

“Akselerasi Hasil Penelitian dan Optimalisasi Tata Ruang Agraria untuk Mewujudkan Pertanian Berkelanjutan”

Pengaruh Tata Guna Lahan, Erodibilitas Tanah dan Sedimentasi Daerah Tangkapan Air Embung Leuwi Padjadjaran II

Sarah Fitri Soerya, Chay Asdak, dan Dwi Rustam Kendarto

*Teknologi Agroindustri, Fakultas Teknologi Industri Pertanian,
Universitas Padjadjaran, Jalan Raya Bandung – Sumedang KM. 21,
Sumedang, 45363, Indonesia*

Email: sarah16016@mail.unpad.ac.id

Abstrak

Embung berfungsi sebagai penampung sementara air di suatu aliran sungai. Salah satu penyebab penurunan kinerja Embung adalah sedimentasi, seperti yang terjadi di Embung Leuwi Padjadjaran 2 Universitas Padjadjaran. Embung ini dibangun pada tahun 2021. Jika tidak dilakukan perawatan maka masa pakai Embung akan terus berkurang sehingga tidak mampu berfungsi secara optimal sebagai Embung. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui besar erodibilitas tanah pada daerah tangkapan air. Laju sedimentasi yang masuk ke Embung dipengaruhi oleh kondisi daerah tangkapan air berupa tutupan lahan dan erodibilitas tanah, dengan analisis prediksi menggunakan metode USLE dengan pengambilan pada 17 titik/sampel. Perubahan tata guna lahan yang signifikan pada micro catchment paling besar terjadi pada perubahan ladang menjadi jalan tol sebesar 5,23 Ha. Beberapa faktor yang mempengaruhi erodibilitas tanah Embung Leuwi Padjadjaran 2 adalah tekstur tanah liat dengan kelas granular sedang dan kasar, permeabilitas tanah dengan rentang sedang hingga sangat lambat dan kandungan C-organik tanah yang rendah. Besar erodibilitas tanah sebesar 2,8383. Laju sedimentasi Embung dengan metode USLE adalah 356,8 m³/tahun. Sedimen terjadi didukung oleh intensitas curah hujan yang tinggi dan lereng yang curam.

Kata kunci: Embung; Erodibilitas; Sedimentasi; Tata Guna Lahan

Pendahuluan

Lingkungan Universitas Padjadjaran merupakan salah satu Daerah Tangkapan Air (DTA) yang memanfaatkan air untuk kebutuhan domestik dan non domestik. Universitas Padjadjaran berada dalam kawasan Sub DAS Cikeruh, dimana bulan basah terjadi di bulan Februari hingga April dan November hingga Desember (Agnesia, 2022). Berdasarkan tabel klasifikasi Oldeman (Lakitan, 2002 dalam Sasminto *et al.*, 2014), Jatinangor masuk ke dalam tipe C3, sedangkan pada klasifikasi Schmidt-Ferguson, bulan basah Jatinangor terjadi pada

Januari hingga Mei dan Oktober hingga Desember. Curah hujan rata-rata kawasan micro catchment Jatinangor sebesar 1.778 mm/tahun (Putri, 2017). Seiring dengan pembangunan pesat di daerah lingkungan kampus Unpad Jatinangor, kebutuhan air dan ketersediaan air menjadi tidak seimbang. Dalam rangka pemenuhan kebutuhan air, penggunaan air hujan sebagai air limpasan secara langsung perlu ditampung untuk menjadi simpanan atau cadangan air. Pembangunan embung di wilayah Unpad merupakan langkah yang dilakukan dalam menangani permasalahan ketersediaan air. Tekstur tanah di kawasan micro catchment Unpad adalah liat, berdasarkan penelitian Kamilan (2014), kawasan Unpad Jatinangor memiliki potensi yang baik dalam pembangunan kolam pemanenan air hujan dengan luas total 60,1 ha atau 16,9% dari luas total kawasan micro catchment Unpad Jatinangor dengan lokasi yang baik untuk pemanenan air hujan di wilayah pertanian lahan kering. Lokasi, ketersediaan data, dan penelitian sebelumnya yang dilakukan di wilayah terdekat atau yang serupa merupakan faktor penting untuk menentukan persamaan yang tepat dalam menentukan faktor erosivitas hujan, erodibilitas tanah, kemiringan lereng, tutupan lahan dan konservasi (Benvidez *et al.*, 2018). Pembangunan Embung Leuwi Padjadjaran 2 menjadi langkah awal dalam pengendalian permasalahan ketersediaan air.

