

## **Analisis Laju Erosi Berdasarkan Kemiringan Lereng pada Area Disposasi di PT X, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat**

**Sahda Belinda Dini<sup>1)</sup> dan Aditya Pandu Wicaksono<sup>2)</sup>**

<sup>1, 2)</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, UPN “Veteran” Yogyakarta

<sup>a)</sup>Corresponding author: [aditya.wicaksono@upnyk.ac.id](mailto:aditya.wicaksono@upnyk.ac.id)

<sup>b)</sup>[114210058@student.upnyk.ac.id](mailto:114210058@student.upnyk.ac.id)

### **ABSTRAK**

PT X merupakan perusahaan pertambangan andesit yang berlokasi di Kabupaten Bogor, Jawa Barat yang menggunakan sistem tambang terbuka dalam proses produksi penambangannya. Pada salah satu kegiatan penambangan terdapat aktivitas penimbunan *silt cake* ke area disposasi yang menyebabkan pembentukan suatu lereng yang memiliki perbedaan kemiringan. Potensi erosi meningkat seiring dengan perubahan kemiringan lereng disposasi dan menimbulkan sedimentasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis nilai laju erosi pada kemiringan lereng landai dan curam di area disposasi serta menganalisis hubungan intensitas hujan terhadap laju erosi. Penentuan titik sampling dilakukan dengan metode *purposive sampling* berdasarkan kemiringan lereng yaitu lereng landai (4°) dan lereng curam (30°) dengan menggunakan metode tongkat. Pengujian berat volume (BV) material disposasi diuji di laboratorium serta dihitung secara matematis untuk memperoleh nilai laju erosi. Data yang didapatkan kemudian dilakukan analisis uji statistik korelasi Pearson serta regresi linier sederhana yang menunjukkan bahwa terdapat pengaruh hubungan intensitas hujan terhadap laju erosi di area disposasi. Hasil perhitungan laju erosi pada kemiringan lereng landai adalah sebesar 3.417,60 ton/ha, sementara pada kemiringan lereng curam memiliki nilai total laju erosi sebesar 4.752,00 ton/ha. Klasifikasi korelasi Pearson menunjukkan hubungan sangat kuat dan signifikansi <0,05 yang menunjukkan variabel intensitas hujan berpengaruh terhadap laju erosi.

**Kata Kunci:** Disposasi; Erosi; Intensitas Hujan; Kemiringan Lereng

### **ABSTRACT**

*PT X is an andesite mining company located in Bogor Regency, West Java, which uses an open-pit mining system in its production process. Mining activities include the dumping of silt cake into a disposal area, which led to the formation of slopes with differential gradients. The potential for erosion increases with changes in the disposal slope's gradient and causes sedimentation. This research aims to analyze the erosion rate values on both gentle and steep slopes in the disposal area and to analyze the relationship between rainfall intensity and the erosion rate. Sampling points were determined using the purposive sampling method based on the slope gradient, namely a gentle slope (4°) and a steep slope (30°), by using the erosion stick method. The bulk density (BV) of the disposal material was tested in the laboratory and calculated mathematically to obtain the erosion rate value. The collected data was then analyzed using Pearson's correlation and a simple linear regression statistical test, which showed that rainfall intensity has a significant relationship with the erosion rate in the disposal area. The results of the erosion rate calculation on the gentle slope gradient were 3,417.60 tons/ha, while on the steep slope, the total erosion rate was 4,752.00 tons/ha. Pearson's correlation classification showed a very strong correlation and a significance of <0.05, indicating that the rainfall intensity variable affects the erosion rate.*

