

METODE USLE UNTUK MEMPREDIKSI EROSI TANAH DI DAS CILIWUNG KOTA BOGOR, JAWA BARAT

Yudi Firmansyah¹⁾

Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik

Universitas Pakuan

yudi.firmansyah@unpak.ac.id

Helmi Setia Ritma Pamungkas²⁾

Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik

Universitas Pakuan

Laila Mardlotillah Yogaswara³⁾

Program Studi Ilmu Tanah-Institut Pertanian Bogor

ABSTRAK

Pembangunan wilayah penting dilakukan untuk menopang kegiatan masyarakat di suatu wilayah, sama halnya dengan perkembangan di wilayah DAS Ciliwung yang berada di Kota Bogor. Pembangunan wilayah DAS Ciliwung tumbuh begitu pesat sehingga fungsinya sebagai daerah konservasi tanah sangat berkurang. Tingkat bahaya erosi DAS Ciliwung Kota Bogor teridentifikasi seluas 190,10 ha dan terbagi menjadi empat kelas, yaitu ringan, sedang, berat dan sangat berat. Masing-masing luas kelas TBE, yaitu 0,01 ha, 12,15 ha, 131,95 ha, dan 45,95 ha. Jumlah sedimentasi pada masing-masing nilai A 0,54 ton/ha/tahun, 25,18 ton/ha/tahun, 57,31 ton/ha/tahun dan 84,09 ton/ha/tahun. Lahan yang mengalami erosi tinggi merupakan jenis penggunaan lahan pertanian yang sedang dalam kondisi tidak ditanami atau lahan kosong terlantar. Perbaikan lahan diarahkan metode vegetatif dan mekanik, dilakukan penanaman pohon dan perbaikan dinding sungai. Pentingnya aplikasi tanaman penutup tanah untuk mengurangi laju air dipermukaan tanah dan mengurangi sedimentasi.

Kata Kunci : *USLE, Erosi Tanah*

ABSTRACT

Regional development is important to support community activities in a region, the same as development in the Ciliwung watershed area in Bogor. Development of the Ciliwung watershed area is growing so rapidly that its function as a land conservation area is greatly reduced. The erosion hazard level for the Ciliwung Watershed in Bogor City has been identified as 190,10 ha and is divided into four classes, light, medium, heavy and very heavy. Each TBE class area is 0,01 ha, 12,15 ha, 131.95 ha, and 45.95 ha. The amount of sedimentation at each value of A is 0,54 tons/ha/year, 25,18 tons/ha/year, 57,31 tons/ha/year and 84,09 tons/ha/year. Land with high erosion is a type of agricultural land use that is not planted or abandoned soil. Land improvements are directed at vegetative and mechanical methods, planting trees and repairing river walls. The importance of applying cover crops to reduce the rate of water on the soil surface and reduce sedimentation.

Keywords : *USLE, Soil Erosion*

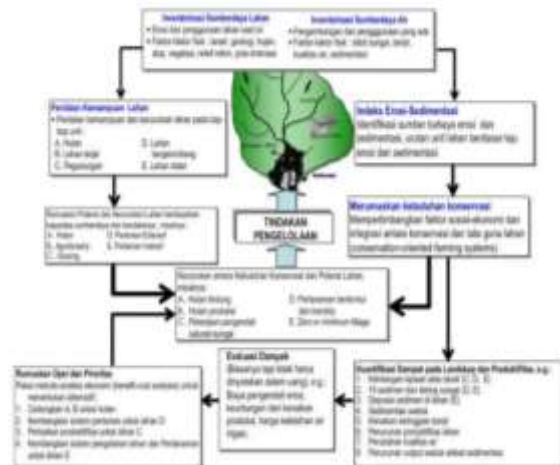
I. PENDAHULUAN

Pembangunan wilayah penting dilakukan untuk menopang kegiatan masyarakat di suatu wilayah, sama halnya dengan perkembangan di wilayah DAS Ciliwung yang berada di Kota Bogor. Pembangunan wilayah DAS Ciliwung tumbuh begitu pesat sehingga fungsinya sebagai daerah konservasi tanah sangat berkurang. Bagian Hulu dari DAS Ciliwung Wilayah Bogor, Puncak dan Cianjur sebagian besar

