadi banjir pada musim penghujan, serta kekeringan pada musim kemarau (Suryono, 2017).

Dampak yang sering terlihat jika terjadi perubahan penggunaan lahan yaitu bertambahnya lahan kritis dan erosi (Banuwa, 2008). Erosi merupakan peristiwa pindahnya atau terangkutnya tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat ke tempat lain oleh media alami tertentu seperti air atau angin (Arsyad, 2010) dan secara umum disebabkan oleh air. Erosi dapat menimbulkan kerusakan baik pada tanah tempat terjadi erosi maupun pada tempat tujuan akhir tanah yang terangkut tersebut diendapkan. Kerusakan pada tanah tempat erosi (*on site*) pada bagian

hulu berupa penurunan sifat-sifat kimia dan fisik tanah. Sedangkan pada tempat tujuan akhir (*off site*) hasil erosi akan menyebabkan sedimentsi/ pendangkalan sungai, waduk, situ/danau, serta fluktuasi debit sungai (Purnama, 2008).

Penggunaan lahan yang sesuai dengan kaidah konservasi tanah dan air dapat dilakukan dengan metode vegetatif seperti membuat kebun campuran atau *agroforestri* yang dapat mengurangi dampak buruk dari erosi (Wahyudi, 2014).

DAS Sekampung Hulu seluas 82.201,41 ha penting untuk dikelola dengan baik, karena dimanfaatkan sebagai sumber irigasi pertanian, PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air) dan sebagai sumber air baku PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) Way Rilau (Kota Bandar Lampung) serta telah dibangun bendungan Way Sekampung. Saat ini sebagian besar wilayah DAS Sekampung Hulu telah mengalami alih fungsi hutan menjadi lahan pertanian. Erosi yang terjadi di DAS Sekampung Hulu rata-rata sebesar 67,5 ton/ha/tahun (Nippon Koei, 2003 dalam Banuwa, 2008). Erosi (yang besar) tersebut disebabkan oleh konversi lahan yang seharusnya kawasan hutan menjadi lahan pertanian dan usahatani lainnya, tanpa mempertimbangkan pengelolaan yang keberlanjutan (*sustainable*) serta konservasi tanah dan air (Banuwa, 2008). Saat ini luas hutan di DAS Sekampung Hulu tersisa seluas 7.396,33 ha, semak belukar 3.201,83 ha, sawah seluas 1.746,34 ha, pertanian lahan kering campur yang mendominasi daerah sekampung hulu seluas 66.107,46 ha, dan pertanian lahan kering seluas 561,82 ha yang didominasi oleh tanaman kopi dengan variasi campurannya adalah lada, pisang, dan kakao (Ditjen PKTL KLHK, 2019).

Erosi menjadi isu utama dalam pengelolaan DAS dan pembangunan di wilayah Indonesia, erosi juga merupakan suatu peristiwa yang menjadi tanda terjadinya degradasi lahan dan penyebab menurunnya produktivitas lahan (Edward *et al.*, 2015). Mengetahui besarnya erosi yang terjadi di suatu wilayah merupakan kegiatan yang penting karena dapat menjadi salah satu cara untuk mencari sebuah solusi dari permasalahan tersebut. Hasil pendugaan erosi pada suatu DAS dapat digunakan sebagai dasar pengelolaan DAS dan penetapan kebijakan dalam hal penggunaan lahan (Asdak, 2010).

Prediksi erosi dapat dilakukan secara langsung maupun tidak langsung yaitu melalui model prediksi/pendugaan erosi (A'yunin, 2008). Metode yang sering

digunakan untuk memprediksi erosi adalah persamaan/pendugaan *Universal Soil Loss Equation* (USLE). Persamaan ini merupakan model pendugaan erosi yang telah banyak digunakan untuk menghitung besarnya erosi yang terjadi dalam jangka waktu yang panjang pada suatu daerah. Metode USLE mempunyai kelebihan, yaitu proses pengolahan datanya yang sederhana, sehingga mudah dihitung dengan analisis spasial menggunakan alat bantu program komputer (*software*) *Arcgis* (Indrawati, 2000). Nilai erosi yang diperoleh dari pendekatan USLE selanjutnya dapat dipergunakan untuk menduga laju erosi yang terjadi pada suatu wilayah dan menentukan klasifikasi tingkat bahaya erosi, sehingga untuk mencegah kerusakan lahan akibat erosi dapat dihindari sedini mungkin dengan teknik-teknik konservasi lahan.

DAS Sekampung Hulu yang merupakan daerah penting pada wilayah DAS Sekampung dan menjadi sumber penghidupan bagi masyarakat yang berada didalamnya, oleh karena itu pendugaan erosi di DAS ini penting untuk dilakukan. Selain itu, DAS Way Sekampung merupakan DAS prioritas I yang harus dipulihkan di Provinsi Lampung, sehingga pendugaan erosi yang tepat dapat membantu keefektifan kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan (RHL) di setiap satuan lahan. Kegiatan RHL saat ini masih merupakan kebijakan prioritas pemerintah dalam membangun kembali hutan dan mengurangi kekritisian lahan (Handayani, 2019).

Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana perubahan penggunaan lahan yang terjadi pada DAS Sekampung Hulu pada tahun terakhir
2. Bagaimana erosi yang terjadi di DAS Sekampung Hulu
3. Bagaimana strategi mengurangi erosi di DAS Sekampung Hulu

B. Tujuan Penelitian

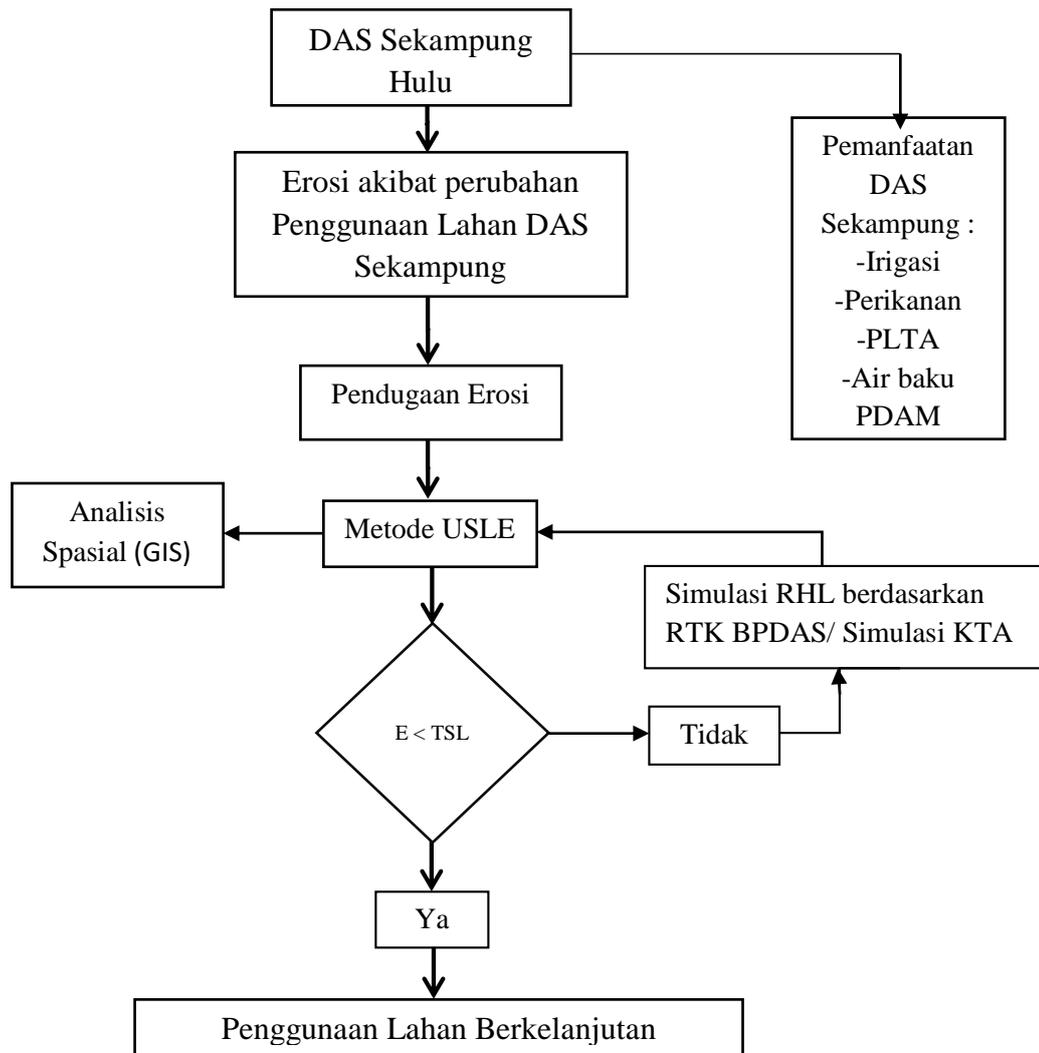
Tujuan dari dilaksanakannya penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui penggunaan lahan eksisting DAS Sekampung Hulu tahun 2019.
2. Menduga besaran erosi yang terjadi pada DAS Sekampung Hulu dengan menggunakan metode *USLE* berbasis *GIS*.
3. Merancang simulasi rehabilitasi lahan untuk menekan erosi agar lebih kecil dari *TSL* (*Tolerable Soil Loss*) di DAS Sekampung Hulu.