Embung didefinisikan sebagai bangunan konservasi air berbentuk cekungan di sungai atau aliran air berupa urugan untuk menampung air untuk berbagai keperluan seperti mendukung usaha pertanian, perkebunan dan peternakan (DPAI, 2011). Disebut dengan waterharvesting, embung ini dapat difungsikan untuk memanen air hujan yang ada pada catchment area dan didistribusikan sesuai kebutuhan, sehingga perlu diketahui besar catchment area yang masuk ke dalam Embung Leuwi Padjadjaran 2.

Potensi air yang dapat dimanfaatkan dari air hujan atau air tanah dipengaruhi oleh tata guna lahan pada daerah tangkapan air sebagai daerah resapan air. Lahan Universitas Padjadjaran terjadi perubahan tata guna lahan yang meningkatkan koefisien air larian sebesar 0,01 atau dari tahun 1997 sebesar 0,21 menjadi 0,22 di tahun 2014 (Haryanto, 2014). Perubahan tata guna lahan mempengaruhi jumlah resapan air yang meningkatkan aliran air permukaan (surface runoff) dan apabila berlanjut akan mengalami krisis air dan kerusakan lahan hingga menyebabkan erosi dan pengumpulan sedimentasi. perubahan fisik pada embung dan daerah disekitar embung atau daerah tangkapan airnya. Hal ini akan berdampak pada umur layanan embung, sehingga perlu diidentifikasi faktor yang menyebabkan kerusakan yang dapat mengurangi umur layanan embung. Perubahan tata guna lahan terbaru di tahun 2022 pada daerah tangkapan air Embung Leuwi Padjadjaran 2 menjadi identifikasi penting untuk mendapatkan besar potensi erosi.

Proses sedimentasi berasal dari hasil erosi yang tersuspensi di dalam air dan daingkut dengan kecepatan aliran telah menurun, sedangkan laju sedimentasi merupakan jumlah sedimen per satuan luas daerah tangkapan air (DTA) atau daerah aliran sungai (DAS) per satuan waktu (ton/ha/th atau mm/th) (Supangat, 2014 dalam Hartyan, 2018). Terjadinya erosi akan menyebabkan sedimentasi yang masuk ke dalam Embung Leuwi Padjadjaran sehingga menutupi jalur masuk, hingga mengendap di bawah permukaan embung. Sedimentasi yang terjadi dapat menyebabkan tidak optimalnya penampungan air atau waterhasrvesting sehingga tidak dapat dimanfaatkan secara maksimal. . Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui besar erodibilitas tanah pada daerah tangkapan air.

Metode

Objek penelitian adalah Embung Leuwi Padjadjaran 2 Universitas Padjadjaran yang terletak di Desa Cikeruh, Kecamatan Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Provinsi Jawa Barat. Secara geografis Embung Leuwi Padjadjaran 2 terletak pada koordinat 6°54'57.7"LS 107°46'23.9"BT. Bahan yang digunakan adalah sampel tanah pada daerah tangkapan air (*catchment area*) embung yang disesuaikan dari peta lahan yang digunakan diperoleh dari tumpang susun atau *overlay* antara beberapa peta yakni peta kemiringan lahan, peta tutupan lahan dan peta jenis tanah. Jumlah satuan peta lahan yang didapatkan, terdapat 17 perbedaan lahan sehingga sampel tanah yang diambil berjumlah 17.