**Keywords:** *Disposal; Erosion; Rainfall Intensity; Slope*

## PENDAHULUAN

PT X merupakan salah satu perusahaan pertambangan andesit yang menggunakan sistem pertambangan terbuka. Proses penambangan dengan sistem terbuka dapat menyebabkan perubahan bentang lahan karena proses pembukaan lahan serta hilangnya tutupan vegetasi yang meningkatkan degradasi lingkungan dan erosi tanah (Sonter et al., 2020). Proses penimbunan *silt cake* di area disposal mengakibatkan terbentuknya lereng dengan kemiringan tertentu. Tidak adanya vegetasi penutup memicu peningkatan *run off* yang menyebabkan erosi. Air limpasan yang membawa material disposal menyebabkan jalan di sekitar area disposal menjadi licin. Jalan tersebut digunakan sebagai akses mobilisasi sehingga berpotensi mengganggu aktivitas pertambangan di area disposal. Curah hujan pada daerah penelitian dengan intensitas menurut klasifikasi BMKG termasuk dalam kategori ringan hingga lebat yakni pada rentang 0,8 – 11,3 mm/jam. Curah hujan dengan intensitas tersebut dapat berpengaruh terhadap erosi karena meningkatnya energi kinetik hujan yang memicu pelepasan partikel tanah (Zhao et al., 2024). Erosi dapat menyebabkan adanya sedimentasi pada daerah yang lebih rendah. Terbentuknya erosi yang terjadi pada peristiwa hujan dengan nilai intensitas hujan tersebut menimbulkan keresauan terkait peningkatan erosi yang lebih signifikan apabila terjadi hujan dengan intensitas yang melampaui batas di kemudian hari. Laju erosi di area disposal dihitung berdasarkan penurunan material disposal dengan menggunakan metode tongkat di setiap titik lokasi pemantauan berdasarkan kemiringan lereng landai dan lereng curam yang dilakukan pada setiap setelah kejadian hujan. Faktor yang menyebabkan terjadinya erosi antara lain adalah erosivitas hujan, erodibilitas tanah, panjang dan kemiringan lereng, vegetasi, serta manusia. Tujuan penelitian adalah menganalisis laju erosi pada area disposal yang memiliki perbedaan kemiringan lereng pada lereng landai dan curam serta menganalisis hubungan intensitas hujan terhadap laju erosi. Berdasarkan tujuan tersebut, hipotesis dalam penelitian ini adalah terdapat hubungan antara intensitas hujan dengan laju erosi pada area disposal, serta kemiringan lereng yang lebih curam menghasilkan nilai laju erosi yang lebih besar dibandingkan lereng yang landai.

## METODE

Metode yang digunakan dalam pengukuran erosi dan pengambilan sampel material disposal adalah metode *purposive sampling*. Pengukuran erosi dilakukan di area disposal berdasarkan perbedaan kemiringan lereng, yaitu kemiringan lereng landai dan curam, yang ditentukan secara *purposive* karena mewakili kondisi kemiringan lereng yang dominan pada area disposal. Pengambilan data pada dua titik dilakukan setiap setelah kejadian hujan. Pengambilan sampel diambil pada lokasi yang dianggap representatif terhadap kondisi material disposal di lapangan dan digunakan untuk pengujian sifat fisik material yakni nilai berat volume untuk menghitung nilai erosi bersama dengan penurunan material. Hasil total penurunan material disposal dan berat volume tanah didapatkan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kehilangan Material (ton)} = \text{Jumlah Penurunan Material} \times \text{BV (gr/cm}^3\text{)}$$

Perhitungan laju erosi dapat menggunakan rumus:

$$\text{Erosi (ton/ha)} = \text{Kehilangan material (ton)} \times \frac{10.000 \text{ (m}^2\text{)}}{\text{Luas plot (m}^2\text{)}} \\ \text{(Nilai 10.000 merupakan faktor konversi dari m}^2\text{ ke ha (1 ha = 10.000 m}^2\text{))}$$

Metode tongkat merupakan metode pengamatan erosi yang dilakukan dengan menancapkan sejumlah tongkat pada titik tertentu untuk melakukan pengukuran kehilangan tanah pada interval waktu tertentu (Apriani et al., 2020). Tongkat ukur yang digunakan berupa pipa yang ditancapkan pada plot berukuran 5 x 5 meter (25 m<sup>2</sup>) di 2 titik pengamatan yang berbeda. Pada masing-masing plot terdapat sembilan (9) buah tongkat yang memiliki diameter 1,5 cm dengan panjang 50 cm. Tongkat ukur ditancapkan sedalam 20 cm ke dalam permukaan material disposal yang kemudian dilakukan pengukuran penurunan material pada tongkat ukur yang telah ditandai pada setelah kejadian hujan.

Pengolahan data dilakukan melalui beberapa metode. Pengujian laboratorium bertujuan untuk memperoleh nilai berat volume berdasarkan sampel material disposal yang telah diambil. Uji laboratorium dilakukan untuk mendapatkan data sifat fisik Berat Volume (BV) dan tekstur material disposal. Data BV akan digunakan pada perhitungan nilai erosi bersamaan dengan data penurunan material disposal yang didapatkan pada setiap setelah kejadian hujan. Adapun metode matematis digunakan untuk menentukan besaran nilai erosi berdasarkan hasil pengukuran data penurunan material disposal menggunakan metode tongkat yang dikombinasikan dengan nilai berat volume. Analisis statistik dalam penelitian ini berpedoman pada analisis Korelasi Pearson. Analisis data menggunakan metode regresi linear sederhana dan korelasi Pearson dilakukan untuk mengetahui hubungan antara variabel independen X (bebas) terhadap variabel dependen Y (terikat). Variabel X dinyatakan sebagai intensitas hujan, sedangkan variabel Y dinyatakan sebagai laju erosi.

