Jurnal Pertanian Kepulauan (JPK) eISSN 2962-7796

Analisis Tingkat Bahaya Erosi dan Arahan Rehabilitasi Lahan di DAS Wai Batu Gajah, Kota Ambon

Analysis of Erosion Hazard Levels and Land Rehabilitation Strategies in the Wai Batu Gajah Watershed, Ambon City

Sahabudin Pelu[1], Silwanus Talakua[1*], Rafael M. Osok[1]
[1] Program Studi Ilmu Tanah, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Pattimura Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka, Ambon 97233

Vol. 10, No.:1, Maret 2026
DOI:
10.30598/jpk.2026.10.1.39

Received: January 07, 2026
Accepted: March, 10, 2026
Online publication: March, 20 2026

* Corresponding author:
rafael.osok@lecturer.unpatti.ac.id

Abstract

This study assessed erosion hazard levels and developed land rehabilitation recommendations for the Wai Batu Gajah Watershed, Ambon City. A land-unit survey and the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) were used to estimate erosion, followed by correction using an island-region erosion model. The study examined watershed physical characteristics, land cover changes, and
factors associated with erosion. The very light erosion hazard class covered the largest area, at 300.91 ha (46.88%), followed by moderate (17.24%), high (13.96%), light (11.45%), and very high (10.48%) classes. The high and very high classes together accounted for 24.44% of the watershed and were identified as rehabilitation priorities. Factors discussed in relation to erosion included steep slopes, erosion-prone Eutric Cambisols (Lithic Eutrudepts), and a decline in forest cover from 215.70 ha in 1998 to 58.88 ha in 2010 as land was converted to settlements and agriculture. Recommended measures included reforestation, agroforestry, and cover crops, together with structural soil and water conservation measures in residential areas. These recommendations provide a basis for planning land rehabilitation in the Wai Batu Gajah Watershed.

Keywords*:* erosion hazard level, land cover change, land rehabilitation, soil and water conservation, Wai Batu Gajah watershed.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menganalisis tingkat bahaya erosi (TBE) dan merumuskan arahan rehabilitasi lahan di DAS Wai Batu Gajah, Kota Ambon. Penelitian mencakup analisis kondisi fisik DAS, perubahan tutupan lahan, dan faktor yang berkaitan dengan erosi menggunakan metode RUSLE. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelas TBE sangat ringan mencakup wilayah terluas, yaitu 300,91 ha (46,88%), diikuti kelas sedang (17,24%), tinggi (13,96%), ringan (11,45%), dan sangat tinggi (10,48%). Kelas tinggi dan sangat tinggi mencakup 24,44% wilayah DAS dan menjadi prioritas rehabilitasi. Faktor yang dibahas dalam kaitannya dengan erosi meliputi lereng curam, tanah Kambisol Eutrik yang peka terhadap erosi, serta penurunan luas hutan dari 215,70 ha pada 1998 menjadi 58,88 ha pada 2010 akibat perubahan penggunaan lahan menjadi permukiman dan pertanian. Arahan rehabilitasi mencakup reboisasi, agroforestri, dan penanaman tanaman penutup tanah, serta metode mekanis di kawasan permukiman. Arahan ini dapat digunakan sebagai bahan perencanaan rehabilitasi lahan di DAS Wai Batu Gajah.

Kata kunci: DAS Wai Batu Gajah, konservasi tanah dan air, rehabilitasi lahan, tingkat bahaya erosi, tutupan lahan.

Laman : https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/jpk/article/view/24252

PENDAHULUAN

PENDAHULUAN

Daerah aliran sungai (DAS) merupakan wilayah daratan yang mencakup sungai dan anak-anak sungainya serta berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air hujan secara alami menuju danau atau laut. Batas DAS di daratan ditentukan oleh pemisah topografi, sedangkan batas di laut mencakup perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (PP No. 37, 2012). Pengelolaan DAS perlu memperhatikan hubungan antara kondisi biofisik dan kegiatan sosial ekonomi masyarakat di dalamnya (PERMENHUT P.61, 2014) .

Wilayah hulu, tengah, dan hilir DAS saling berkaitan dengan perubahan di bagian hulu yang dapat memengaruhi kondisi biofisik wilayah tengah dan hilir (Fitri et al., 2022). Tanah, vegetasi, air, topografi, dan aktivitas manusia merupakan komponen yang saling memengaruhi dalam DAS. Karena itu, pengelolaan bagian hulu perlu mengutamakan perlindungan dan konservasi untuk menjaga fungsi hidrologis serta mengurangi risiko kerusakan lingkungan di hilir (Ridwan & Sarjito, 2024; Fadjarajani et al., 2021; Nuraida, 2019).

Pertumbuhan penduduk dan pemanfaatan sumber daya alam yang kurang memperhatikan konservasi menambah tekanan terhadap DAS di Indonesia. Kondisi ini dapat meningkatkan risiko banjir, kekeringan, penurunan aliran dasar sungai (base flow), sedimentasi, longsor, dan erosi yang melampaui batas toleransi (Cahyo et al., 2023; Alsa et al., 2023 ; Osok et al., 2018) . Erosi mengangkut lapisan tanah atas (topsoil) yang subur dan dapat menurunkan produktivitas lahan. Material tanah yang terbawa aliran kemudian dapat mengendap dan menyebabkan pendangkalan badan air (Kurniasih et al., 2025; Tupanno et al., 2023 ; (Wariunsora et al., 2020).

DAS di Kota Ambon rentan terhadap kerusakan lingkungan. Sebagian besar DAS di Pulau Ambon berukuran kecil, umumnya kurang dari 1.500 ha, dengan bentang alam perbukitan hingga pegunungan. Sekitar 73% wilayah pulau ini memiliki lereng sedang hingga curam sehingga lahan datar untuk pembangunan relatif terbatas. Curah hujan tinggi, tanah dangkal hingga sedang, serta bahan induk yang labil dan mudah tererosi turut memengaruhi kerentanan wilayah. Perubahan tutupan lahan pada kondisi tersebut dapat meningkatkan risiko erosi, longsor, dan sedimentasi.