Pembuatan peta perubahan tata guna lahan dibuat dari tahun 2011 dan yang terbaru dari 2021. Digitasi yang dilakukan pada tahun 2011 diambil dari Peta Rupa Bumi Indonesia dan peta penggunaan lahan Sub DAS Cikeruh yang diperbaharui dengan citra *Google Earth* untuk tahun 2022. Perubahan ini digunakan untuk membandingkan perubahan tata guna lahan yang terjadi pada jangka waktu 10 tahun sehingga mengetahui perbedaan yang signifikan terhadap tutupan atau fungsi lahan.

Pengukuran sampel tanah untuk mendapatkan besar erodibilitas tanah pada *catchment area* membutuhkan tiga pengukuran yaitu, pengujian tekstur tanah menggunakan metode *hydrometer* (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2006), dengan rumus:

$$\%pasir = \frac{BCT - (h_1 + (0,2 \times (T_1 - 68)) - 2)}{BCT \times 100} \quad (1)$$

$$\%liat = \frac{(h_2 + (0,2 \times (T_2 - 68)) - 2)}{h_1 \times 100} \quad (2)$$

$$\%debu = 100 - \%pasir - \%liat \quad (3)$$

Keterangan:

- BCT = Berat contoh tanah (mg)
h₁ = Pembacaan hidrometer 1
h₂ = Pembacaan hidrometer 2
T₁ = Suhu sampel pengujian 1 (Fahrenheit)
T₂ = Suhu sampel pengujian 2 (Fahrenheit)

Pengukuran permeabilitas tanah, dilakukan dengan metode permeameter (Suryadi dkk, 2014) dengan rumus:

$$K = \frac{a \times L}{A \times t} \times \ln \frac{h_1}{h_2} \quad (4)$$

Keterangan:

- K = Koefisien permeabilitas (cm/s)
a = Luas penampang pipa (cm²)
L = Panjang/tinggi sampel (cm)
t = waktu (detik)
h₁ = tinggi permukaan air 1 (cm)
h₂ = tinggi permukaan air 2 (cm)

dan pengukuran bahan organik, dilakukan dengan metode *Walkey-Black* (BPT, 2005) untuk mendapatkan nilai C-Organik yang selanjutnya dihitung bahan organik dengan rumus:

$$C - Organik = \frac{(b-s) \times 0,39 \times 0,4902 \times Fka}{s} \quad (5)$$

Keterangan:

- b = jumlah titrasi blanko (ml)
s = jumlah titrasi sampel (ml)
Fka = faktor kadar air (100/ (100-%kadar air))

$$Bahan Organik = C - Organik \times 1,724 \quad (6)$$

Erodibilitas tanah dihitung menggunakan metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*). Faktor Erodibilitas Tanah (K) digunakan rumus Wischmeier et al (1971) dalam Asdak (2020), yaitu:

$$100K = [2,71 M^{1,14} (10 - 4)(12 - a) + 3,25(b - 2) + 2,5(c - 3)]$$

Keterangan:

- M = parameter ukuran butir yang diperoleh
a = % bahan organik
b = kode struktur tanah
c = kode kelas permeabilitas penampang tanah

Kode yang digunakan dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Kode Penilaian Tipe Struktur Tanah (Hammer, 1978)

Tipe Struktur Tanah	Kode Penilaian
Granular sangat halus	1
Granular halus	2
Granular sedang dan kasar	3
Gumpal, lempeng, pejal	4

Tabel 2. Kode Penilaian Kelas Permeabilitas Tanah (Hammer, 1978)

Kelas Permeabilitas Tanah	Kode Penilaian
Cepat	1
Sedang hingga Cepat	2
Sedang	3
Sedang hingga Lambat	4
Lambat	5
Sangat Lambat	6

Tabel 3. Penilaian Kandungan Bahan Organik Tanah

Kelas	C-Organik
Sangat Rendah	< 2
Rendah	2 – 4
Sedang	4 – 10
Tinggi	10 – 20
Sangat Tinggi	>20

(Sumber: Hardjowigeno dan Soleh, 1995)