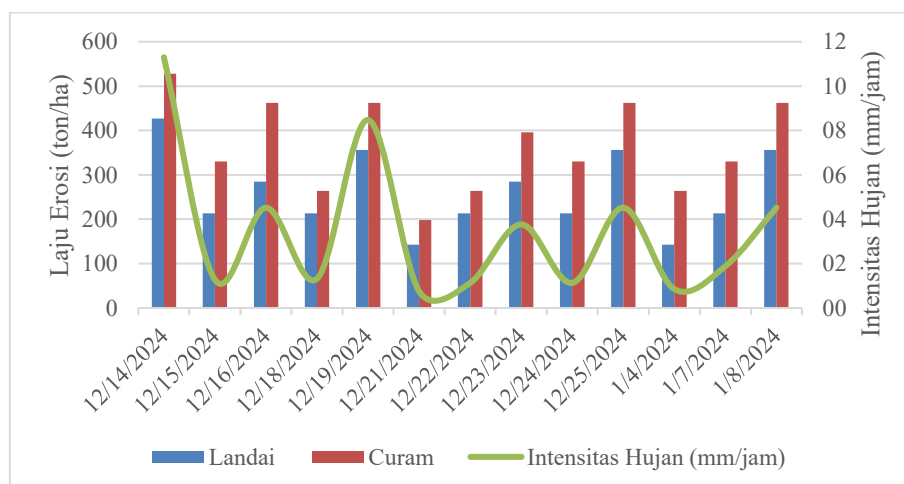
**Tabel 1.** Analisis Korelasi Pearson

No	Nilai Korelasi Pearson	Kriteria
1	0,00 – 0,199	Sangat Rendah
2	0,20 – 0,399	Rendah
3	0,40 – 0,599	Sedang
4	0,60 – 0,799	Kuat
5	0,80 – 1,000	Sangat Kuat

(Sumber: Sugiyono, 2010 dalam Safitri, 2016)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Erosi merupakan kejadian perpindahan maupun pengangkutan tanah dengan bantuan media alami berupa air dan/atau angin (Tarigan, 2012). Erosi secara umum terjadi karena adanya proses pengikisan lapisan tanah akibat air hujan. Energi kinetik yang ditimbulkan oleh percikan air pada permukaan tanah dapat menyebabkan lemahnya ketahanan tanah dan memisahkan antar partikelnya. Area disposal pada daerah penelitian banyak ditemukan erosi alur yang disebabkan oleh hujan yang membentuk aliran permukaan. Pengukuran laju erosi pada area disposal dilakukan dengan menggunakan metode tongkat yang dipasang selama 1 bulan yang dimulai pada tanggal 11 Desember 2024 hingga 11 Januari 2025 pada plot 5 x 5 meter, pada setiap titiknya terdapat 9 tongkat erosi yang ditanam pada 2 titik. Pengambilan data penurunan material disposal dilakukan setiap setelah kejadian hujan dengan total 13 kejadian hujan dengan intensitas yang berbeda. Pengukuran laju erosi yang dilakukan pada area disposal dengan kemiringan yang berbeda, yaitu lereng landai ( $4^\circ$ ) dan lereng curam ( $30^\circ$ ). Pada tiap-tiap plot dilakukan pengambilan sampel yang kemudian dilakukan pengujian berat volume (BV) untuk menghitung nilai total material disposal yang tererosi.