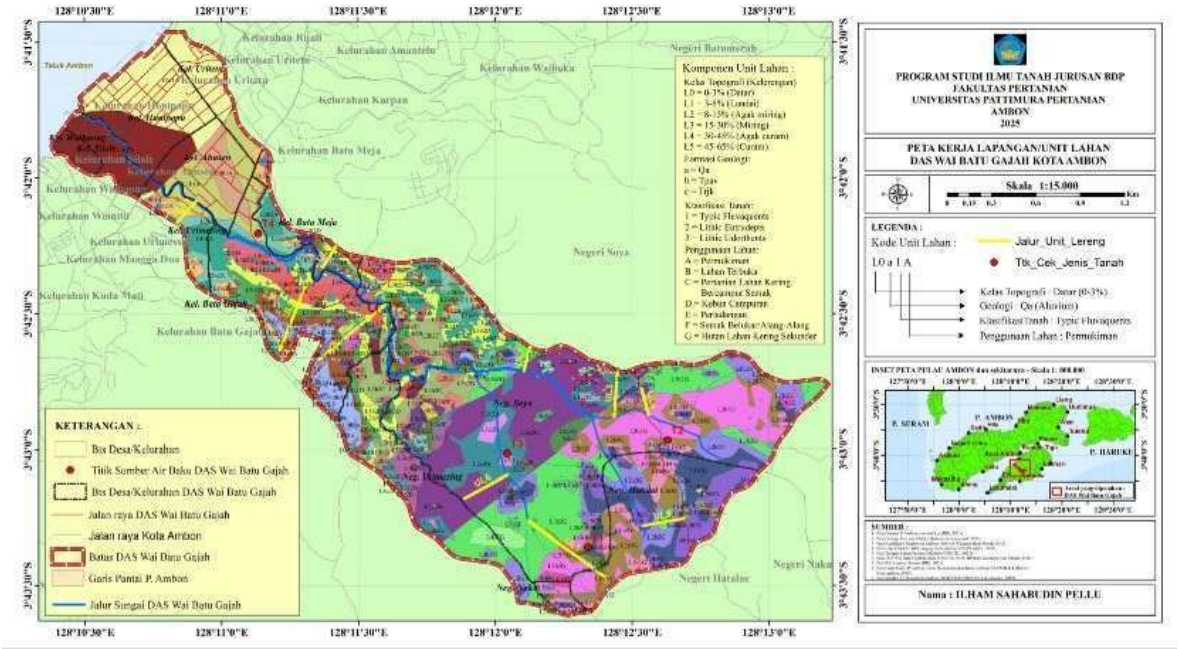
DAS Wai Batu Gajah mengalami perubahan penggunaan lahan. Luas tutupan hutan menurun dari 215,70 ha pada 1998 menjadi 58,88 ha pada 2010. Pada periode 2009–2012, luas hutan lahan kering sekunder berkurang sekitar 5,7%, sedangkan semak belukar bertambah sekitar 60 ha atau 11%. Perubahan ini dikaitkan dengan pertumbuhan penduduk, perluasan permukiman, dan pembukaan lahan budidaya. Kerusakan lahan di DAS Wai Batu Gajah berkaitan dengan perubahan penggunaan lahan, kondisi geografis, dan kemiringan lereng. Sekitar 64,66% wilayah DAS memiliki kemiringan di atas 30%. Lereng curam dapat mempercepat limpasan permukaan dan meningkatkan risiko erosi, terutama ketika tutupan vegetasi berkurang. Bahan induk berupa material lepas (loose material) juga dapat memengaruhi kerentanan tanah terhadap pengikisan. Besarnya infiltrasi dan limpasan permukaan bergantung pada sifat tanah, vegetasi, dan intensitas hujan.

Perluasan permukiman, termasuk kompleks BTN Talaga Raja di bagian tengah DAS Wai Batu Gajah, dikaitkan dengan perubahan hutan sekunder menjadi kawasan terbangun dan lahan budidaya. Berkurangnya tutupan hutan dan bertambahnya permukaan kedap air dapat mengurangi resapan air hujan serta meningkatkan limpasan permukaan. Aliran tersebut berpotensi mengangkut sedimen ke wilayah hilir. Limbah domestik dari permukiman juga dapat menambah tekanan terhadap kualitas air. Namun, pengaruhnya terhadap debit mata air dan pencemaran logam berat di lokasi ini masih memerlukan pengukuran dan analisis. Pengelolaan DAS Wai Batu Gajah memerlukan informasi tentang kondisi biofisik dan tingkat kerusakan lahannya. Penelitian ini bertujuan menganalisis tingkat bahaya erosi dan merumuskan arahan rehabilitasi lahan di DAS tersebut. Hasilnya diharapkan menjadi bahan perencanaan konservasi tanah dan air yang sesuai dengan kondisi lahan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di DAS Wai Batu Gajah, Kota Ambon, Provinsi Maluku (Gambar 1). Kegiatan penelitian meliputi persiapan, orientasi lapangan, pengumpulan data primer dan sekunder, serta pengolahan dan analisis data. Tahap persiapan mencakup pengumpulan data iklim, penelusuran pustaka, dan penyusunan peta kerja. Peta kerja dibuat dengan menumpangsusunkan (overlay) peta jenis tanah, geologi, kelerengan, dan penggunaan lahan. Hasilnya berupa peta satuan lahan yang digunakan sebagai dasar pengamatan lapangan.

Bahan kimia yang digunakan di lapangan meliputi hidrogen peroksida (H_2O_2 10%) untuk mengidentifikasi bahan organik tanah dan asam klorida (HCl 10%) untuk menguji kandungan kapur ($CaCO_3$). Peralatan yang digunakan meliputi Abney level, pH meter, bor tanah, ring sampler, cangkul, sekop, pisau lapang, kompas bidik, Munsell Soil Color Chart (Munsell Color, 1994), pita ukur 50 m, dan kantong plastik sampel. Data spasial diolah menggunakan ArcGIS versi 10.8 (Kne, 2022).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian dan satuan lahan DAS Wai Batu Gajah

Variabel Pengamatan dan Prosedur Lapangan

Penelitian menggunakan metode survei dengan pendekatan satuan lahan. Pengamatan dilakukan pada jalur yang telah direncanakan dan mencakup geologi, curah hujan, kemiringan lereng, sifat fisik tanah, serta penggunaan lahan. Data curah hujan bulanan periode 2012–2022 diperoleh dari Stasiun Meteorologi BMKG Pattimura Ambon. Pengamatan lahan dan deskripsi profil tanah mengacu pada (Sukarman et al., 2017), sedangkan penentuan jenis tanah (Subardja Djaja S et al., 2014) .