merupakan wilayah dengan fungsi lindung dan fungsi budidaya sebagai resapan air bagi wilayah dibawahnya. DAS Ciliwung berdasarkan Surat keputusan Bersama Menteri Dalam Negeri, Menteri Kehutanan dan Menteri Pekerjaan Umum No. 19 Tahun 1994 NO. 059/Kptsn-11/1984 tanggal 4 April 1994 tentang penanganan konservasi tanah dalam rangka pengamatan DAS prioritas, termasuk dalam 20 DAS super prioritas di Indonesia. DAS Ciliwung semenjak tahun 1980-an sudah

teridentifikasi sebagai DAS dengan kondisi cukup kritis. Hal ini dapat dikendalikan atau diminimalkan kerusakannya dengan mengaplikasikan metode konservasi tanah dan air.

Teknik konservasi tanah dan air yang diterapkan pada sebidang lahan dilakukan dengan metode vegetatif dan metode mekanik. Perbaikan lahan untuk mengurangi laju erosi dipermukaan tanah dan meningkatkan penyerapan air kedalam tanah. Dalam melakukan kegiatan konservasi tanah dan air dilakukan perencanaan terlebih dahulu, disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Urutan Strategi Perencanaan Konservasi Tanah dan Air (setelah Parrens dan Trustum, 1984)

Lahan dan tanah secara natural tidak mengalami penambahan luas atau lapisan kedalaman tanah seiring dengan bertambahnya waktu, kecuali terjadi bencana alam gunung api atau gempa bumi. Abu vulkanik hasil erupsi gunung api menambah tebal lapisan tanah dan gempa bumi yang mengakibatkan tanah timbul. Berbanding terbalik dengan fenomena perkembangan penduduk, seiring dengan bertambahnya waktu, maka jumlah penduduk meningkat dan kebutuhan akan lahan meningkat untuk memenuhi kebutuhan hidup. Lahan dimanfaatkan sebagai tempat tinggal, budidaya pertanian, budidaya perkebunan dan bangunan yang menunjang perekonomian masyarakat. Lahan yang dimanfaatkan oleh masyarakat akan mengalami pengurangan kualitas lahannya, yang menyebabkan tanah menjadi tidak subur.

Untuk mencegah kerusakan yang lebih parah, maka perlu upaya rehabilitasi lahan dan konservasi tanah di DAS Ciliwung menjadi lebih hijau dan bermanfaat bagi warga sekitar. Dalam merencanakan kegiatan rehabilitasi lahan di daerah aliran sungai Ciliwung, perlu sumberdaya manusia, di antaranya aspek

biofisik dan aspek sosial ekonomi budaya masyarakat setempat. Aspek biofisik didasarkan pada permasalahan utama yang telah atau sedang berjalan (misalnya banjir, erosi, sedimentasi pada musim penghujan dan kekeringan pada musim kemarau) dan tingkat kekritisn lahan

Kementrian kehutanan (2013), mengatakan bahwa pembagian aliran sungai berdasarkan fungsi hulu, tengah dan hilir yaitu :

1. Bagian hulu didasarkan pada fungsi konservasi yang dikelola untuk mempertahankan kondisi lingkungan DAS agar tidak terdegradasi, yang antara lain dapat diindikasikan dari kondisi tutupan vegetasi lahan DAS, kualitas air, kemampuan penyimpanan air (debit) dan curah hujan.
2. Bagian tengah didasarkan pada fungsi pemanfaatan air sungai yang dikelola untuk dapat memberikan manfaat bagi kepentingan sosial ekonomi, yang antara lain dapat diindikasikan dari kualitas air dan ketinggian muka air tanah, serta terkait pada prasarana pengairan seperti pengelolaan sungai, waduk dan danau.
3. Bagian hilir didasarkan pada fungsi pemanfaatan air sungai yang dikelola untuk dapat memberikan manfaat bagi kepentingan sosial ekonomi, yang diindikasikan melalui kuantitas dan kualitas air, kemampuan menyalurkan air, ketinggian curah hujan dan terkait kebutuhan pertanian, air bersih serta pengelolaan air limbah.