C. Kerangka Pemikiran

Metode yang dapat dilakukan untuk melakukan pendugaan Erosi di DAS Sekampung hulu yaitu salah satunya menggunakan pendekatan/metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE). Metode USLE merupakan metode yang umum digunakan untuk memprediksi laju erosi. Selain sederhana, metode ini juga sangat baik diterapkan di daerah-daerah yang faktor utama penyebab erosinya adalah hujan dan aliran permukaan. Selain itu juga metode ini didesain untuk memprediksi rata-rata jumlah erosi dalam waktu yang panjang. (Rahman, 2008). Nilai erosi yang diperoleh dari pendekatan USLE selanjutnya dapat dipergunakan untuk menduga laju erosi yang terjadi pada suatu wilayah dan menentukan Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi (Purnama, 2008).

Data hasil pendugaan erosi tersebut dapat menjadi acuan untuk menentukan kebijakan tindakan konservasi yang tepat pada DAS Sekampung Hulu. Nilai/ hasil dari Erosi total akan dilakukan perbandingan dengan nilai TSL (*Tolerable Soil Loss*). TSL sendiri merupakan erosi terbesar yang masih dapat ditoleransikan agar terpelihara kedalaman tanah yang cukup bagi pertumbuhan tanaman sehingga memungkinkan tercapainya produktivitas tinggi secara lestari, karena erosi yang terjadi pada suatu DAS sebenarnya merupakan permasalahan alami yang wajar asalkan masih bisa ditoleransi (Banuwa, 2013). Dalam analisis yang akan dilakukan di DAS Sekampung hulu jika nilai erosi lebih kecil dibandingkan dengan TSL maka tidak perlu dilakukan tindakan konservasi tanah dan air, sebaliknya jika nilai erosi lebih besar dibandingkan dengan TSL maka perlu dilakukan tindakan konservasi tanah dan air. Kerangka penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan kerangka pemikiran penelitian.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. DAS Sekampung Hulu

DAS Sekampung sebagai salah satu sungai di Provinsi Lampung yang sangat penting terutama untuk memasok kebutuhan air irigasi, sumber air baku perusahaan minum, PLTA, dan industri. Namun perlu disadari bahwa saat ini kondisi air di Way Sekampung mengalami penurunan daya dukung kualitas dan kuantitas (Katamto, 2012). Intensitas curah hujan yang tinggi Sungai Way Sekampung kerap kali menyebabkan banjir bagi daerah daerah yang dilalui alirannya. Kondisi alam yang menyebabkan Way Sekampung mengalami penurunan fungsi adalah faktor utama bagi kejadian banjir tersebut. Perubahan tata guna lahan di DAS dan pada tebing kanan kiri sungai Way Sekampung memberi dampak yang cukup besar terhadap morfologi dasar sungai. Akibat konversi hutan menjadi lahan pertanian dan usahatani tanpa mempertimbangkan kemampuan serta agroteknologi konservasi tanah dan air, telah menyebabkan kerusakan/degradasi DAS Sekampung Hulu (*on site*) dan pada bagian hilirnya (*off site*) (Banuwa *et al.*, 2008)

DAS Sekampung merupakan DAS Prioritas Nasional untuk direhabilitasi di Provinsi Lampung dan luas wilayahnya melintasi tujuh kabupaten (Tanggamus, Pringsewu, Pesawaran, Lampung Selatan, Metro, Bandar Lampung dan Lampung Timur). Luas DAS sekampung 477.439 ha, dengan luas irigasi 66.500 ha, dengan luas DAS yang besar tersebut namun DAS Sekampung sejak tahun 1984 telah ditetapkan sebagai salah satu DAS dengan kondisi kritis bersama 21 DAS lainnya di Indonesia (Nurhaida *et al.*, 2005). DAS Sekampung Hulu merupakan wilayah terpenting dalam dalam DAS Sekampung, karena degradasi lahan yang diakibatkan erosi di wilayah DAS bagian hulu akan berpengaruh buruk pada wilayah setempat (*on-site*) yaitu penurunan produktivitas lahan, penurunan

pendapatan petani, dan terjadinya lahan kritis, maupun pada wilayah hilir dari DAS (*out-site*) yaitu sedimentasi waduk, banjir, dan kekeringan.

DAS Sekampung Hulu seluas 82.201,41 ha saat ini sudah sangat penting untuk ditangani, karena sebagian besar DAS Sekampung Hulu telah mengalami alih fungsi hutan menjadi lahan pertanian. Morfologi Sub DAS Sekampung Hulu berbentuk memanjang dengan panjang sungai utama 77,5 km. dan Kelilingnya 180,9 km (BPDASHL WSS, 2009). Saat ini luas hutan di DAS Sekampung Hulu tersisa seluas 7.396,33 ha, semak belukar 3.201,83 ha, sawah seluas 1.746,34 ha, pertanian lahan kering campur yang mendominasi daerah Sekampung Hulu seluas 66.107,46 ha, dan pertanian lahan kering seluas 561,82 ha yang didominasi oleh tanaman kopi dengan variasi campurannya adalah lada, pisang, dan kakao (Ditjen PKTL KLHK, 2019). Dengan luasan hutan yang semakin berkurang digantikan pertanian lahan kering dan pemukiman dalam wilayah DAS Sekampung Hulu, perubahan kualitas karakteristik hidrologi dapat terjadi. Semakin banyak area terbangun DAS maka proses peresapan air permukaan menjadi air tanah akan terganggu (Pratama and Yuwono, 2016).

B. Pengertian Daerah Aliran Sungai (DAS)

DAS (Daerah Aliran Sungai) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografi dan batas laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (Undang-undang No. 37 Tahun 2014). DAS juga dapat diartikan sebagai daerah yang di batasi oleh punggung-punggung gunung dimana air hujan yang jatuh pada daerah tersebut akan di tampung oleh punggung gunung tersebut dan akan dialirkan melalui sungai-sungai kecil menuju sungai utama (Asdak, 2010).

Dari definisi di atas, dapat dikemukakan bahwa DAS merupakan ekosistem, dimana unsur organisme dan lingkungan biofisik serta unsur kimia berinteraksi secara dinamis dan di dalamnya terdapat keseimbangan *inflow* dan *outflow* dari material dan energi. Nilai *inflow* musim hujan dan musim kemarau ditentukan dengan melihat curah hujan bulanan yang terjadi (Supriyadi *et al.*, 2018). Selain itu pengelolaan DAS dapat disebutkan merupakan suatu bentuk pengembangan

wilayah yang menempatkan DAS sebagai suatu unit pengelolaan sumber daya alam (SDA) yang secara umum untuk mencapai tujuan peningkatan produksi pertanian dan kehutanan yang optimum dan berkelanjutan (lestari) dengan upaya menekan kerusakan seminimum mungkin agar distribusi aliran air sungai yang berasal dari DAS dapat merata sepanjang tahun.