Nilai Erodibilitas Tanah menghasilkan angka pendugaan erosi (Arsyad, 2010):

$$E = R \times K \times LS \times CP \quad (8)$$

Dalam penelitian ini metode analisis laju sedimentasi yang digunakan yaitu menghitung *sediment delivery ratio* (SDR) (Tribiyono dkk, 2018):

$$SDR = 0,41 \times A^{-0.3} \quad (9)$$

Nilai SDR menentukan koefisien potensi sedimentasi yang terjadi akibat erosi pada suatu daerah tangkapan, sehingga menghasilkan Spot atau Potensi sedimen dengan rumus (Djufri, 2018):

$$Spot = SDR \times E \quad (10)$$

Keterangan:

E = Erosi tanah/jumlah tanah yang hilang rata-rata per tahun (ton/ha/tahun)

SDR = Rasio Pengiriman Sedimen

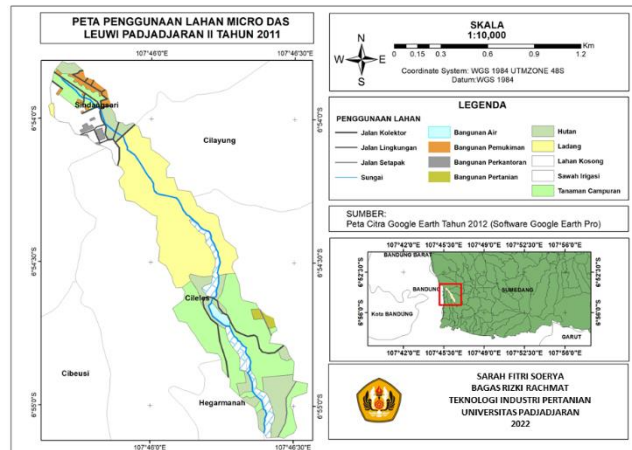
A = Daerah tangkapan air (ha)

Spot = Hasil sedimen yang diperoleh di outlet DAS (ton/tahun)

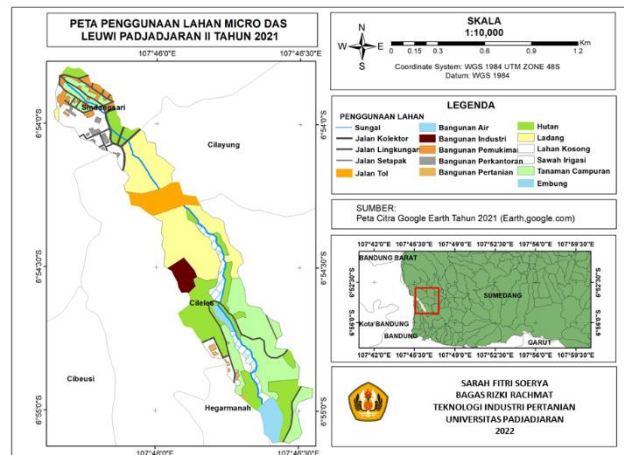
Hasil dan Pembahasan

Perubahan Tata Guna Lahan *Micro Catchment* Embung Leuwi Padjadjaran 2

Perubahan tata guna lahan *catchment area* atau daerah tangkapan air Embung Leuwi Padjadjaran dijabarkan seperti pada Gambar 1 dan tata guna lahan terbaru seperti pada Gambar 2.