Faktor panjang dan kemiringan lereng (LS) ditentukan melalui pengukuran transek pada 10 unit lereng yang terdiri atas 43 segmen (Gambar 2). Unit tersebut dipilih untuk mewakili kondisi lereng di DAS Wai Batu Gajah. Panjang segmen diukur menggunakan pita ukur, sedangkan kemiringannya diukur dengan Abney level. Nilai LS setiap segmen dirata-ratakan menurut kelas kelerengan untuk memperoleh nilai yang digunakan pada masingmasing satuan lahan.

Faktor pengelolaan tanaman (C) dan tindakan konservasi tanah (P) ditentukan berdasarkan penggunaan lahan serta praktik konservasi yang ditemukan di lapangan. Laju erosi dihitung setelah nilai R, K, LS, C, dan P diperoleh. Hasilnya kemudian dikoreksi menggunakan model erosi wilayah kepulauan (Talakua & Osok, 2017) dan digunakan untuk menetapkan kelas tingkat bahaya erosi. Arahan rehabilitasi disusun berdasarkan kelas bahaya erosi dan faktor yang memengaruhinya.



Gambar 2. Transek pengukuran segmen lereng di lapangan

Analisis Data

Laju erosi tanah (A) diduga menggunakan Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) (Renard et al., 1997) . Model ini menggabungkan erosivitas hujan (R), erodibilitas tanah (K), panjang lereng (L), kemiringan lereng (S), pengelolaan tanaman (C), dan tindakan konservasi tanah (P), dengan persamaan berikut:

$$\mathbf{A = R \times K \times L \times S \times C \times P} \quad \text{..... 1)}$$

Keterangan:

A = besarnya erosi (ton/ha/thn)

R = indeks erosivitas hujan
K = faktor erodibilitas tanah
L = faktor panjang lereng
S = faktor kemiringan lereng
C = faktor pengelolaan tanaman atau tutupan lahan
P = faktor tindakan konservasi tanah

Faktor panjang dan kemiringan lereng (LS) ditentukan melalui pengukuran transek pada 10 unit lereng yang terdiri atas 43 segmen (Gambar 2). Unit tersebut dipilih untuk mewakili kondisi lereng di DAS Wai Batu Gajah. Panjang segmen diukur menggunakan pita ukur, sedangkan kemiringannya diukur dengan Abney level. Nilai LS setiap segmen dirata-ratakan menurut kelas kelerengan untuk memperoleh nilai yang digunakan pada masingmasing satuan lahan.

a) Faktor Erosivitas Hujan (R)

Erosivitas hujan (R) menunjukkan daya hujan dalam melepaskan partikel tanah dan memicu erosi. Nilai erosivitas hujan dihitung menggunakan (Wang et al., 2024) sebagai berikut:

$$\mathbf{RM = 2{,}21\ (Rain)^{1{,}36}\ (Rain)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ 2)$$

Keterangan:
RM = erosivitas hujan bulanan.
Rain = curah hujan bulanan (cm).
Nilai erosivitas hujan tahunan diperoleh dengan menjumlahkan nilai erosivitas bulanan selama satu tahun.

b. Faktor Erodibilitas Tanah (K)

Erodibilitas tanah (K) menunjukkan kepekaan tanah terhadap erosi. Nilainya dipengaruhi oleh tekstur, bahan organik, struktur, dan permeabilitas tanah. Faktor K dihitung menggunakan persamaan (Wischmeier & Smith, 1978) sebagai berikut:

$$K= [2{,}1(10^{-4})M^{1{,}14}(12-OM) + 3{,}25\ (s-2) + 2{,}5\ (p-3)]/100 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ 3)$$

Keterangan
:
K = nilai faktor erodibilitas tanah,
M = (% pasir sangat halus + % debu) × (100 – % liat)
OM = persen bahan organik, s = kode struktur tanah, p = kelas permeabilitas profil tanah.

c. Faktor Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

Faktor panjang dan kemiringan lereng (LS) ditentukan berdasarkan peta kelerengan dan pengukuran lapangan. Lereng dibagi menjadi beberapa segmen karena kemiringannya tidak seragam. Perhitungan mengacu pada metode lereng tidak seragam (irregular slope) dari Wischmeier & Smith, (1978) , sebagai berikut:

$$\mathbf{LSi = (X/22{,}13)\ m\ (10{,}8\ Sin\emptyset + 0{,}03)\ [i - (i-1)] / N \quad s < 9\ \%}$$

$$\mathbf{LSi = (X/22{,}13)\ (Sin\emptyset / 0.0896)\ [i - (i-1)] / N \quad s \geq 9\ \%}$$

$$\mathbf{FKT = [i - (i-1)] / N} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ 4$$

d) Faktor Pengelolaan Tanaman (C) dan Faktor Tindakan Konservasi (P)

Nilai faktor pengelolaan tanaman (C) dan tindakan konservasi tanah (P) ditentukan berdasarkan tutupan lahan dan praktik konservasi yang diamati di lapangan. Nilai indeksnya mengacu pada (Renard et al., 1997; Talakua, 2016).

HASIL

Letak Geografis Lokasi Penelitian

DAS Wai Batu Gajah terletak di Kecamatan Sirimau, Kota Ambon, dengan luas sekitar 641,87 ha dan panjang sungai utama 3.100 m (BPDAS, 2019). Sungai ini melewati kompleks militer, permukiman, pertokoan, dan rumah ibadah sebelum bermuara di Teluk Ambon. DAS ini berada pada koordinat 3°41′49″–3°43′49″ LS dan 128°10′34″–128°12′22″ BT. Wilayahnya berbatasan dengan Desa Kilang di timur, Teluk Ambon di barat, Desa Mahia di selatan, dan Kelurahan Karang Panjang di utara. Bagian hulu mencakup petuanan Negeri Soya, Negeri Hatalai, dan Negeri Urimesseng. Bagian tengah meliputi Kelurahan Batu Gajah dan Batu Meja, sedangkan bagian hilir mencakup Kelurahan Urimessing, Ahusen, Honipopu, Waihaong, Silale, dan Uritetu.