Untuk mengetahui berapa luas wilayah pada DAS Ciliwung yang rusak dan prioritas untuk dilakukan tindakan perbaikan dilakukan dengan menghitung besarnya jumlah sedimentasi tanah di wilayah DAS. Analisis dilakukan mengacu pada perhitungan tingkat bahaya erosi menggunakan rumus USLE. Parameter yang digunakan untuk menghitung besaran erosi yang terjadi adalah parameter fisik lahan.

Analisis perhitungan erosi DAS Ciliwung secara garis besar terbagi menjadi dua tahapan analisis, yaitu : analisis spasial dan pengecekan langsung di lapang. Data spasial untuk rehabilitasi lahan didapatkan dari beberapa instansi pemerintah seperti BIG, Badan Planologi KLHK, BBDSL, BAPPEDA, BPS, dan BMKG, yaitu :

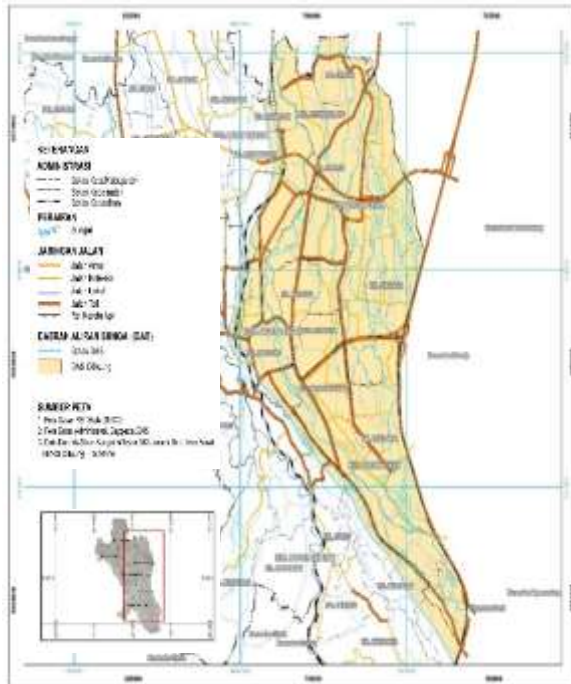
1. Peta Administrasi
2. Peta Batas Penguasaan Kawasan
3. Peta Tanah Semidetil / Peta Sistem Lahan
4. Peta Tata Ruang Wilayah
5. DEM

6. Citra Satelit Quickbird 2021

Analisis spasial dilakukan pada tahap awal kajian, sehingga didapatkan sebaran lahan yang memiliki tingkat erosi sangat ringan sampai dengan sangat berat. Tahap selanjutnya dilakukan pengecekan lapangan, apakah sesuai ? dengan hasil analisis spasial, jika sesuai maka dilanjutkan menuju tahap selanjutnya yaitu pembuatan naskah rehabilitasi dan konservasi. Bila ditemukan ketidakcocokan maka akan dijadikan sebagai bahan perbaikan dan referensi,

II. METODOLOGI

Kajian dilaksanakan di DAS Ciliwung yang berada pada wilayah administrasi Kota Bogor yang memiliki luas 3997.6 terletak diantara 6.538⁰ – 6.659⁰ Lintang Selatan dan 106.789⁰ – 106,845⁰ Bujur Timur. Peta DAS Ciliwung Kota Bogor disajikan pada Gambar 2



Gambar 2. Peta Wilayah Kajian

2.1. Prediksi Laju Erosi

Analisis perhitungan erosi DAS Ciliwung mengacu kepada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor

P.105/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2018 tentang Tata Cara Pelaksanaan, Kegiatan Pendukung, Pemberian Insentif, serta Pembinaan dan Pengendalian Kegiatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan dengan menggunakan metode perhitungan erosi USLE. Dalam melakukan kegiatan konservasi. Kerangka dari konsep

kegiatan rehabilitasi lahan dan konservasi tanah DAS Cisadane disajikan pada Gambar 3.