Dalam mempelajari ekosistem DAS, dapat diklasifikasikan menjadi daerah hulu, tengah dan hilir. DAS bagian hulu dicirikan sebagai daerah konservasi, DAS bagian hilir merupakan daerah pemanfaatan. DAS bagian hulu mempunyai arti penting terutama dari segi perlindungan fungsi tata air, karena itu setiap terjadinya kegiatan di daerah hulu akan menimbulkan dampak di daerah hilir dalam bentuk perubahan fluktuasi debit dan transport sedimen serta material terlarut dalam sistem aliran airnya. Dengan perkataan lain ekosistem DAS, bagian hulu mempunyai fungsi perlindungan terhadap keseluruhan DAS. Perlindungan ini antara lain dari segi fungsi tata air, dan oleh karenanya pengelolaan DAS hulu seringkali menjadi fokus perhatian mengingat dalam suatu DAS, bagian hulu dan hilir mempunyai keterkaitan biofisik melalui daur hidrologi. Pemakaian pada lahan yang tidak setaraf dengan rumusan-rumusan konservasi tanah dan air di bagian hulu DAS akan menyebabkan besarnya erosi (Tribiyono *et al.*, 2018).

C. Pengelolaan DAS

Pengelolaan DAS berkelanjutan dapat didefinisikan sebagai suatu sistem mengelola sumber daya DAS yang menghasilkan barang dan jasa yang cukup dan berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan masa kini dan generasi masa depan (Edward, 2015). Pengelolaan DAS biasanya mengacu pada pengelolaan dua anasirnya (*component*) yang dianggap terpenting, yaitu sumberdaya tanah dan air. Adapun nasir yang lain, seperti iklim, vegetasi, relief, dan manusia diperlukan sebagai faktor-faktor dalam pengelolaan (Faudy dan Azizah, 2008).

Keberadaan air di dalam suatu wilayah sungai diperlukan oleh manusia untuk memenuhi berbagai kebutuhan hidup seperti minum, memasak, mencuci, sanitasi, membuat lahan gersang menjadi produktif, ikan, memasok air untuk permukiman, dan industri, menghasilkan listrik dengan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), serta sebagai pendukung sektor pariwisata, untuk memenuhi kepastian ketersediaannya dalam waktu dan ruang (Saputra *et al.*, 2012).

Pengelolaan DAS Bertujuan untuk mencegah kerusakan (mempertahankan daya dukung) dan memperbaiki yang rusak (pemulihan daya dukung), perencanaan dan pengelolaan DAS harus mengintegrasikan faktor-faktor biofisik sosial ekonomi dan kelembagaan untuk mencapai kelestarian berbagai macam penggunaan lahan di dalam DAS yang secara teknis aman dan tepat, secara lingkungan sehat, secara ekonomi layak dan secara sosial dapat diterima masyarakat. Rehabilitasi hutan dan lahan (RHL) merupakan bagian dari sistem pengelolaan hutan dan lahan yang ditempatkan pada kerangka Daerah Aliran Sungai. Rehabilitasi mengambil posisi untuk mengisi kesenjangan ketika sistem perlindungan tidak dapat mengimbangi hasil sistem budidaya hutan dan lahan, sehingga terjadi deforestasi dan degradasi sungsi hutan dan lahan. Rehabilitasi lahan merupakan suatu usaha memperbaiki, memulihkan kembali dan meningkatkan kondisi lahan yang rusak agar dapat berfungsi secara optimal baik sebagai unsur produksi, media pengatur tata air, maupun sebagai unsur perlindungan alam dan lingkungannya. Pengelolaan DAS yang baik adalah penggunaan sumberdaya alam di dalam DAS secara rasional untuk mendapatkan produksi maksimum dalam waktu yang tidak terbatas dan menekan bahaya kerusakan (degradasi lahan) seminimal mungkin, serta diperoleh *water yield* yang merata sepanjang tahun (Banuwa *et al.*, 2008).

Pengelolaan DAS perlu dilakukan untuk mengatur hubungan timbal balik antara sumber daya alam yang terdapat di dalam DAS dan manusia. Upaya pengelolaan DAS diperlukan untuk mendorong agar kelestarian lingkungan hidup dapat terwujud, terciptanya keseimbangan ekosistem serta terjaminnya keberlanjutan antara manfaat sumber daya alam di dalam DAS bagi manusia. Artinya, setiap bentuk manfaat sumber daya alam yang dilakukan dengan memerhatikan dan mempertimbangkan aspek-aspek kelestarian DAS maka diharapkan nantinya generasi mendatang dapat merasakan manfaatnya (Sofyan *et al.*, 2015). Pengelolaan DAS yang lestari adalah upaya penggunaan sumberdaya alam di dalam DAS secara rasional. Selanjutnya agar penggunaan sumberdaya alam khususnya sumberdaya lahan dapat dilakukan secara rasional, maka tahap awal yang diperlukan adalah penetapan kemampuan lahan masing-masing satuan

lahan, sehingga setiap bidang lahan yang digunakan sesuai dengan kemampuannya, agar lahan lestari (Banuwa *et al.*, 2008).

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2012 pengelolaan DAS adalah upaya manusia dalam mengatur hubungan timbal balik antara sumberdaya alam dengan manusia di dalam DAS dan segala aktivitasnya, agar terwujud kelestarian dan keserasian ekosistem serta meningkatnya kemanfaatan sumberdaya alam bagi manusia secara berkelanjutan. Pengelolaan DAS secara utuh sebagaimana dimaksud pada ayat (1) diselenggarakan melalui tahapan:

- a. Perencanaan;
- b. Pelaksanaan;
- c. Monitoring dan evaluasi; dan
- d. Pembinaan dan pengawasan.

Konsep pengelolaan DAS yang baik perlu didukung oleh kebijakan yang dirumuskan dengan baik pula, sehingga mampu mendorong praktek-praktek pengelolaan lahan yang kondusif terhadap pencegahan degradasi tanah dan air. Program-program pengelolaan DAS yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas lahan sebaiknya tidak mengabaikan perlunya menerapkan praktek pengelolaan DAS yang berwawasan lingkungan. Praktek pengelolaan DAS untuk menurunkan laju erosi dan sedimentasi serta permasalahan yang berkaitan dengan sumberdaya air, seharusnya tidak mengabaikan pentingnya peranan DAS bagian hulu dalam menghasilkan barang dan jasa. Isu penting yang perlu dikemukakan adalah bagaimana dapat menyusun strategi pengelolaan DAS bagian hulu yang dapat meningkatkan pendapatan penghuni DAS yang bersangkutan melalui pemanfaatan sumberdaya alam yang berwawasan lingkungan (Arsyad, 2010).

D. Erosi

Erosi adalah peristiwa pindahnya atau terangkutnya tanah atau bagian-bagian tanah dari satu tempat ke tempat lain oleh media alami, tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat dapat terkikis dan terangkut kemudian diendapkan pada suatu tempat lain (Arsyad, 2010). Erosi dan sedimentasi merupakan penyebab-penyebab utama dalam terjadinya kemerosotan produktivitas tanah-tanah pertanian, dan kemerosotan kuantitas serta kualitas air. Erosi itu sendiri meliputi

proses: pelepasan partikel-partikel tanah (*detachment*), penghanyutan partikel-partikel tanah (*transportation*), dan pengendapan partikel partikel tanah yang telah terhanyutkan (*deposition*) (Jauhari, 2012).