Gambar 1. Peta Penggunaan Lahan Micro DAS Embung Leuwi Padjadjaran 2 Tahun 2011

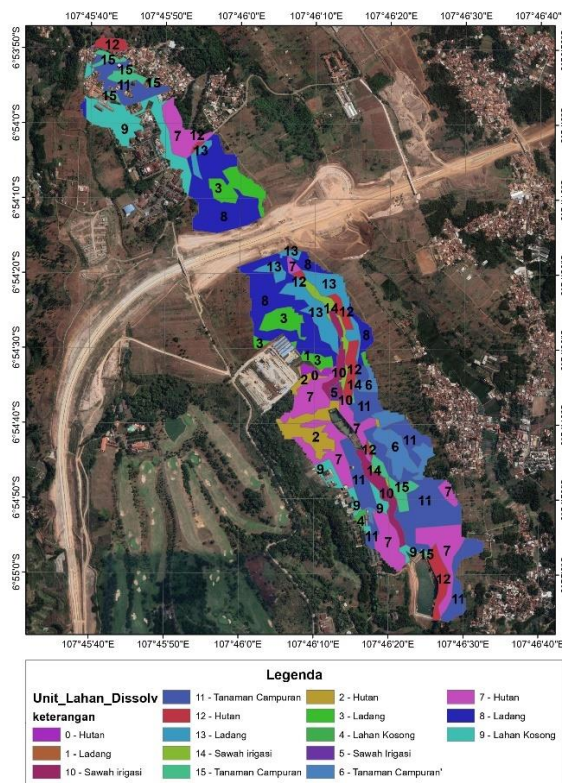


Gambar 2. Peta Penggunaan Lahan Micro DAS Embung Leuwi Padjadjaran 2 Tahun 2021

Berdasarkan perubahan peta tata guna lahan dari *Micro Catchment* Embung Leuwi Padjadjaran 2, terdapat perubahan signifikan, di tahun 2011 bangunan air memiliki total luas 0,88 Ha dan di tahun 2021 menjadi 3,88 Ha. Hutan di tahun 2011 sebesar 20,21 Ha berkurang menjadi 13,25 Ha, Tanaman Campuran berkurang dari 30,13 Ha menjadi 21,28 Ha, sawah irigasi berkurang dari 5,94 Ha menjadi 4,02 Ha, Ladang berkurang dari 33,53 Ha menjadi 24,2 Ha. Berbanding terbalik dengan lahan yang tertutup, terdapat pembukaan lahan yang cukup besar, pada tahun 2011 total lahan kosong sebesar 6,43 dan bertambah menjadi 8,28 Ha.

Pengaruh signifikan paling besar terjadi pada pembangunan jalan tol, dimana jalan tol memakan luas *micro catchment* embung sebesar 5,23 Ha.

Hal ini berpengaruh terhadap area resapan hujan yang masuk ke dalam tanah, yang dapat menyebabkan semakin tingginya limpasan permukaan atau *runoff* yang dapat menyebabkan erosi. Hal ini mempengaruhi tekstur tanah, permeabilitas tanah dan bahan organik tanah yang terkandung di dalamnya. Dari peta yang disajikan menunjukkan jalan tol dibangun pada area ladang, dimana area ladang menjadi salah satu area penyerapan hujan yang turun di *micro catchment* Embung Leuwi Padjadjaran 2.



Gambar 3. Satuan Peta Lahan *Micro Catchment* Embung Leuwi Padjadjaran 2

Peta ini menunjukkan terdapat 17 satuan lahan yang berbeda yang menjadi dasar pengambilan sampel tanah untuk pengukuran tekstur, permeabilitas dan bahan organik tanah.

Tekstur Tanah *Micro catchment* Embung Leuwi Padjadjaran 2

Tekstur tanah pada *micro catchment* Embung Leuwi Padjadjaran 2 disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. menunjukkan bahwa tekstur tanah dari keseluruhan *micro catchment* embung adalah liat karena angka persen liat memiliki nilai tinggi dibandingkan angka persen pasir dan persen debu. Penentuan tekstur tanah digunakan segitiga tekstur tanah menggunakan data

persen di atas. Dalam klasifikasi Penilaian Tipe Struktur Tanah (Hammer, 1978), tekstur tanah pada *micro catchment* Embung Leuwi Padjadjaran 2 adalah granular sedang dan kasar dengan kode penilaian 3.

Tabel 1. Tabel tekstur tanah *micro catchment* Embung Leuwi Padjadjaran 2

Sampel	% Pasir	% Liat	% Debu	Tekstur Tanah
1	8	72	19	Liat
2	8	61	30	Liat
3	18	69	13	Liat
4	8	72	19	Liat
5	18	69	13	Liat
6	18	82	0	Liat
7	8	84	8	Liat
8	8	84	8	Liat
9	28	65	7	Liat
10	38	59	3	Liat
11	8	72	19	Liat
12	18	82	0	Liat
13	8	61	30	Liat
14	18	69	13	Liat
15	28	65	7	Liat
16	18	82	0	Liat
17	8	61	30	Liat