Metode USLE dengan rumus

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

Dimana :

A : besarnya kehilangan tanah (ton/ha/tahun), diperoleh dari perkalian factor-faktor erosi. Besarnya kehilangan tanah atau erosi dalam hal ini hanya terbatas pada erosi lambat dan erosi cepat. Tidak termasuk sedimen yang diendapkan

R : indeks erosivitas hujan

K : indeks erodibilitas tanah

LS : indeks lereng

C : indeks penutup tanah dan cara bercocok tanam

P : indeks Tindakan konservasi tanah

2.2. Indeks Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

Perhitungan variabel L dan S merupakan variabel penting dalam menghitung erosi, karena erosi akan bertambah besar dengan bertambahnya kemiringan suatu lereng. Perhitungan nilai LS menggunakan rumus sebagai berikut :

$$LS = \sqrt{X(0,0138 + 0,00965.S + 0,00138.S^2)}$$

Keterangan :

S : kecuraman lereng (%)

X : Panjang lereng (m)

Departemen Kehutanan mengeluarkan standarisasi nilai LS seperti yang tertera di Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Indeks Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

No	Kelas Lereng	Nilai LS
1	0-8	0,40
2	8-15	1,40
3	15-25	3,10
4	25-40	6,80
5	> 40	9,50

Sumber Kirinoto 2003 dalam tunas 2005

2.3. Indeks Pengelolaan Tanaman (C)

Angka pembandingan yang didapatkan dari selisih besar erosi pada cara bercocok tanam tertentu dengan, perlakuan rotasi dengan kondisi lahan yang hanya ditanami oleh satu jenis komoditas secara terus menerus. Untuk menentukan nilai faktor C digunakan indeks dalam Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Indeks Faktor C (Pengelolaan Tanaman)

No	Macam Pengelolaan Tanaman	Nilai Faktor C
1	Tanah terbuka/tanpa tanaman	1,0
2	Padi sawah	0,01
3	Tegalan tidak dispesifikasikan	0,7
4	Ubi kayu	0,8
5	Jagung	0,7
6	Kedelai	0,399
7	Kacang tanah	0,2
8	Padi lahan kering	0,561
9	Tebu	0,2
10	Pisang	0,6
11	Kebun campuran	
	• Kerapatan tinggi	0,1
	• Kerapatan sedang	0,2
	• Kerapatan rendah	0,5
12	Perladangan	0,4
13	Hutan alam	
	• Serasah banyak	0,001
	• Serasah kurang	0,005
14	Semak belukar/padang rumput	0,3
15	Ubi kayu + kedelai	0,181
16	Ubi kayu + kacang tanah	0,195
17	Pola tanam tumpang gilir *) + mulsa Jerami	0,079
18	Pola tanaman berurutan **) + mulsa sisa tanaman	0,357
19	Alang-alang murni subur	0,001

Sumber : Sitanala Arsyad, 1989

2.4. Indeks Konservasi (P)

Indeks konservasi (P) merupakan variabel penting dalam mengukur besarnya erosi, bentuk pengelolaan lahan mengacu pada teknik konservasi tanah dan air yang disajikan pada Tabel 4. Hasil dari perkalian variabel-variabel diatas dihasilkan nilai yang mencerminkan besarnya erosi yang terjadi di DAS Ciliwung Kota Bogor yang tidak boleh lebih besar nilainya dari laju pembentukan tanah.

Tabel 4. Nilai Indeks Faktor P (Teknik Konservasi Tanah)

No	Teknik Konservasi Tanah	Nilai P
1	Teras bangku *	
	• Baik	0,04
	• Sedang	0,15
	• Jelek	0,35
2	Teras tak sempurna	0,40
3	Vegetasi penutup / permanen	
	• Baik	0,04
	• Jelek	0,40
4	Hill slide ditch	0,30
5	Pertanaman dengan strip	
	• Kemiringan lereng 0 – 8 %	0,50
	• Kemiringan lereng 9 – 20 %	0,75
	• Kemiringan lereng > 20 %	0,90
6	Mulsa Jerami	
	• 6 ton/ha/th	0,30
	• 3 ton/ha/tahun	0,50
	• 1 ton/ha/tahun	0,80
7	Reboisasi awal	0,30
8	Tanpa Tindakan konservasi tanah *	1,00

Sumber : RTL-RLKT Departemen kehutanan 1985 dan Arsyad 1989

Untuk memberikan gambaran mengenai potensi erosi USDA telah menetapkan klasifikasi

berdasarkan laju erosi yang dihasilkan dalam ton/ha/tahun dan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5.. Klasifikasi Bahaya Erosi