Menurut Arsyad (2010) pada dasarnya erosi adalah proses perataan kulit bumi, karena pada proses erosi terdapat proses pengikisan pada bagian atas dan di sisi lain terdapat proses penimbunan pada bagian bawah. Namun demikian, karena dalam proses perataan kulit bumi ini banyak menimbulkan masalah baik pada sisi *on site* maupun pada sisi *off site*, maka erosi yang berlebihan perlu dicegah. Pada bentang lahan yang tidak datar, berapa pun persen atau derajat kemiringan lerengnya, erosi pasti akan terjadi. Hanya saja pada kondisi alami, erosi yang terjadi sangat rendah dan berada dibawah batas erosi yang diperbolehkan atau ditoleransi. Erosi tanah oleh air hujan menjadi isu utama pengelolaan DAS dan pembangunan di Indonesia, sekaligus merupakan penciri terjadinya degradasi lahan dan penyebab menurunnya produktivitas lahan (Auliyani dan Wijaya, 2017).

Unsur topografi yang mempengaruhi erosi adalah kemiringan lereng dan panjang lereng. Makin besar kemiringan lereng, intensitas erosi air makin tinggi. Hal ini berkaitan dengan energi kinetik aliran limpas yang semakin besar sejalan dengan semakin besar kemiringan lereng. Sifat-sifat tanah yang mempengaruhi erosi adalah kepekaan tanah atau erodibilitas tanah. Nilai erosi akan semakin besar dengan semakin besarnya nilai erodibilitas suatu tanah. Makin tinggi nilai indeks erodibilitas tanah (K), makin rendah ketahanan tanah sehingga semakin mudah pula tanah tererosi. Lahan hutan, pertanian monokultur dan lahan pertanian tumpangsari pada kelerengan yang sama memiliki tingkat erosi yang berbeda. Hal ini diantaranya disebabkan oleh vegetasi pada masing masing lahan tersebut berbeda (Arifin, 2010).

Tingkat bahaya erosi pada dasarnya dapat ditentukan dari perhitungan nisbah antara laju erosi tanah (A) dengan laju erosi yang masih ditoleransikan. Faktor pengelolaan tanaman dan tindakan konservasi merupakan faktor penting dalam erosi pada suatu lahan penelitian. Hal ini sesuai dengan pernyataan Asdak (2010), keberhasilan pelaksanaan program konservasi tanah salah satu informasi penting yang harus diketahui adalah tingkat bahaya erosi (TBE) atau Indeks Erosi (IE)

dalam suatu DAS atau sub-DAS yang menjadi kajian. Dengan mengetahui tingkat bahaya erosi suatu DAS atau masing-masing sub-DAS, prioritas rehabilitasi tanah dapat ditentukan (Bukhari *et al.*, 2015).

E. Dampak Perubahan Tutupan Lahan

Konversi lahan hutan yang memiliki fungsi sebagai penyimpan tata air menjadi areal permukiman, sawah, atau pertanian lainnya akan menghilangkan peranan daerah hulu sebagai wilayah resapan air dan perlindungan daerah di bawahnya. DAS Sekampung Hulu telah mengalami alih fungsi hutan menjadi lahan pertanian. Saat ini di DAS Sekampung Hulu yang merupakan hutan seluas 7.396,33 ha, semak belukar 3.201,83 ha, sawah seluas 1.746,34 ha, pertanian lahan kering campur yang mendominasi daerah Sekampung Hulu seluas 66.107,46 ha, dan pertanian lahan kering seluas 561,82 ha (Ditjen PKTL KLHK, 2019). Angka yang sangat kecil karena wilayah hulu DAS seharusnya merupakan daerah resapan air. Wilayah ini seharusnya memiliki luas tutupan hutan yang lebih besar jika dibandingkan dengan peruntukan lainnya. Terlebih jika berlandaskan pada amanat UU No. 41 tahun 1999 tentang kehutanan yang mensyaratkan luas hutan dalam suatu wilayah DAS adalah 30 % dari luas DAS dan atau pulau dengan sebaran yang proporsional, maka kondisi wilayah hulu DAS Sekampung ini sangat memprihatinkan (Salim *et al.*, 2019). Dampak yang sering akan dirasakan yaitu terjadinya erosi di bagian hulu dan sedimentasi di badan sungai maupun daerah hilir.

Erosi dan Sedimentasi merupakan proses terlepasnya butiran tanah dari induknya di suatu tempat dan terangkutnya material tersebut oleh gerakan air atau angin kemudian diikuti dengan pengendapan material yang terdapat di tempat lain (Suripin, 2002). Terjadinya erosi dan sedimentasi menurut (Suripin, 2002) tergantung dari beberapa faktor yaitu karakteristik hujan, kemiringan lereng, tanaman penutup dan kemampuan tanah untuk menyerap dan melepas air ke dalam lapisan tanah dangkal, dampak dari erosi tanah dapat menyebabkan sedimentasi di sungai sehingga dapat mengurangi daya tampung sungai. Aliran permukaan juga mengakibatkan erosi dan sedimentasi. Erosi mampu mempengaruhi produktivitas lahan yang mendominasi DAS bagian hulu dan menimbulkan efek buruk bagian hilir dalam wujud sedimen, juga berakibat

kekeringan saat kemarau dan banjir pada musim penghujan (Tribiyono *et al.*, 2018).

F. Pendugaan Erosi

Prediksi erosi adalah metode untuk memperkirakan laju erosi yang akan terjadi dari tanah yang digunakan untuk penggunaan lahan dan pengelolaan tertentu. Prediksi erosi umumnya digunakan pada saat ini adalah model parametrik, terutama tipe kotak kelabu (Banuwa, 2013). Menurut (Arsyad, 2010) metode prediksi merupakan alat untuk menilai apakah suatu program atau tindakan konservasi tanah telah berhasil mengurangi erosi dari suatu bidang tanah atau suatu DAS. Di samping itu, prediksi erosi juga sebagai alat bantu untuk mengambil keputusan dalam perencanaan konservasi tanah pada suatu areal.

Total Suspended Solid (TSS) merupakan salah satu metode untuk memperkirakan besarnya erosi dengan muatan sedimen dalam suatu DAS. Dasar pengelolaan DAS dapat digunakan untuk memperkirakan hasil perkiraan erosi pada suatu DAS, dalam hal penggunaan lahan lebih khususnya (Asdak, 2010). Menurut Asdak (2010) perkiraan erosi dengan metode SDR (*Sediment Delivery Ratio*) dapat digunakan sebagai bahan untuk menghitung besarnya muatan sedimen (Tribiyono *et al.*, 2018). Tingkat bahaya erosi pada dasarnya dapat ditentukan dari perhitungan nisbah antara laju erosi tanah (A) dengan laju erosi yang masih ditoleransikan. Faktor pengelolaan tanaman dan tindakan konservasi merupakan faktor penting dalam erosi pada suatu lahan penelitian (Bukhari and Lubis, 2015).

Suatu model parametrik untuk memprediksi erosi dari suatu bidang tanah telah dikembangkan oleh Wischmeier dan Smith (1978), yang disebut *The Universal Soil Loss Equation (USLE)*. USLE memungkinkan perencanaan menduga laju rata-rata erosi suatu tanah tertentu pada suatu kecuraman lereng dengan pola hujan tertentu untuk setiap macam pertanaman dan tindakan pengelolaan (tindakan konservasi tanah) yang mungkin dilakukan atau yang sedang digunakan. Persamaan yang digunakan mengelompokkan berbagai parameter fisik dan pengelolaan yang memengaruhi laju erosi ke dalam enam peubah utama yang nilainya untuk setiap tempat dapat dinyatakan secara numerik. USLE adalah suatu model erosi yang dirancang untuk memprediksi rata-rata erosi

jangka panjang dari erosi lembar atau alur di bawah keadaan tertentu. Model ini tidak dapat memprediksi pengendapan dan tidak memperhitungkan hasil sedimen dari erosi parit, tebing sungai, dan dasar sungai. Meskipun terdapat kelemahan, persamaan USLE hingga saat ini masih relevan dan paling banyak digunakan dan hingga saat ini belum ada yang menggantikan metode USLE ini. Metode USLE digunakan untuk menduga erosi aktual. Faktor vegetasi, kemiringan lereng dan erodibilitas digunakan untuk melihat hubungan terhadap erosi aktual dan dianalisis dengan multivariat (Bukhari and Lubis, 2015).

G. Metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*)

USLE adalah salah satu model empiris yang paling populer dan paling banyak digunakan dalam menentukan nilai erosi. Akurasi model ini sangat tergantung pada indeks panjang dan kemiringan lereng (LS), erosivitas curah hujan (R), erodibilitas tanah (K), manajemen tanaman penutup tanah, dan teknik konservasi (CP) yang dapat diturunkan dari berbagai model yang berbeda (Auliyani dan Wijaya, 2017).

Analisis pendugaan erosi dilakukan dengan menggunakan Metode USLE dan Metode MUSLE (*Modified Universal Soil Loss Equation*). Metode MUSLE merupakan modifikasi dari Metode USLE yaitu dengan mengganti faktor erosivitas hujan (R) dengan faktor aliran atau limpasan permukaan (*run off*). Metode MUSLE sudah memperhitungkan baik erosi maupun pergerakan sedimen pada DAS berdasarkan kejadian hujan tunggal (Krisnayanti *et al.*, 2018)

Perhitungan erosi menggunakan rumus USLE yaitu (Banuwa, 2013):
perhitungan erosi yang paling umum digunakan, rumusnya:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

Keterangan:

A = banyaknya tanah tererosi (ton/ha/th)

R = erosivitas hujan

K = faktor erodibilitas tanah

L = faktor panjang lereng

S = faktor kecuraman lereng

C = faktor vegetasi penutup tanah dan pengelolaan tanaman

P = faktor tindakan-tindakan konservasi tanah (Arifin, 2010)

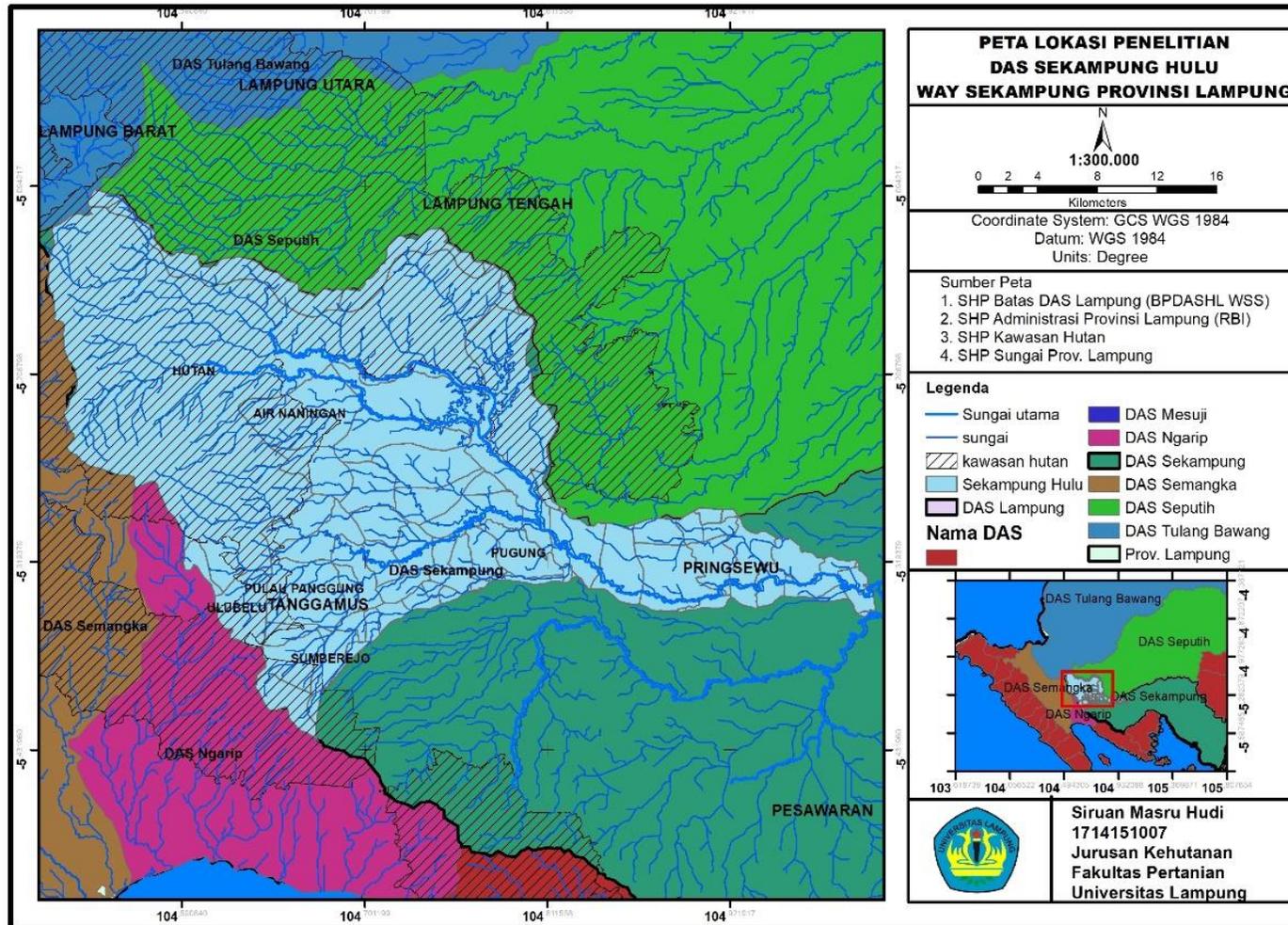
III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November sampai bulan Desember 2020. Lokasi penelitian ini pada DAS Sekampung Hulu, Secara geografis terletak pada $104^{\circ}30'34''$ BT sampai dengan $104^{\circ}49'14''$ BT dan $05^{\circ}050''$ LS sampai dengan $05^{\circ}16'33$ LS. Secara administrasi berada di Kabupaten Tanggamus dan Pringsewu, Provinsi Lampung. Cakupan luas daerah penelitian dapat dilihat pada peta Gambar 2.

B. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Laptop, kamera, *GPS* (*Geophysical Position System*), Android, dan software pendukung meliputi *arcGIS* 10.3, *Google Earth*, *Microsoft excel*, serta alat pendukung lainnya. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan di DAS Way Sekampung Hulu yang diambil pada kurun waktu 10 tahun terakhir yang bersumber dari BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika), BPDAS (Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai), BBWS (Balai Besar Wilayah Sungai) tahun 2009-2018, data K (*Erodibilitas*) tanah dari penelitian sebelumnya, data perhitungan nilai LS/ kelerengan, data CP/ penggunaan lahan, dan data RTk RHL BPDASHL WSS, serta peta RBI (Rupa Bumi Indonesia) berupa peta DAS Sekampung, administrasi wilayah/ RBI, peta jenis tanah, peta penggunaan lahan dari Ditjen PKTL (Planologi Kehutanan dan Tata Lingkungan) Kementerian LHK Tahun 2019, peta topografi, peta kemiringan lahan dengan format *shapefile* (SHP).



Gambar 2. Peta wilayah DAS Sekampung Hulu.