Permeabilitas Tanah *Micro catchment* Embung Leuwi Padjadjaran 2

Permeabilitas tanah pada *micro catchment* Embung Leuwi Padjadjaran 2 disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. menunjukkan kelas permeabilitas yang berbeda-beda. Hal ini disebabkan oleh tutupan lahan yang berbeda sehingga memiliki tingkat permeabilitas yang berbeda. Sampel dengan permeabilitas paling tinggi ada pada nomor 1 dengan jenis lahan hutan dan paling rendah ada pada sampel nomor 11, yaitu tanaman campuran. Jenis tutupan lahan mempengaruhi besar permeabilitas tanah yang dapat mempengaruhi erosi. Tanaman campuran yang ada pada *micro catchment* Embung Leuwi Padjadjaran umumnya adalah singkong, ubi-ubian dan jagung.

Bahan Organik Tanah *Micro Catchment* Embung Leuwi Padjadjaran 2

Bahan organik tanah pada *micro catchment* Embung Leuwi Padjadjaran 2 disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. menunjukkan kandungan C-Organik pada *micro catchment* Embung Leuwi Padjadjaran 2 yang rendah dan sangat rendah. Kandungan C-organik menunjukkan besar bahan organik yang mempengaruhi tingkat erodibilitas tanah *micro catchment* embung.

Tabel 2. Permeabilitas tanah *micro catchment* Embung Leuwi Padjadjaran 2

Sampel	K Permeabilitas (cm/s)	Kelas
1	0,000392206	3
2	0,002564811	3
3	0,001961032	3
4	0,001207559	4
5	$6,29912 \times 10^{-5}$	6
6	$5,77599 \times 10^{-6}$	6
7	0,000130942	6
8	0,001162879	4
9	0,000747953	4
10	$1,82316 \times 10^{-5}$	6
11	$4,78079 \times 10^{-6}$	6
12	0,000129406	6
13	0,001162879	4
14	0,000127803	6
15	$9,3875 \times 10^{-5}$	6
16	0,002541581	5
17	$4,54419 \times 10^{-5}$	6

Tabel 3. Bahan organik tanah *micro catchment* Embung Leuwi Padjadjaran 2

Sampel	C- Organik	Kelas	Bahan Organik
1	1,226	Sangat Rendah	2,114
2	1,456	Sangat Rendah	2,510
3	2,298	Rendah	3,962
4	2,145	Rendah	3,699
5	2,068	Rendah	3,565
6	2,371	Rendah	4,087
7	1,992	Sangat Rendah	3,434
8	2,145	Rendah	3,697
9	2,068	Rendah	3,566
10	0,918	Sangat Rendah	1,582
11	0,841	Sangat Rendah	1,451
12	1,532	Sangat Rendah	2,641
13	0,843	Sangat Rendah	1,453
14	1,303	Sangat Rendah	2,246
15	2,272	Rendah	3,916
16	1,455	Sangat Rendah	2,509
17	0,919	Sangat Rendah	1,585

Erodibilitas Tanah *Micro Catchment* Embung Leuwi Padjadjaran 2

Erodibilitas tanah dipengaruhi 3 unsur yaitu tekstur tanah, kelas tekstur tanah, permeabilitas tanah dan bahan organik tanah. Sehingga dapat dihasilkan besar pendugaan erodibilitas tanah pada *Micro Catchment* Embung Leuwi Padjadjaran 2 seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Erodibilitas Tanah *Micro Catchment* Embung Leuwi Padjadjaran 2

Sampel	Erodibilitas Tanah
1	0,094
2	0,162
3	0,097
4	0,118
5	0,196
6	0,156
7	0,153
8	0,088
9	0,152
10	0,276
11	0,194
12	0,159
13	0,193
14	0,205
15	0,214
16	0,127
17	0,256
Total	2,838

Dengan total 2,838 cm/tahun, didapatkan besar potensi erosi yang terjadi pada *Micro Catchment* Embung Leuwi Padjadjaran 2.