No	Kelas Bahaya Erosi	Laju Erosi Ea (ton/ha/tahun)	Keterangan
1	I	< 15	Sangat ringan
2	II	15 – 60	Ringan
3	III	60 – 180	Sedang
4	IV	180 – 480	Berat
5	V	> 480	Sangat berat

Sumber : Arsyad 2007

Setelah didapatkan besarnya jumlah erosi pertahun, maka dilanjutkan dengan membandingkan dengan kedalaman tanah yang ditentukan menggunakan matriks yang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Kelas Tingkat Bahaya Erosi

Solum Tanah (cm)	Kelas Erosi				
	I	II	III	IV	V
	Erosi (Ton/ha/thn)				
	< 15	15-60	60-480	180-480	> 480
Dalam > 90	SR	R	S	B	SB
Sedang 60-90	0	I	II	III	IV
Dangkal 30-60	R	S	B	SB	SB
Sangat Dangkal < 30	I	II	III	IV	IV
	S	B	SB	SB	SB
	II	III	IV	IV	IV
	B	SB	SB	SB	SB
	III	IV	IV	IV	IV

Sumber; Departemen Kehutanan, Dierktorat Jendral Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan (1998).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data curah hujan yang digunakan dalam kegiatan rehabilitasi lahan dan konservasi tanah DAS Ciliwung meliputi rata-rata tahunan periode 2013 sampai tahun 2022. Nilai curah hujan dalam rentang 10 tahun digunakan sebagai dasar perhitungan erosivitas yang merupakan satu faktor utama terjadinya erosi dengan nilai 3292,7 mm.

Nilai erodibilitas tanah menggambarkan kepekaan jenis tanah terhadap erosi, tanah dengan nilai K yang tinggi akan mudah tererosi karena memiliki tekstur tanah yang halus. Tanah dengan nilai K rendah sebaliknya memiliki tekstur tanah yang kasar sehingga sulit tererosi. Adapun jenis tanah pada wilayah kajian disajikan pada Tabel 7.

Typic Dystrudept merupakan jenis tanah terluas di wilayah kajian dengan luas 163,01 ha. Tanah ini terbentuk hasil erupsi Gunung Api Salak dengan ciri warna tanah merah sampai dengan merah kecoklatan, lapisan tanah yang tebal sampai dengan 300 cm. Tekstur tanah dengan kandungan liat montmorilonit memiliki ciri tanah lengket ketika jenuh air dan akan retak ketika kekurangan air.

Tabel 7. Jenis Tanah dan Nilai K

No	Jenis Tanah	Nilai K	Area (ha)
1	Typic Fluvaquents	0,2	4,50
2	Fluventic Eutrudepts	0,31	12,70
3	Typic Dystrudepts	0,26	163,01
4	Oxic Dystrudepts	0,16	9,9

Sumber : Hasil Analisis 2022

Tanah dengan luas tersempit *Typic Fluvaquents* dengan luas 4,50 ha merupakan tanah yang belum mengalami perubahan mineral pada strukturnya. Tanah jenis ini dicirikan bertekstur kasar dengan pasir yang dominan, struktur lepas dan tersebar pada bagian lereng bawah seperti pinggir sungai dan bawah bukit. Jenis tanah ini terbentuk pada lahan yang sesekali tergenang oleh air ketika terjadi luapan sungai atau transportasi air dari bagian lereng atas menuju bawah lereng.

Fluventic Dystrudept dengan luas 12,70 ha merupakan jenis tanah hasil erupsi gunung api yang telah mengalami perkembangan tekstur dan strukturnya, dicirikan dengan peningkatan kandungan mineral liat pada lapisan pengendapan. Posisi tanah berada pada bagian bawah lereng atau daerah cekungan yang sesekali tergenangi oleh air. *Oxic Dystrudepts* dengan luas 9,9 ha dengan bahan induk vulkanik yang telah mengalami proses disintegrasi sehingga bewarna agak terang mulai dari merah kekuningan sampai dengan merah orange. Warna tanah merupakan salah satu indikator tingginya mineral besi (Fe) dan Aluminium (AL) sebagai salah satu penyebab tanah kurang subur.