C. Metode Pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan analisis :

1. Persiapan data, data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan bulanan selama 10 tahun terakhir di DAS Sekampung Hulu, data penggunaan lahan di DAS Sekampung Hulu, serta kondisi biofisik (tanah, topografi, dan geologi).
2. Cek lapang (*Ground check*) langsung pada beberapa titik sampel penggunaan lahan dan *outlet* di DAS Sekampung Hulu untuk mengetahui keadaan lahan yang sebenarnya, seperti tutupan lahannya, kondisi tanah dan vegetasinya. Kemudian membandingkannya dengan data penggunaan lahan yang sudah ada di wilayah DAS Sekampung Hulu. Jenis penggunaan lahan yang dianalisis yaitu luas tutupan hutan, kebun campuran, lahan kering, semak, pemukiman dan sawah.
3. Analisis data curah hujan (CH) bulanan dan debit bulanan pada tahun 2009 - 2018. Hal pertama yang dilakukan dengan menentukan koordinat pos hujan yang berada di wilayah Sekampung Hulu, lalu menghitung rata-rata curah hujan dengan rumus erosivitas dan kemudian dijumlahkan dalam 1 tahun, selanjutnya dirata-rata. Analisis ini bertujuan untuk mendapatkan data erosivitas, yang kemudian dimasukkan kedalam atribut SHP.
4. Analisis spasial (GIS) menggunakan *software Arcgis* untuk mengetahui hasil erosi yang dapat terjadi pada setiap satuan lahan pada DAS Sekampung Hulu.
5. Evaluasi Erosi, yaitu membandingkan hasil erosi total yang terjadi dengan nilai erosi yang dapat ditoleransi/ nilai TSL untuk mengetahui tingkat bahaya erosi yang dapat terjadi.
6. Simulasi atau rancangan RHL, jika erosi yang terjadi melebihi nilai TSL maka perlu melakukan simulasi perbaikan tutupan lahan sesuai dengan RTk RHL (Rencana Teknik Rehabilitasi Hutan dan Lahan) BPDASHL WSS di Sekampung Hulu tahun 2018 - 2029.

D. Tahapan Kegiatan Analisis Spasial

Dalam pelaksanaan ini meliputi beberapa tahapan kegiatan:

1. Menentukan batas daerah penelitian di DAS Sekampung Hulu

2. Membuat *polygon thiessen* untuk menentukan curah hujan tiap wilayah pos hujan dan menentukan nilai erosivitasnya (R).
3. Mengolah data SHP peta penggunaan lahan (CP) dan peta erodibilitas tanah (K).
4. Menghitung nilai panjang (L) dan kemiringan (S) dari data DEM SRTM yg berbasis raster.
5. Mengubah peta R, K, dan CP yang masih berbentuk vector menjadi data raster dengan fitur di *ArcToolbox* dengan ukuran grid 30mx30m.
6. Memasukan rumus persamaan USLE ke dalam raster kalkulator untuk penghitungan prediksi erosi pada Sub DAS Sekampung Hulu.
7. Membandingkan hasil erosi dengan nilai TSL pada *atribut table* dan menentukan kelas bahaya erosi yang dapat terjadi sesuai kriteria pada P.60/2014.
9. Melakukan simulasi alternatif tindakan konservasi dengan merubah nilai kondisi penggunaan lahan (CP) pada *atribut table* sesuai RTk RHL BPDAS/ menggunakan simulasi KTA (Konservasi Tanah dan Air).
10. Membuat *layout* peta hasil pendugaan erosi beserta kondisi setelah dilakukannya simulasi perbaikan tutupan lahan.

E. Perhitungan dan Analisis Data

1. Pendugaan erosi menggunakan metode USLE

Pendugaan besarnya erosi dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

Keterangan:

A= banyaknya tanah tererosi (ton/ha/th)

R= faktor erosivitas hujan

K= faktor erodibilitas tanah

L= fator panjang lereng

S= faktor kecuraman lereng

C= faktor vegetasi penutup tanah dan pengelolaan tanaman

P= faktor tindakan-tindakan khusus konservasi tanah (Wischmeier dan Smith, 1978 dalam Banuwa, 2013).

- 1). Perhitungan erosivitas hujan (R)

Perhitungan erosivitas hujan (R) dilakukan dengan cara memasukan titik pengamatan dan data curah hujan selama 10 tahun terakhir (2009-2018) kedalam *shapefile* (SHP) peta DAS Sekampung. Titik pengukuran pos hujan tersebut dapat dibagi kedalam wilayah hujan (Wilayah faktor R) dengan cara membuat peta hujan dengan metode Polygon Thessen pada aplikasi SIG.

Perhitungan indeks erosivitas hujan menggunakan rumus:

$$EI_{30} = 6,119 * (\text{Rain})^{1,21} * (\text{Days})^{-0,47} * (\text{Maxp})^{0,53}$$

Keterangan:

Rain = curah hujan rata-rata bulanan (Cm)

Days = jumlah hari hujan rata-rata bulanan

Maxp = curah hujan maksimum selama 24 jam pada bulan yang bersangkutan (Bols, 1978 dalam Arsyad, 2010)

Nilai erosivitas hujan bulanan yang diperoleh menggunakan rumus tersebut kemudian dijumlahkan tiap bulannya agar diperoleh erosivitas tahunan, kemudian dirata-rata sepuluh tahun terakhir.

2). Penentuan nilai erodibilitas tanah (K)

Nilai erodibilitas tanah (K) dapat ditentukan dengan melakukan *overlay* SHP peta jenis tanah ke dalam SHP peta DAS Sekampung Hulu. Nilai erodibilitas (K) diperoleh berdasarkan pendekatan literatur (data sekunder). Nilai K pada penelitian sebelumnya yaitu berdasarkan Banuwa (2008) yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai erodibilitas tanah pada beberapa satuan lahan

Satuan Lahan	Jenis Tanah	Kemiringan Lereng (%)	Penggunaan Lahan	K
1	Dystropepts	3 – 8	Pertanian Lahan Kering	0,21
2	Dystropepts	15 – 30	Belukar	0,12
3	Dystropepts	8 – 15	Pertanian Lahan Kering	0,14
4	Dystropepts	15 – 30	Pertanian Lahan Kering	0,12
5	Dystropepts	30 – 45	Hutan Sekunder	0,28
6	Dystropepts	15 – 30	Hutan Sekunder	0,21
7	Dystropepts	30 – 45	Pertanian Lahan Kering	0,15
8	Dystropepts	45 – 65	Pertanian Lahan Kering	0,16
9	Dystropepts	45 – 65	Hutan Primer	0,24
10	Dystropepts	15 – 30	Hutan Primer	0,27
11	Dystropepts	8 – 15	Hutan Primer	0,28
12	Dystropepts	30 – 45	Hutan Primer	0,25
13	Dystropepts	30 – 45	Belukar	0,25
14	Tropaquepts	8 – 15	Belukar	0,28
15	Dystropepts	8 – 15	Hutan Sekunder	0,26
16	Tropaquepts	15 – 30	Hutan Primer	0,38
17	Tropaquepts	30 – 45	Belukar	0,23
18	Tropaquepts	15 – 30	Belukar	0,32
19	Tropaquepts	30 – 45	Pertanian Lahan Kering	0,26
20	Tropaquepts	8 – 15	Pertanian Lahan Kering	0,12

Sumber: Banuwa (2008).

Nilai erodibilitas pada lokasi penelitian diperoleh dengan mendapatkan nilai rata-rata dari nilai erodibilitas pada tiap jenis tanah berdasarkan Banuwa (2008). Nilai K pada jenis tanah yang lain didapatkan pada lapoeran analisis SWAT BPDAS pada wilayah yang berada disekitar lokasi penelitian.

3). Perhitungan nilai panjang dan kecuraman lereng (LS)

Nilai panjang dan kemiringan lereng (kelerengan) di sekampung hulu diperoleh dari data DEM SRTM yang diolah menggunakan *arcgis* menghasilkan kelerengan suatu permukaan tanah yang kemudian nilai panjang lereng (L) dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$L = (Lo/22)^{0,5}$$

Keterangan:

L = faktor panjang lereng

Lo = panjang lereng (m),

Untuk menghitung faktor kemiringan lereng (S) digunakan persamaan berikut.

$$S = (s/9)^{1,4}$$

Keterangan:

S = faktor kemiringan lereng

s = adalah kemiringan lereng dalam persen (Anasiru, 2015).