Tingkat Erosi dengan metode USLE dan Sedimentasi dengan metode SDR

Nilai laju erosi yang terjadi di *Micro Catchment* Embung Leuwi Padjadjaran 2 dengan metode USLE dihitung per segmen atau kelompok berdasarkan tata gua lahan dan erodibilitas tanah. Besarnya sedimentasi yang terjadi di *Micro Catchment* Embung Leuwi Padjadjaran 2 yang akan diangkut ke dalam embung merupakan perkalian dari besarnya erosi yang terjadi di *micro catchment* tersebut dengan *sediment delivery ratio* (SDR), dimana nilai SDR dari Embung Leuwi Padjadjaran 2 adalah:

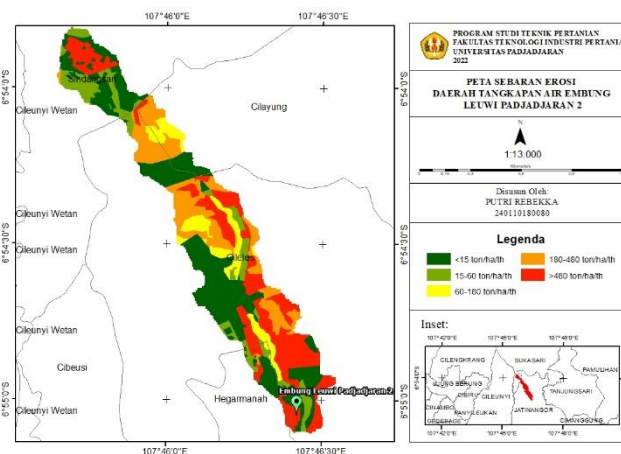
$$\begin{aligned}
 \text{SDR} &= 0,41 A^{-0,3} \\
 &= 0,41 (88,6146)^{-0,3} \\
 &= 0,10679
 \end{aligned}$$

Dengan kerapatan sedimen 2.465 gr/cm³, potensi sedimen di Embung Leuwi Padjadjaran 2 adalah 356.8201 m³/tahun, seperti pada Tabel 5.

Erosi terjadi karena perubahan tata guna lahan di daerah resapan air, dan kemiringan lereng yang sangat curam, sehingga air hujan mengikis lapisan tanah atas, yang menyebabkan erosi lebih cepat terjadi. Erosi yang terbawa menjadi sedimen yang mengendap dan masuk ke Embung, menyumbat atau menyumbat saluran air.

Tabel 5. *Potensi sedimen Micro Catchment* Embung Leuwi Padjadjaran 2

Topografi	Tingkat Kemiringan (%)	Luas Area (Ha)	Total Erosi ton/tahun	SDR	Potensi Sedimen
Landai	18 -15	0,51	96,19	0,11	10,27
Sedikit Curam	15 - 25	13,00	516,61	0,11	55,17
Curam	25-40	57,58	4727,87	0,11	504,89
Sangat Curam	>40	17,53	2895,20	0,11	309,18
Total Potensi Sedimen (ton/tahun)			879,51		
Total Potensi Sedimen (m ³ /yr)			356,82		



Gambar 4. Peta Sebaran Erosi Mikro DAS Embung Leuwi Padjadjaran 2

Sisa umur layanan Embung Leuwi Padjadjaran 2 dihitung berdasarkan volume tampungan mati saat ini dengan laju sedimentasi yang masuk ke Embung setiap tahunnya. Perhitungan laju sedimentasi dengan metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE) menunjukkan bahwa laju sedimentasi adalah 356.82 m³/tahun. Umur layanan embung akan berkurang karena banyaknya sedimen yang akan masuk ke embung, yang akan menyebabkan batas tampungan mati menjadi penuh dan tidak dapat meredam aliran air banjir yang dapat terjadi secara tiba-tiba pada musim kemarau atau menjadi tampungan untuk cadangan air.

Kesimpulan dan Saran

Nilai erodibilitas tanah *Micro Catchment* Embung Leuwi Padjadjaran 2 adalah sebesar 2,838. Total potensi erosi yang terjadi pada *micro catchment* embung adalah 8235,87 ton/tahun. Laju sedimentasi Embung Leuwi Padjadjaran 2 dengan analisis metode USLE

adalah 356,82 m³/tahun. Sedimen besar terjadi karena erosi yang signifikan dan didukung oleh intensitas curah hujan yang tinggi dan lereng yang curam.