Fisiografi dan Topografi

DAS Wai Batu Gajah memiliki bentang alam perbukitan dengan enam kelas kelerengan, yaitu datar (0–3%), landai (3–8%), agak miring (8–15%), miring (15–30%), agak curam (30–45%), dan curam (45–65%). Bagian hulu didominasi lereng agak curam hingga curam, sedangkan bagian hilir cenderung landai. Di bagian tengah, kemiringan lereng mencapai 55%. **Geologi dan Bahan Induk**

Berdasarkan Peta Geologi Lembar Ambon skala 1:250.000 (Tjokrosapoetro et al., 1993), satuan batuan yang dibahas meliputi aluvium (Qa), Batuan Gunungapi Ambon (Tpav), dan Formasi Kanikeh (Rjk). Endapan aluvium di bagian hilir DAS Wai Batu Gajah berupa material lepas yang terdiri atas kerakal, kerikil, pasir, lanau, lempung, dan sisa tumbuhan. Sifat bahan induk berbeda menurut komposisi dan ukuran butirnya. Material bertekstur kasar cenderung lebih mudah meloloskan air dibandingkan material halus. Kerentanannya terhadap erosi juga dipengaruhi oleh ikatan antarpartikel, kestabilan agregat, tutupan lahan, dan aliran air.

Iklim

Data iklim diperoleh dari Stasiun Meteorologi BMKG Pattimura Ambon untuk periode 2014–2023, meliputi temperatur udara, curah hujan, jumlah hari hujan, dan kelembapan relatif. Hasil analisis menunjukkan rata-rata 10,2 bulan basah dan 1,2 bulan kering per tahun. Menurut klasifikasi Schmidt & Ferguson, (1951) , nilai Q dihitung dari perbandingan rata-rata bulan kering terhadap bulan basah. Nilai Q sebesar 11,76% atau 0,118 menempatkan wilayah penelitian pada tipe iklim A (sangat basah).

Jenis Tanah

Jenis tanah ditentukan melalui pengamatan morfologi profil tanah, kemudian diklasifikasikan menurut (D. Subardja et al., 2014) dan dipadankan dengan (Staff, 2014). Tiga satuan tanah yang ditemukan ialah Kambisol Eutrik (Lithic Eutrudepts) seluas 431,40 ha (67,21%), Aluvial Eutrik (Typic Fluvaquents) seluas 115,90 ha (18,06%), dan Arenosol Kambik (Typic Udipsamments) seluas 94,58 ha (14,74%).

Penggunaan Lahan

Tutupan dan penggunaan lahan merupakan faktor yang memengaruhi erosi di DAS Wai Batu Gajah. Berdasarkan analisis spasial, penggunaan lahannya meliputi permukiman, lahan terbuka, pertanian lahan kering bercampur semak, kebun campuran, tegalan atau perladangan, semak belukar atau alang-alang, serta hutan lahan kering sekunder.

Tingkat Bahaya Erosi

Hasil analisis faktor erosi dan tingkat bahaya erosi menggunakan RUSLE di DAS Wai Batu Gajah diuraikan sebagai berikut.

a. Erosivitas Hujan (R)

Berdasarkan data curah hujan periode 2012–2022 dari Stasiun Meteorologi BMKG Pattimura Ambon, nilai indeks erosivitas hujan (R) mencapai 3.112,09. Dalam naskah sumber, nilai ini dikategorikan sangat tinggi. **b. Erodibilitas Tanah (K)**

Nilai erodibilitas tanah (K) dihitung berdasarkan proporsi pasir sangat halus, debu dan liat, kandungan bahan organik, struktur, serta permeabilitas tanah. Hasil analisis laboratorium dan perhitungan menunjukkan bahwa Kambisol memiliki nilai K tertinggi, sedangkan Arenosol dan Aluvial memiliki nilai K rendah. Ketiganya bertekstur lempung berpasir, memiliki permeabilitas sangat cepat, dan kandungan C-organik sangat rendah. Perbedaan yang dijelaskan terdapat pada struktur tanah: Arenosol berstruktur granuler sangat halus, Aluvial granuler halus, dan Kambisol granuler sedang.

c. Faktor Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

Nilai LS ditentukan melalui pengukuran 43 segmen pada 10 unit lereng. Rata-rata nilai LS meningkat dari kelas datar (0–3%), landai (3–8%), agak miring (8–15%), miring (15–30%), agak curam (30–45%), hingga curam (45–60%).

d. Nilai Faktor C dan P

Tujuh tipe penggunaan lahan digunakan sebagai dasar penentuan faktor pengelolaan tanaman (C). Berdasarkan pengamatan, tindakan konservasi tanah dan air yang terencana belum ditemukan pada seluruh satuan lahan penelitian. Nilai faktor P ditetapkan sebesar 1,0.