Persamaan tersebut dimasukkan kedalam peta kemiringan lahan yang berbentuk raster dengan besaran pixel 30m x 30m. Kemudian melakukan perhitungan LS dengan rumus dan menggunakan tabel diagram nomograf nilai LS sebagai patokannya.

4). Penetapan nilai penutupan vegetasi dan penggunaan teknik konservasi (CP)

Penetapan nilai CP dilakukan dengan asumsi lahan yang dilakukan perhitungan erosi tidak menggunakan tindakan konservasi. Nilai faktor P (tindakan konservasi tanah) untuk lahan tanpa tindakan konservasi adalah 1 (satu) (Arsyad, 2010). Penetapan nilai CP dilakukan dengan menggunakan nilai C berdasarkan Arsyad (2010), nilai tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai faktor C berdasarkan penggunaan lahan

No.	Macam Penggunaan *)	Nilai Faktor
1	Tanah terbuka/tanpa tanaman	1
2	Sawah	0,01
3	Tegakan tidak dispesifikasi	0,7
4	Ubikayu	0,8
5	Jagung	0,7
6	Kedelai	0,399
7	Kentang	0,4
8	Kacang tanah	0,2
9	Padi	0,561
10	Tebu	0,2
11	Pisang	0,6
12	Akar wangi (sereh wangi)	0,4
13	Rumput Bede (tahun pertama)	0,287
14	Rumput Bede (tahun kedua)	0,002
15	Kopi dengan penutupan tanah buruk	0,2
16	Talas	0,85
17	Kebun campuran: - kerapatan tinggi	0,1
	- kerapatan sedang	0,2

Tabel 2. Lanjutan

No.	Macam Penggunaan *)	Nilai Faktor
	- kerapatan rendah	0,5
18	Perladangan	0,4
19	Hutan alam : - seresah banyak	0,001
	- seresah kurang	0,005
20	Hutan produksi : - tebang habis	0,5
	- tebang pilih	0,2
21	Semak belukar/padang rumput	0,3
22	Ubikayu + Kedelai	0,181
23	Ubikayu + Kacang tanah	0,195
24	Padi–Sorghum	0,345
25	Padi–Kedelai	0,417
26	Kacang tanah + Gude	0,495
27	Kacang tanah + Kacang tunggak	0,571
28	Kacang tanah + Mulsa jerami 4 ton/ha	0,049
29	Padi + Mulsa jerami 4 ton/ha	0,096
30	Kacang tanah +Mulsa jagung 4 ton/ha	0,128
31	Kacang tanah +Mulsa Crotalaria	0,136
32	Kacang tanah +Mulsa kacang tunggak	0,259
33	Kacang tanah +Mulsa jerami 2 ton/ha	0,377
34	Padi + Mulsa Crotalaria 3 ton/ha	0,387
35	Pola tanam tumpang gilir**) +Mulsa jerami	0,079
36	Pola tanam berurutan***) +Mulsa sisa tanaman	0,357
37	Alang-alang murni subur	0,001

Keterangan:

*) = Data Pusat Penelitian Tanah (1973-1981 tidak dipublikasikan)

**) = Pola tanam tumpang gilir : jagung + padi + ubikayu setelah panen padi ditanami kacang tanah

***) = Pola tanam berurutan : padi– jagung– kacang tanah.

Sumber : Banuwa (2008)

Adapun beberapa Nilai CP diperoleh dari penelitian lainnya yaitu, Arsyad (2010), Banuwa (2008), Asdak (2007) dan Asmaranto (2007).

2. Penetapan nilai TSL (*Tolerable soil Loss*) atau erosi yang dapat ditoleransi

Perhitungan TSL sangat penting dilakukan ketika melakukan pendugaan erosi. Nilai TSL dihitung berdasarkan kedalaman minimum tanah laju pembentukan tanah, kedalaman ekuivalen (*Equivalent depth*) dan umur guna tanah. Penentuan nilai TSL dapat dicari dengan rumus:

$$TSL = \frac{DE - D_{Min}}{MPT} + PT$$

(Bila $D_{Min} \geq DE$, maka $T = PT$)

Keterangan:

D = Kedalaman tanah efektif (mm)

DE = Kedalaman tanah ekuivalen (mm)

(D x faktor kedalaman tanah). (Rincian Terlampir)

D Min = Kedalaman tanah minimum

MPT = Masa pakai tanah

PT = Laju pembentukan tanah (0,55 mm/th), di Indonesia 2,0 mm/th
(Banuwa, 2013).

Penetapan nilai TSL pada penelitian ini diperoleh dari penelitian sebelumnya di DAS Sekampung Hulu yang dijelaskan oleh Banuwa (2008), yang menjelaskan bahwa nilai TSL yaitu sebesar 38,7 ton/ha/tahun.

3. Kriteria Indeks Erosi (Permenhut P.61/2014)

Data erosi aktual diperoleh dari perhitungan erosi dengan metode Universal Soil Loss Equation (USLE). Kemudian nilai erosi aktual yang telah dibagi dengan nilai TSL kemudian diklasifikasikan ke dalam kelas indeks bahaya erosi sesuai dengan kriteria indeks erosi pada permenhut P.61/2014. Kriteria penetapannya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Nilai dan klasifikasi indeks bahaya erosi

Parameter	Nilai	Kelas
IE = Erosi aktual / Erosi yg ditoleransi	$IE \leq 0,5$	Sangat Rendah
	$0,5 < IE \leq 1,0$	Rendah
	$1,0 < IE \leq 1,5$	Sedang
	$1,5 < IE \leq 2,0$	Tinggi
	$>2,0$	Sangat Tinggi

Sumber: (Peraturan Nomor P.61/Menhut-II/2014)

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Simpulan dari penelitian ini yaitu:

1. Penggunaan lahan eksisting di DAS Sekampung Hulu tahun 2019, lahan pemukiman luasnya bertambah, pertanian lahan kering campur luasnya bertambah, dan sawah juga bertambah, kemudian lahan belukar luasnya berkurang, hutan lahan kering sekunder luasnya berkurang, dan pertanian lahan kering berkurang.
2. Berdasarkan analisis dengan aplikasi *ArcGis* menggunakan persamaan USLE diperoleh nilai jumlah erosi total di Sub DAS Sekampung Hulu yaitu sebesar 7.408.279,61 ton/tahun, dengan erosi rata-rata sebesar 91,48 ton/ha/tahun. yang masih lebih besar dari nilai TSL atau erosi yang dapat di toleransi pada DAS Sekampung Hulu yaitu sebesar 38,7 ton/ha/tahun.
3. Perbaikan penggunaan lahan menggunakan RTK RHL BPDAS pada DAS Sekampung Hulu diketahui dengan melakukan simulasi menggunakan *Software ArcGis* untuk mengetahui erosi pada setiap satuan lahan dan nilai erosi rata-ratanya yaitu sebesar 63,92 ton/ha/tahun, pada simulasi dengan menghutankan kembali kawasan hutan nilai erosi rata-ratanya menjadi sangat rendah yaitu sebesar 5,79 ton/ha/tahun, yang berarti sudah dibawah nilai TSL.