Penanggulangan yang harus dilakukan untuk mengendalikan sedimen adalah dengan membuat perangkap sedimen yang sesuai dan melakukan perawatan yang baik pada reservoir. Konservasi di daerah tangkapan air Embung juga merupakan salah satu langkah untuk mengurangi erosi, sehingga mengurangi jumlah sedimen yang masuk ke Embung.

Ucapan Terimakasih

Karya yang disajikan dalam makalah ini didukung oleh beasiswa unggulan pascasarjana Unpad dari Universitas Padjadjaran. Naskah ini mendapat masukan dari Dr. Chay Asdak, guru besar Teknologi Industri Pertanian Universitas Padjadjaran, dan Dr. Dwi Rustam Kendaro, pembimbing dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Arsyad, S. (2010). *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: Institut Pertanian Bogor Press.
- Asdak, Chay. (2020). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai: Edisi Revisi Ketujuh*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Agnesia, Charina. (2022). *Analisis Ketersediaan dan Kebutuhan Air Berdasarkan Neraca Air di Sub DAS Cikeruh Jawa Barat*. Skripsi. Sumedang: Universitas Padjadjaran.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. (2006). *Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya*. Jakarta: Baltibangtan.
- Balai Penelitian Tanah (BPT). (2005). *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. Bogor: Agro Inovasi.
- Benvidez, Rubianca., Bethana J., Deborah M. & Kevin N. (2018). *Universal Soil Loss Equation (R/USLE): With a View to Increasing its Global Applicability and Improving Soil Loss Estimates*. *Journal Hydrol. Earth Syst. Science*, 1-34
- Direktorat Pengolaan Air Irigasi. (2011). *Pedoman Teknis Konservasi Air Melalui Pembangunan Embung/Dam Parit*. Jakarta: Direktorat Sarana dan Prasarana Pertanian Kementerian Pertanian.
- Djufri, Hasdaryatmin & Indra Mutiara. (2018). *Analisa Umur Layanan Embung Beroangin Kabupaten Jeneponto*. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M)*, 19 – 24.
- Hardjowigeno, S., Soleh Sukmana. (1995). *Menentukan Tingkat Bahaya Erosi*. Bogor: Centre for Soil and Agroclimate Research.

- Haryanto, Edi Tri. (2014). *Pembangunan Kampus Unpad di Jatinangor Implikasinya Terhadap Koefisien Air Larian*. Sumedang: Universitas Padjadjaran.
- Kamilan, Dandan F. (2014). *Pemetaan Potensi Kolam Pemanenan Air Hujan (Rainwater Harvesting) di Kawasan DAS Unpad Jatinangor Dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis*. Skripsi. Sumedang: Universitas Padjadjaran.
- Putri, Bella M. (2017). *Pemetaan Lokasi Potensi Penerapan Teknologi Pemanenan Air Hujan (Rainwater Harvesting) di Kawasan Universitas Padjadjaran Kampus Jatinangor*. Skripsi. Sumedang: Universitas Padjadjaran.
- Sasminto, R, A., Tunggul, A., Rahadi, J.B.W. (2014). Analisis Spasial Penentuan Iklim Menurut Klasifikasi Schmith-Ferguson dan Oldeman di Kabupaten Ponorogo. *Jurnal Sumber Alam dan Lingkungan*, 1, 51-56.
- Suryadi, Edy., Nurpilihan B., Sophia D., Kharistiya A. (2014). *Modul Irigasi dan Drainase*. Sumedang: Universitas Padjadjaran.
- Tribiyono, B., S.B. Yuwono, I.S. Banuwa. (2018). Estimasi Erosi dan Potensi Sedimen DAM Batutege di DAS Sekampung Hulu dengan Metode SDR (Sediment Delivery Ratio). *Jurnal Hutan Tropis*, 6(2), 161-169.