Tingkat Bahaya Erosi Berdasarkan Satuan Lahan

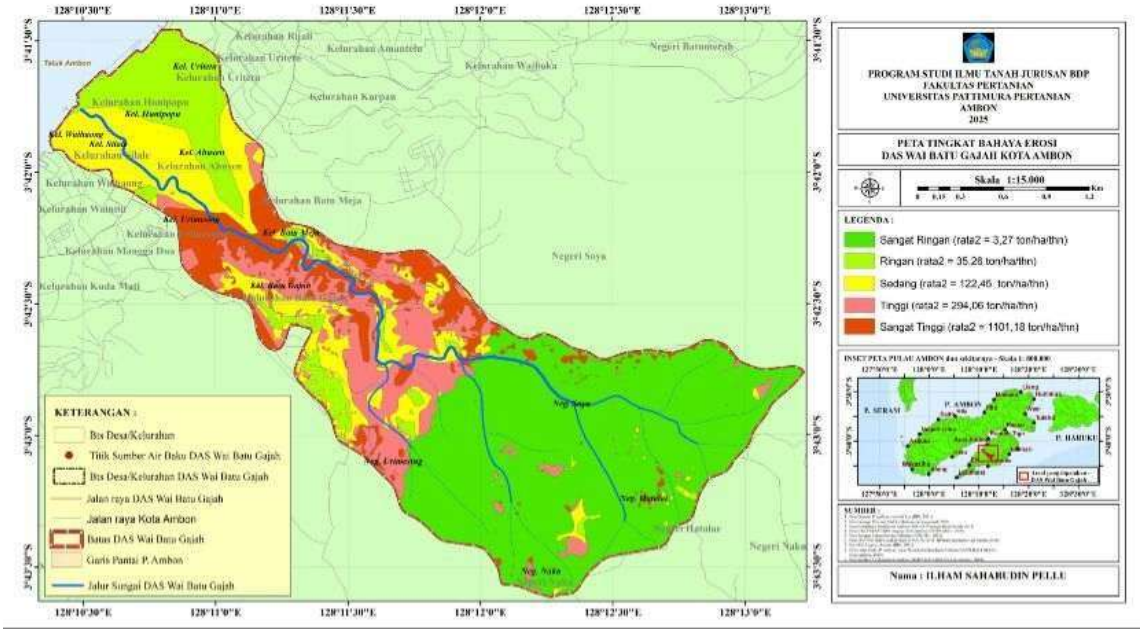
Hasil pendugaan laju erosi dan penetapan tingkat bahaya erosi pada 82 satuan lahan disajikan dalam Tabel 1. Sebarannya ditunjukkan pada Gambar 2.

Tabel 1. Tingkat bahaya erosi di DAS Wai Batu Gajah

No.	Tingkat Bahaya Erosi (TBE)	Unit Lahan	Ha	%
1	Sangat Ringan	L0a2G, L0b2G, L0c2G, L0b1D, L0b3G, L3b2G, L3c2G, L3b3G, L3c3G, L1b2G, L1c2G, L1b3G, L4b2G, L4c2G, L4b3G, L2b2G, L2c2G, L2c3G, L2b3G.	300,91	46,88
2	Ringan	L0b2D, L0b2E, L0b2C, L0c2C, L0b2F, L0a1A, L0b1A, L0b3B, L0b3A, L1b1D, L1b3E.	73,51	11,45
3	Sedang	L0b2B, L0c2B, L0a2A, L0b2A, L0c2A, L3b3E, L1b2D, L1b2E, L1b2C, L1c2C, L1b2F, L1a1A, L1b1A, L1b3B, L1b3A, L2b2D, L2b3E.	110,64	17,24
4	Tinggi	L3b2D, L3b2C, L3c2C, L3b2F, L3c2F, L3b3A, L1b2B, L1b2A, L1c2A, L4b2D, L2b2E, L2b2C, L2c2C, L2b2F, L2c2F, L2b3B, L2b3A.	89,58	13,96
5	Sangat Tinggi	L3b2B, L3c2B, L3b2E, L3b2A, L3c2A, L4b2B, L4b2E, L4b2A, L4b2C, L4c2C, L4b2F, L4b3A, L5b2D, L5b2A, L2b2B, L2c2B, L2b2A, L2c2A	67,24	10,48
	Total		641,87	100,00

Sumber: Data Hasil Penelitian 2025

Wilayah penelitian seluas 641,87 ha terbagi dalam lima kelas TBE, yaitu sangat ringan, ringan, sedang, tinggi, dan sangat tinggi (Tabel 1; Gambar 2).



Gambar 2. Peta tingkat bahaya erosi di DAS Wai Batu Gajah, Kota Ambon

1. Tingkat Bahaya Erosi Sangat Ringan

Kelas TBE sangat ringan mencakup 300,91 ha atau 46,88% wilayah penelitian. Kelas ini tersebar pada satuan lahan L0a2G, L0b2G, L0c2G, L0b1D, L0b3G, L3b2G, L3c2G, L3b3G, L3c3G, L1b2G, L1c2G, L1b3G, L4b2G, L4c2G, dan L4b3G. Kelas ini memiliki lereng datar hingga landai dan vegetasi alami yang rapat. **2. Tingkat Bahaya Erosi Ringan**

Kelas TBE ringan mencakup 73,51 ha atau 11,45% wilayah penelitian, yaitu pada satuan lahan L0b2D, L0b2E, L0b2C, L0c2C, L0b2F, L0a1A, L0b1A, L0b3B, L0b3A, L1b1D, dan L1b3E. Wilayah ini memiliki lereng datar hingga agak landai dan digunakan untuk pertanian lahan kering atau kebun campuran.

3. Tingkat Bahaya Erosi Sedang

Kelas TBE sedang mencakup 110,64 ha atau 17,24% wilayah penelitian. Kelas ini tersebar pada satuan lahan L0b2B, L0c2B, L0a2A, L0b2A, L0c2A, L3b3E, L1b2D, L1b2E, L1b2C, L1c2C, L1b2F, L1a1A, L1b1A, L1b3B, L1b3A, L2b2D, dan L2b3E. Wilayah ini memiliki lereng agak miring hingga miring dengan kegiatan budidaya intensif.

4. Tingkat Bahaya Erosi Tinggi

Kelas TBE tinggi mencakup 89,58 ha atau 13,96% wilayah penelitian. Sebarannya meliputi satuan lahan L3b2D, L3b2C, L3c2C, L3b2F, L3c2F, L3b3A, L1b2B, L1b2A, L1c2A, L4b2D, L2b2E, L2b2C, L2c2C, L2b2F, L2c2F, dan L2b3A. Wilayah ini memiliki lereng curam, tajuk jarang, dan pengolahan tanah pada lereng terjal.

5. Tingkat Bahaya Erosi Sangat Tinggi

Kelas TBE sangat tinggi mencakup 67,24 ha atau 10,48% wilayah penelitian. Kelas ini tersebar pada satuan lahan L4b2B, L4b2E, L4b2A, L4b2C, L4c2C, L4b2F, L4b3A, L5b2D, L5b2A, L2b2B, L2c2B, L2b2A, dan L2c2A. Wilayah ini memiliki lereng curam hingga sangat curam, solum dangkal, dan kegiatan budidaya intensif tanpa konservasi.