B. Saran

Tindakan konservasi tanah dan air perlu dilakukan di DAS Sekampung Hulu terutama pada lahan yang memiliki kelerengan curam serta program rehabilitasi hutan dan lahan (RHL) BPDASHL juga penting untuk dimaksimalkan untuk mengurangi erosi dan kerusakan lahan yang dapat terjadi. Untuk mewujudkan

program RHL yang sukses perlu kerjasama yang baik dari pemerintah/ pembuat kebijakan, pihak pengelola/pelaksana dari KPH maupun pihak ketiga serta masyarakat yang berada di sekitar kawasan hutan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anasiru, R.H. 2015. Perhitungan laju erosi Metode USLE untuk pengukuran nilai ekonomi ekologi di Sub DAS Langge, Gorontalo. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*. 18(3): 273-289.
- Arifin, M. 2010. Kajian sifat fisik tanah dan berbagai penggunaan lahan dalam hubungannya dengan pendugaan erosi tanah. *Jurnal Pertanian Maperta*. 12(2): 111–115.
- Arsyad S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. Buku. Serial Pustaka IPB Press. Bogor. 110 hlm.
- Asdak, C. 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Buku. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 420 hlm.
- Asmaranto, R., Juwono, 2007. Analisis laju erosi dan arahan konservasi di DAS Pikatan Mojokerto berbasis sistem informasi geografis. *Jurnal Teknik*. 14(1): 5-17.
- Auliyani, D., Wijaya, W.W. 2017. Perbandingan prediksi hasil sedimen menggunakan pendekatan model *Universal Soil Loss Equation* dengan pengukuran langsung. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. 1(1): 61–71.
- A'yunin Q. 2008. *Prediksi Tingkat Bahaya Erosi dengan Metode USLE di Lereng Timur Gunung Sindoro*. Skripsi. Universitas Sebelas Maret. Surakarta. 55 hlm.
- Banuwa, I.S., Sinukaban, N., Tarigan, S.D., Darusman, D. 2008. Evaluasi kemampuan lahan DAS Sekampung Hulu. *Jurnal Tanah Tropika*. 13(1): 145–153.
- Banuwa, I.S. 2013. *Erosi*. Buku. Kencana Prenada Media Group. Jakarta. 206 hlm.

- Banuwa, I.S. 2008. *Pengembangan Alternatif Usaha Tani Berbasis Kopi untuk Pembangunan Pertanian Berkelanjutan di DAS Sekampung Hulu*. Disertasi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 134 hlm.
- (BPDASHL WSS) Balai Pengelolaan DAS dan Hutan Lindung Way Seputih Way Sekampung. 2003. *Master Plan (Rencana Induk) Rehabilitasi Hutan dan Lahan Daerah Lampung tahun 2003-2007*. Laporan. BPDASHLWSS. Bandar Lampung. 81 hlm.
- (BPDASHL WSS) Balai Pengelolaan DAS dan Hutan Lindung Way Seputih Way Sekampung. 2009. *Laporan Monitoring Pelaksanaan Kegiatan Gerhan di Kabupaten Tanggamus dan Kab. Lampung Barat*. Laporan. BPDASHLWSS. Bandar Lampung. 76 hlm.
- Daud, S.S. 2007. *Pengaruh Jenis Penggunaan Lahan dan Kelas Kemiringan Lereng Terhadap Bobot Isi, Porositas Total, dan Kadar Air Tanah pada Sub DAS Cikapundung Hulu*. Skripsi. Jurusan Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian Universitas Padjajaran. Jatinagor. 50 hlm.
- Edwards, P.J. 2015. A primer on watershed management. *Journal of Contemporary Water Research and Education*. 154(2): 1-2.
- Fuady, Z., Azizah, C. 2008. Tinjauan Daerah Aliran Sungai Sebagai Sistem Ekologi dan Manajemen Daerah Aliran Sungai. *Jurnal Lentera*. 6: 1-10.
- Handayani, S. 2019. *Pendugaan Erosi di Sub-Sub DAS Khilau Sub DAS Sekampung Hulu DAS Sekampung*. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 46 hlm.
- Bukhari, I., Lubis, K.S., Lubis, A. 2015. Pendugaan erosi aktual berdasarkan Metode USLE melalui pendekatan vegetasi, kemiringan lereng dan erodibilitas di Hulu Sub DAS Padang. *Agroekoteknologi, Jurnal Online*. 3(2337): 160–167.
- Indrawati. 2000. *Kajian Erosi DAS Citarum Hulu Terhadap Sedimentasi Waduk Saguling, Jawa Barat*. Skripsi. Jurusan Geofisika dan Meteorologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. IPB. Bogor. 84 hlm.
- Krisnayanti, D.S., Udiana, I.M., Muskanan, M.J. 2018. Pendugaan erosi dan sedimentasi menggunakan Metode USLE dan MUSLE pada DAS Noel-Puames. *Jurnal Teknik Sipil*. 7: 143–154.
- Munandar, R., Jayanti, D.S., Mustafiril. 2016. Pemodelan intersepsi untuk pendugaan aliran permukaan. *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian Agrotechno*. 1(1): 62-69.

- Nippon Koei Co, Ltd. 2003. Studi Kelayakan Proyek Pengembangan Wilayah Hilir Way Sekampung. Way Sekampung Irrigation Project. JBIC Loan No. IP-387. Bandar Lampung. 138 hlm.
- Nurhaida, I., Haryanto, S.P., Bakri, S., Junaidi, A. Syah, P. 2005. Penginventarisan kearifan lokal dalam praktik wanatani kopi dalam debat kelestarian fungsi hidro-orologis wilayah resapan di Lampung Barat. *Jurnal Pembangunan Pedesaan*. 5(2): 91-105.
- Purnama, N. E. 2008. *Pendugaan Erosi dengan Metode USLE (Universal Soil Loss Equation) di Situ Bojongsari, Depok*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 84 hlm.
- Pratama, W., Yuwono, S.B. 2016. Analisis perubahan penggunaan lahan terhadap karakteristik hidrologi di DAS Sekampung Hulu. *Jurnal Sylva Lestari*. 4(3): 11-20.
- Rahman, A., 2008. Prediksi erosi dengan menggunakan Metode USLE dan Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis piksel di daerah tangkapan air Danau Buyan. *Jurnal PIT MAPIN*. 17(2): 10-22.
- Salim, A.G., Dharmawan, I.S., Narendra, B.H. 2019. Pengaruh perubahan luas tutupan lahan hutan terhadap karakteristik hidrologi DAS Citarum Hulu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 17(2): 333-340.
- Saputra, A.E., Istanto, K., Zulkarnain, I. 2012. Simulasi koefisien parameter das dalam membangkitkan debit sintesis dengan Metode Nreca (studi kasus pada Das Sekampung propinsi Lampung). *Jurnal Ilmiah Teknik Pertanian*. 4(12): 23–33.
- Supriyadi, E., Banuwa, I.S., Yuwono, S.B. 2018. Pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap karakteristik aliran masuk (*inflow*) Bendungan Batutegei. *Jurnal Hutan Tropis*. 6(1): 73–81.
- Suryono, N. 2017. *Pendugaan Erosi Dengan Pengukuran Muatan Sedimen dengan Metode Universal Soil Loss Equation untuk Perencanaan Pengelolaan DAS (Studi Das Way Sekampung–Bendungan Argoguruh)*. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 79 hlm.
- Suripin. 2002. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Buku. Penerbit Andi. Yogyakarta. 208 hlm.
- Taslim, R.K., Mandala, M., Indarto. 2019. Prediksi erosi di wilayah Jawa Timur. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 17(2): 323-332.
- Tribiyono, B., Yuwono, S.B., Banuwa, I.S. 2018. Estimasi erosi dan potensi sedimen Dam Batutegei di DAS Sekampung Hulu dengan Metode SDR (*Sediment Delivery Ratio*). *Jurnal Hutan Tropis*. 6(2): 161–169.

Utomo, W.H. 1994. *Erosi dan Konservasi Tanah*. Buku. IKIP Malang. Malang. 98 hlm.

Wayudi. 2014. Teknik konservasi tanah serta implementasinya pada lahan terdegradasi dalam kawasan hutan. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*. 6(2): 71-85.

Widianto, A Damen, M. 2014. Determination of coastal belt in the disaster prone area: a case study in the coastal area of Bantul Regency. *Indonesian Journal of Geography*. 46(2):125-137.

Yudha, S. dan Dibyosaputro, S. 2013. Dampak perubahan penggunaan lahan terhadap perubahan *runoff* di daerah aliran sungai (DAS) Bedog Yogyakarta. *Majalah Geografi Indonesia*. 26(2): 117-137.