Indeks kemiringan dan panjang lereng (LS) mempengaruhi laju erosi di DAS Ciliwung Kota Bogor, semakin panjang suatu lereng maka semakin besar laju erosinya. Dari hasil analisis kelas lereng dan luasan lahannya disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Kemiringan Lereng dan Nilai LS

No	Kemiringan Lereng (%)	Nilai LS	Area (ha)
1	0 - 8	0,4	127,16
2	8 - 15	1,4	60,69
3	15 - 25	3,1	2,24

Sumber : Hasil Analisis 2022

Faktor manajemen pengelolaan tanaman dan konservasi (CP) merupakan angka perbandingan erosi dari lahan yang ditanami suatu jenis tanaman dengan erosi akibat tidak ada tanaman. Wilayah DAS Ciliwung Kota Bogor sebagian besar merupakan lahan terbangun dengan lahan budidaya yang sempit. Pemilihan komoditas yang ditanami sangat tidak variatif, untuk

pertanian dimanfaatkan sebagai padi sawah yang berotasi dengan pertanian lahan kering. Untuk lahan tanpa saluran irigasi atau pengairan yang teratur, umumnya dimanfaatkan untuk ditanami singkong. Jenis penggunaan lahan dan nilai manajemen pengelolaannya disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Manajemen Pengelolaan Tanaman (CP)

No	Jenis Penggunaan Lahan	Nilai CP	Area (ha)
1	Kebun Campuran	0,2	0,041
2	Tanah Kosong	0,1	0,52
3	Tegalan	0,7	189,53

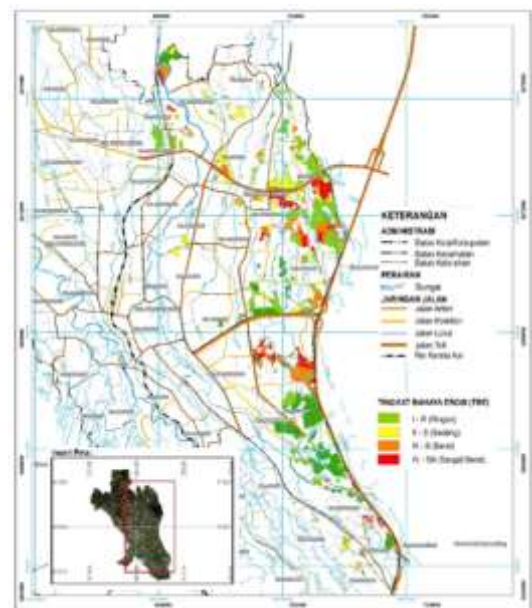
Sumber : Hasil Analisis 2022

Perhitungan tingkat bahaya erosi dilakukan dengan melakukan analisis tumpang susun seluruh variabel erosi dalam rumus USLE disajikan pada Tabel 10 dan Gambar 3. Analisis TBE yang dilakukan menghasilkan empat kelas yaitu ringan, sedang, berat dan sangat berat dengan tiga jenis penutup lahan. kelas bahaya erosi berat merupakan kelas terluas dengan luas 131,95 ha. Kelas bahaya tersempit dengan luas 0,01 ha merupakan kelas ringan.

Tabel 10.. Tingkat Bahaya Erosi DAS Ciliwung Kota Bogor

No	Kelas Bahaya Erosi	Kelas Tingkat Bahaya Erosi	Penggunaan Lahan	Besarnya Erosi (to/ha/th)	Luas (ha)
1	II	III-B	Kebun campuran	0,54	0,01
2	III	III-B	Kebun campuran	3,02	0,03
3	IV	III-B	Tegalan	22,16	12,12
			Tegalan	5,07	107,62
4	V	IV-SB	Tanah Kosong	15,7	0,52
			Tegalan	68,39	45,47
Total					190,10

Sumber : Hasil Analisis 2022



Gambar 3. Peta Tingkat Bahaya Erosi (TBE) DAS Ciliwung Kota Bogor

DAS Ciliwung Kota Bogor berada pada kelas Kelas TBE ringan dengan nilai A 0,54,ton/ha/tahun dengan dua jenis penggunaan lahan lahan. Jenis penggunaan lahan kebun campuran dengan luas 0,001 ha lokasi lahan berada di Kelurahan Sukaresmi disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Lahan dengan Nilai TBE ringan