PEMBAHASAN

Kondisi Lahan dan Tingkat Bahaya Erosi

Hasil pendugaan menunjukkan perbedaan tingkat bahaya erosi antar satuan lahan. Dalam naskah ini, perbedaan tersebut dibahas berdasarkan kondisi lereng, sifat tanah, tutupan vegetasi, dan tindakan konservasi. Lereng yang lebih curam dapat mempercepat limpasan permukaan dan meningkatkan daya angkut tanah. Tutupan vegetasi yang rapat membantu mengurangi pukulan butir hujan dan memperlambat aliran di permukaan tanah. Kambisol memiliki nilai K tertinggi di antara tiga jenis tanah yang diamati. Hasil ini menjadi pertimbangan dalam penyusunan arahan konservasi, bersama dengan kondisi lereng dan penggunaan lahan. Perubahan tutupan vegetasi pada lahan pertanian dan kebun campuran juga perlu diperhatikan karena dapat memengaruhi perlindungan permukaan tanah.

Kelas TBE tinggi dan sangat tinggi mencakup 24,44% luas DAS. Kondisi lereng, tutupan vegetasi, dan kegiatan budidaya pada kelas tersebut menjadi dasar penetapan prioritas rehabilitasi. Arahan yang disusun merupakan usulan penanganan berdasarkan hasil pendugaan erosi dan pengamatan lahan (Tabel 2).

Tabel 2. Keterkaitan tingkat bahaya erosi, satuan lahan, dan arahan rehabilitasi di DAS Wai Batu Gajah

No	Tingkat Bahaya Erosi (TBE)	Satuan Lahan	Karakteristik Umum	Arahan Rehabilitasi Lahan
1	Sangat Ringan	L0a2G, L0b2G, L0c2G, L0b1D, L0b3G, L3b2G, L3c2G, L3b3G, L3c3G, L1b2G, L1c2G, L1b3G, L4b2G, L4c2G, L4b3G	Lereng datar–landai, tutupan vegetasi baik, limpasan permukaan rendah	Dipertahankan penggunaan lahan eksisting; perlindungan tutupan vegetasi alami (hutan primer/sekunder)
2	Ringan	L0b2D, L0b2E, L0b2C, L0c2C, L0b2F, L0a1A, L0b1A, L0b3B, L0b3A, L1b1D, L1b3E	Lereng datar–agak landai, mulai terjadi gangguan tutupan lahan	Pengelolaan tanaman penutup lahan konservatif; penanaman tanah dan kebun campuran
3	Sedang	L0b2B, L0c2B, L0a2A, L0b2A, L0c2A, L3b3E, L1b2D, L1b2E, L1b2C, L1c2C, L1b2F, L1a1A, L1b1A, L1b3B, L1b3A, L2b2D, L2b3E	Lereng agak miring–miring, tutupan vegetasi berkurang	Agroforestri sederhana, tanaman penutup tanah, penguatan vegetasi permanen
4	Tinggi	L3b2D, L3b2C, L3c2C, L3b2F, L3c2F, L3b3A, L1b2B, L1b2A, L1c2A, L4b2D, L2b2E, L2b2C, L2c2C, L2b2F, L2c2F, L2b3A	Lereng curam, penggunaan lahan tidak sesuai kemampuan lahan	Agroforestri intensif, reboisasi parsial, tanaman keras berakar kuat
5	Sangat Tinggi	L4b2B, L4b2E, L4b2A, L4b2C, L4c2C, L4b2F, L4b3A, L5b2D, L5b2A, L2b2B, L2c2B, L2b2A, L2c2A	Lereng curam–sangat curam, tanah dangkal, erosi sangat aktif	Reboisasi penuh, penghijauan permanen, larangan budidaya intensif
6	Kawasan Permukiman (Hilir DAS)	Satuan lahan permukiman	Lahan terbangun, limpasan tinggi, ruang hijau terbatas	Metode mekanik: sumur resapan, RTH, lubang biopori

Arahan rehabilitasi disesuaikan dengan kelas TBE, karakteristik tanah, lereng, dan penggunaan lahan. Mengacu pada Talakua et al., (2024), perlindungan pada kelas sangat ringan hingga ringan diarahkan untuk mempertahankan hutan sekunder dan vegetasi alami. Pada kelas sedang hingga sangat tinggi, rehabilitasi dapat dilakukan melalui reboisasi atau agroforestri yang dipadukan dengan tanaman perkebunan bertajuk rapat dan tanaman penutup tanah.

Menurut Talakua & Osok, 2025) melaporkan bahwa hubungan negatif yang kuat dan signifikan antara proporsi tutupan hutan dan degradasi lahan akibat erosi. Temuan tersebut digunakan sebagai pertimbangan untuk meningkatkan tutupan vegetasi permanen dalam arahan rehabilitasi DAS Wai Batu Gajah.

Arahan Rehabilitasi Lahan

Arahan rehabilitasi disusun berdasarkan kelas TBE, kondisi biofisik satuan lahan, dan penggunaan lahan saat ini. Metode vegetatif dan mekanis diusulkan sesuai kebutuhan penanganan di bagian hulu, tengah, dan hilir DAS.

1. Metode Vegetatif

Metode vegetatif diprioritaskan pada lahan non permukiman di bagian hulu dan tengah dengan TBE tinggi hingga sangat tinggi. Tujuannya adalah memulihkan tutupan vegetasi dan melindungi permukaan tanah dari hempasan hujan serta limpasan permukaan. Metode vegetatif yang diusulkan meliputi kegiatan berikut.

a. Agroforestri

Agroforestri memadukan tanaman kehutanan dan pertanian pada lahan yang sama. Di DAS Wai Batu Gajah, sistem ini diusulkan untuk menambah tutupan vegetasi sekaligus mempertahankan manfaat ekonomi lahan bagi masyarakat.

b. Reboisasi dan Penghijauan

Reboisasi dan penghijauan diarahkan pada hutan gundul, semak belukar, padang alang-alang, dan lahan terlantar. Tanaman yang dipilih perlu sesuai dengan kondisi setempat, memiliki perakaran kuat, dan dapat memberikan manfaat ekonomi. Penanaman bertujuan memulihkan tutupan lahan dan mengurangi erosi. **c. Penanaman Tanaman Penutup Tanah**

Tanaman penutup tanah melindungi permukaan tanah dari pukulan hujan, memperlambat limpasan, dan menambah bahan organik. Penanamannya dapat dilakukan tersendiri atau dipadukan dengan tanaman utama, terutama pada lahan berlereng.

2. Metode Mekanis

Metode mekanis diusulkan terutama untuk kawasan permukiman di bagian hilir DAS Wai Batu Gajah. Ruang tanam yang terbatas di kawasan permukiman menjadi pertimbangan penggunaan bangunan konservasi untuk mengendalikan limpasan permukaan.

Bentuk penanganan yang diusulkan meliputi kegiatan berikut. **a. Sumur Resapan**

Sumur resapan menampung air hujan dan meresapkannya ke dalam tanah. Di kawasan permukiman, bangunan ini diusulkan untuk mengurangi limpasan dan genangan serta mendukung pengisian air tanah. **b. Ruang Terbuka Hijau (RTH)**

Ruang terbuka hijau (RTH) menyediakan area bervegetasi yang dapat mendukung resapan air di kawasan permukiman. Dalam arahan rehabilitasi, RTH diusulkan untuk menambah tutupan vegetasi dan membantu mengendalikan limpasan permukaan. **c. Lubang Biopori**

Lubang biopori dibuat secara vertikal di tanah pekarangan untuk mendukung resapan air. Lubang ini dapat diisi bahan organik rumah tangga yang mudah terurai. Penerapannya diusulkan sebagai upaya konservasi pada skala rumah tangga, bersama dengan penambahan vegetasi dan pengendalian limpasan lainnya.

Preservasi dan Konservasi Preventif (TBE Sangat Ringan dan Ringan)

TBE Sangat Ringan: Arahan untuk mempertahankan penggunaan lahan eksisting dan melindungi tutupan vegetasi alami (hutan primer/sekunder) selaras dengan prinsip mitigasi erosi preventif, di mana tutupan kanopi hutan terbukti paling efektif meminimalkan energi kinetik air hujan sebelum mencapai permukaan tanah. TBE Ringan: Penerapan pengelolaan lahan konservatif, penanaman tanaman penutup tanah (*cover crops*), dan kebun campuran bertujuan menjaga stabilitas agregat tanah serta menghambat laju detasemen partikel tanah pada lereng yang mulai mengalami gangguan tutupan (Tabel 2).

Restorasi Berbasis Agroforestri dan Penguatan Kanopi (TBE Sedang dan Tinggi)

TBE Sedang: Arahan agroforestri sederhana yang dikombinasikan dengan tanaman penutup tanah dan vegetasi permanen berfungsi memperbanyak stratifikasi tajuk guna memecah daya pukul butir hujan serta meningkatkan bahan organik tanah untuk memperbesar kapasitas infiltrasi. TBE Tinggi: Penerapan agroforestri intensif, reboisasi parsial, dan pemilihan tanaman keras berakar kuat ditujukan untuk menahan massa tanah pada

lereng curam, di mana perakaran dalam berfungsi sebagai jangkar mekanis guna menekan bahaya erosi alur dan longsoran dangkal akibat ketidaksesuaian penggunaan lahan eksisting (Tabel 2).

Rehabilitasi Total dan Pembatasan Budidaya (TBE Sangat Tinggi)

TBE Sangat Tinggi: Rekomendasi reboisasi penuh, penghijauan permanen, serta larangan budidaya intensif mencerminkan penetapan fungsi lindung mutlak. Pada kondisi solum dangkal dan lereng curam hingga sangat curam, pembatasan olah tanah secara total merupakan prasyarat esensial guna menghentikan percepatan erosi aktif yang berisiko menghilangkan lapisan solum yang tersisa (Tabel 2).

Teknik Konservasi Sipil Teknis Terdesentralisasi (Kawasan Permukiman Hilir DAS)

Kawasan Permukiman: Penerapan metode mekanik berupa sumur resapan, Ruang Terbuka Hijau (RTH), dan lubang biopori berfokus pada pengendalian limpasan permukaan (*surface runoff*) yang dipicu oleh tingginya koefisien kedap air pada lahan terbangun. Instrumen mekanik ini berfungsi memfasilitasi peresapan air ke dalam akuifer dangkal dan mengurangi beban debit puncak di hilir DAS (Tabel 2).

KESIMPULAN

Kondisi biofisik DAS Wai Batu Gajah didominasi oleh kelas TBE sangat ringan seluas 46,88% dari total wilayah. Meskipun demikian, terdapat area kritis seluas 24,44% yang tergolong dalam kelas TBE tinggi dan sangat tinggi yang memerlukan prioritas penanganan. Arahan rehabilitasi lahan dirumuskan secara berjenjang dan kontekstual sesuai dengan tipologi kerentanan wilayah: prioritas rehabilitasi (Zona Kritis 24,44%):
Penanganan difokuskan pada pemulihan tutupan lahan melalui intervensi vegetatif terpadu, yang mencakup reboisasi, penerapan agroforestri, serta penanaman tanaman penutup tanah guna mereduksi laju erosi pada zona dengan tingkat kerentanan tinggi hingga sangat tinggi; zona penyangga dan kawasan lainnya: Intervensi diarahkan pada upaya preventif dan pemeliharaan stabilitas biofisik melalui perlindungan tutupan vegetasi eksisting serta pengetatan pengendalian perubahan alih fungsi lahan; kawasan permukiman (hilir DAS): strategi pengelolaan menitikberatkan pada konservasi tanah dan air terdesentralisasi melalui penerapan metode mekanik seperti pembuatan sumur resapan, penyediaan ruang terbuka hijau (RTH), dan lubang biopori guna mengendalikan peningkatan limpasan permukaan pada kawasan lahan terbangun.