Kelas TBE sedang dengan nilai A 22,16 ton/ha/tahun dengan penutupan lahan berupa tegalan seluas 2,44 ha berlokasi di Kelurahan Kedung Halang disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Lahan dengan Nilai TBE Sedang

Kelas TBE berat dengan nilai A 52,24 ton/ha/tahun dengan penutupan lahan berupa tegalan seluas 3,2 ha berlokasi di Kelurahan Katulampa disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Lahan dengan Nilai TBE Berat

Kelas TBE sangat berat dengan nilai A 68,39 ton/ha/tahun dengan penutupan lahan berupa

tegalan seluas 1,36 ha dalam kondisi terbuka tahap awal penanaman singkong. Lahan dengan TBE sangat berat diantaranya berlokasi di Kelurahan Katulampa disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Lahan dengan Nilai TBE Sangat Berat

Temuan dilapangan:

Petani jambu klutuk di Kelurahan Kedung Halang mengaplikasikan teknik tumpang sari antara tanaman jambu air dengan singkong. Singkong ditanami di sela-sela pohon jambu. Petani menilai ini untuk meningkatkan pendapatan, tetapi di saat bersamaan menjaga tanah menjadi lestari disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Pola Tanam Tumpang sari

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. KESIMPULAN

Tingkat bahaya erosi DAS Ciliwung Kota Bogor teridentifikasi seluas 190,10 ha dan terbagi menjadi empat kelas, yaitu ringan, sedang, berat dan sangat berat. Masing-masing luas kelas TBE, yaitu 0,01 ha , 12,15 ha , 131,95 ha, dan 45,95 ha. Jumlah sedimentasi pada masing-masing nilai A 0,54 ton/ha/tahun, 25,18 ton/ha/tahun, 57,31 ton/ha/tahun dan 84,09 ton/ha/tahun.

Lahan yang mengalami erosi tinggi merupakan jenis penggunaan lahan lahan pertanian yang sedang dalam kondisi tidak ditanami atau lahan kosong terlantar. Perbaikan lahan diarahkan metode vegetatif dan mekanik, dilakukan penanaman pohon dan perbaikan dinding sungai. Pentingnya aplikasi tanaman penutup tanah untuk mengurangi laju air dipermukaan tanah dan mengurangi sedimentasi.

4.2. SARAN

Pada lahan dengan nilai A besar diperlukan prioritas perbaikan lahan dengan metode mekanik dan vegetatif sesuai dengan kaidah konservasi tanah dan air. Pengurangan laju air sungai dapat mengurangi proses gerusan dinding sungai sehingga potensi kerusakan lahan akan berkurang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arsyad, S. (2010). Konservasi Tanah dan Air. UPT Produksi Media Informasi. Institut Pertanian Bogor, IPB Press. Bogor.
- [2] Asdak, C. [2007]. Hidrologi dan Pengelolaan DAS. Yogyakarta (ID). Gajah Mada Univ. Press.
- [3] Hardjowigeno, S. Widiatmaka. [2007]. Evaluasi Kesesuaian Lahan dan Perencanaan Tata Guna Lahan. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- [4] Hardjowigeno, S. (2010). Ilmu Tanah. Akademika Presindo. Jakarta.
- [5] Kementerian Kehutanan dan Lingkungan Hidup (2018). Tata Cara Pelaksanaan Kegiatan Pendukung, Pemberian Insentif, serta Pembinaan dan Pengendalian Kegiatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan.
- [6] Nama, A. (2016). Analisis Tingkat Bahaya Erosi dan Arah Konservasi Lahan dengan Aplikasi GIS di DAS Manikin. *Jurna Teknik Pengairan*, Vol 7, No 2, Desember 2016 halaman 205-215.
- [7] Silalahi, R. (2017). Pemetaan Tingkat Bahaya Erosi Sub DAS Petani Sumatera Utara. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*. Vol 5, No 1, Januari 201127 (24): 185-193. E-ISSN No 2337-6597.
- [8] Soil Survey Staff. [2014]. Key To Soil Taxonomy. NRCS-USDA. Washington DC.
- [9] Subardja, D. S. Ritung, M. Anda, Sukarman, E. Suryani, dan R.E. Subandiono. [2014]. Petunjuk Teknis Klasifikasi Tanah Nasional. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor. 22 hal.