DAFTAR PUSTAKA

Alsa, B., Priyambodo, D., & Dinda, G. (2023). Implementasi Kebijakan Pemerintah Dalam Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Terhadap Aktivitas Alih Fungsi Lahan. *Reformasi Hukum*, *27*(1). https://doi.org/10.46257/jrh.v27i1.497

Fadjarajani, S., Hakim, E. H., Rosali, E. L. Y. S., & Darmawan, D. (2021). Pemanfaatan Lahan secara Konservatif Bagian Hulu Sungai Ciwalen dari Das Citanduy untuk Mendukung Ketahanan Pangan Masyarakat. *Journal Intelektiva*, *2*(10).

Fitri, R.-, Simangunsong, N. I., & Nuraida, N. (2022). IDENTIFIKASI KARAKTERISTIK BIOFISIK DAS CILIWUNG TENGAH. *Jurnal Arsitektur ARCADE*, *6*(1). https://doi.org/10.31848/arcade.v6i1.881

Kne, L. (2022). ArcGIS Online. *Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge*, *2022*(Q2). https://doi.org/10.22224/gistbok/2022.2.13

Kurniasih, M., Azhari, D. F., Hudzwah, R. A., & Rohmat, D. (2025). Pemetaan Sebaran Tingkat Bahaya Dan Laju Erosi Di DAS Brantas Tahun 2025 Menggunakan Metode RUSLE (REVISED UNIVERSAL SOIL LOSS EQUATION). *Jurnal Geosains Dan Teknologi*, *8*(September).

Munsell Color. (1994). Munsell Soil Color Charts. In *Encyclopedic Dictionary of Archaeology*.

Nuraida. (2019). ANALISIS SPASIAL TINGKAT EROSI TANAH DI DAS CILIWUNG HULU. *Jurnal Penelitian Agrosamudra*, *6*(2). https://doi.org/10.33059/jupas.v6i2.1768

Osok, R. M., Talakua, S. M., & Gaspersz, E. J. (2018). Analisis Faktor-Faktor Erosi Tanah, Dan Tingkat Bahaya Erosi Dengan Metode Rusle Di DAS Wai Batu Merah Kota Ambon Provinsi Maluku. *JURNAL BUDIDAYA PERTANIAN*, *14*(2). https://doi.org/10.30598/jbdp.2018.14.2.89

PERMENHUT P.61. (2014). *PERATURAN MENTERI KEHUTANAN REPUBLIK INDONESIA*.

PP No. 37. (2012). *PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA, No. 37*.

Renard, K. G., Foster, G. R., Weesies, G. A., McCool, D. K., & Yoder, D. C. (1997). Predicting soil erosion by water a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). *Agricultural Handbook No. 703*.

Ridwan, M., & Sarjito, J. (2024). Studi Kajian Dampak Perubahan Tutupan Lahan terhadap Kejadian Banjir di Daerah Aliran Sungai. *ENVIRO: Journal of Tropical Environmental Research*, *26*(1). https://doi.org/10.20961/enviro.v26i1.93145

Schmidt F.H, & Ferguson H A. (1951). *Rainfall Types Based On Wet And Dry Period Ratios For Indonesia With Western New Guinea*.

Sigit Nur Cahyo, La Baco Sudia, & Dewi Nurhayati Yusuf. (2023). Analisis Spasial Tekanan Penduduk Terhadap Lahan Pertanian di Daerah Aliran Sungai Laeya Kabupaten Konawe Selatan. *Jurnal Perencanaan Wilayah*, *8*(1). https://doi.org/10.33772/jpw.v8i1.367

Staff, S. S. (2014). Keys to Soil Taxonomy. Twelve Edition. 2014. In *United States Departement of Agriculture-Natural Resources Conservation Service*.

Subardja, D., Ritung, S., Anda, M., Sukarman, Suryani, E., & Subandiono, R. (2014). *Petunjuk Teknis Petunjuk Teknis Klasifikasi Tanah Nasional*. Departemen Pertanian, Indonesia.

Subardja Djaja S, Ritung, S., Anda, M., Sukarman, Suryani, E., & Subandiono, R. E. (2014). *Petunjuk Teknis Klasifikasi Tanah Nasional*.

Sukarman, Ritung, S., Anda, M., & Suryani, E. (2017). *Pedoman PENGAMATAN TANAH DI LAPANGAN*.

Talakua, S. M. (2016). *Degradasi Lahan : Metode Analisis Dan Aplikasinya Dalam Penggunaan Lahan*. Plantaxia.

Talakua, S. M., & Osok, R. M. (2025). Land Degradation Assessment Model Using Field Assessment And RUSLE Methods In Wai Ruhu Watershed, Ambon Island, Mollucas Province. *Indonesian Journal of Geography*, *57*(3). https://doi.org/10.22146/ijg.98955

Talakua, S. M., Osok, R. M., & Talakua, C. M. (2024). Analysis of erosion hazard level and land rehabilitation pattern with the RUSLE method based on GIS at Wai Tala Watershed in West Seram Regency Maluku Province. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, *11*(2). https://doi.org/10.15243/jdmlm.2024.112.5385

Tupanno, C. E., Talakua, S., Soplanit, R., & Osok, R. M. (2023). Analisis Sifat Fisik dan Degradasi Tanah Akibat Erosi serta Arahan Rehabilitasi Berbasis SIG di Kawasan Hutan Lindung Gunung Sirimau. *Jurnal Budidaya Pertanian*, *19*(1).

Wang, L., Li, Y., Gan, Y., Zhao, L., Qin, W., & Ding, L. (2024). Rainfall erosivity index for monitoring global soil erosion. In *Catena* (Vol. 234). https://doi.org/10.1016/j.catena.2023.107593

Wariunsora, S., Osok, R. M., & Talakua, S. (2020). Pendugaan Erosi Tanah dan Arahan Rehabilitasi Lahan berbasis SIG di DAS Wai Ela Negeri Lima Jazirah Leihitu Pulau Ambon. *JURNAL BUDIDAYA PERTANIAN*, *16*(1). https://doi.org/10.30598/jbdp.2020.16.1.11

Wischmeier, W. H., & Smith, O. D. (1978). *PREDICTING RAINFALL EROSION LOSSES A GUIDE TO CONSERVATION PLANNING*.