**Gambar 1.** Perbandingan Nilai Laju Erosi (ton/ha) dengan Intensitas Hujan pada Kemiringan Lereng Landai dan Curam

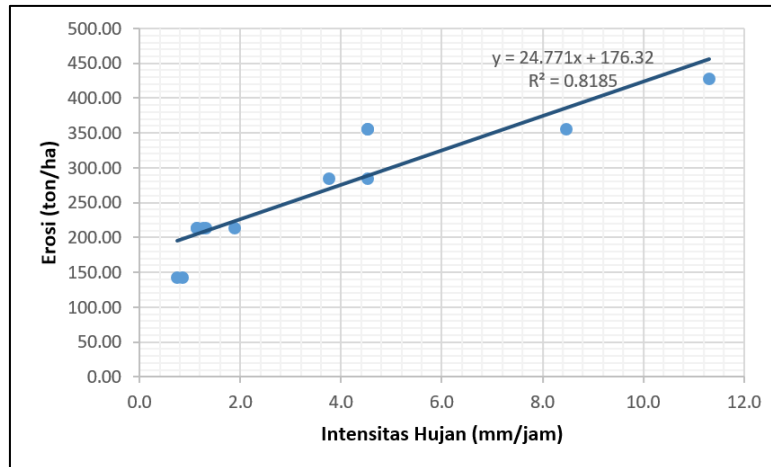
Hasil analisis grafik pada **Gambar 1**, diketahui bahwa nilai kejadian erosi pada kemiringan lereng landai lebih rendah dibandingkan pada kemiringan lereng curam. Kemiringan lereng landai memiliki total nilai laju erosi sebesar 3.417,60 ton/ha, sementara pada kemiringan lereng curam memiliki nilai total laju erosi sebesar 4.752,00 ton/ha. Besarnya nilai erosi yang dihasilkan dipengaruhi oleh nilai intensitas hujan dan kemiringan lereng. Laju erosi dipengaruhi oleh nilai intensitas hujan, yaitu disebabkan oleh semakin tinggi nilai intensitas hujan, maka volume air hujan akan semakin banyak turun ke permukaan dalam satuan waktu sehingga permukaan material disposal akan cepat hancur oleh adanya tumbukan butir air hujan yang mengenai permukaan. Hal ini selaras dengan (Saragih et al., 2014) bahwa semakin besar intensitas hujan akan berpengaruh pada besarnya energi kinetik yang dihasilkan oleh air hujan. Perbedaan nilai erosi dipengaruhi oleh perbedaan kemiringan lereng dan intensitas hujan. Area dengan kemiringan yang lebih curam menghasilkan laju erosi yang lebih besar, hal ini selaras dengan konsep bahwa aliran permukaan meningkat pada keadaan lereng curam sehingga erosi yang dihasilkan meningkat pula. Menurut (Yulina et al., 2015) terdapat hubungan berbanding lurus antara kemiringan lereng dengan laju erosi yang artinya semakin curam kemiringan lereng, erosi akan lebih besar pula karena pengaruh material yang tidak resisten terhadap daya penghancur butir hujan.

Nilai berat volume yang didapatkan melalui uji laboratorium pada kemiringan lereng landai sebesar 1,78 g/cm<sup>3</sup> dan pada kemiringan curam sebesar 1,65 g/cm<sup>3</sup>. Nilai BV yang tinggi mengindikasikan material yang lebih padat yang berbanding terbalik dengan permeabilitas (Darmayati & Sutikto, 2019). Pengujian BV dilakukan sebagai parameter dalam perhitungan besarnya erosi yang terjadi pada daerah penelitian. Kaitan nilai *bulk density* dengan laju erosi adalah semakin tinggi nilai *bulk density* maka makin tinggi pula laju erosi yang terjadi karena permeabilitasnya rendah sehingga air tidak mampu lolos dari material tersebut.

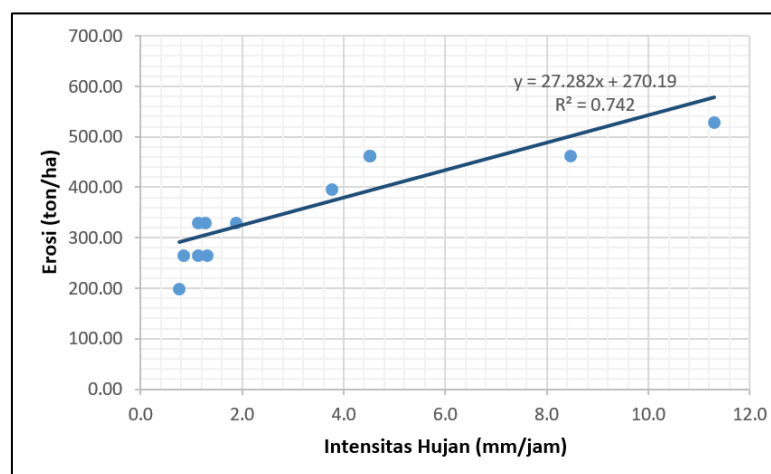
**Tabel 2.** Uji Tekstur Material Disposal pada Lereng Landai dan Curam

Hasil Pengujian Sampel				
Parameter Tekstur Tanah 3 Fraksi	Kemiringan Landai	Kemiringan Curam	Satuan	Metode
Pasir	23.75	29.80	%	Hidrometer
Debu	62.11	59.43	%	Hidrometer
Liat	14.14	10.77	%	Hidrometer

Kandungan material disposal berdasarkan ketentuan tekstur tanah tiga fraksi pada kemiringan lereng landai dan lereng curam didominasi oleh fraksi debu (*silt*). Tekstur material disposal yang memiliki komposisi fraksi tersebut digolongkan dalam jenis tekstur geluh berdebu (*silt loam*). Material disposal (*silt cake*) memiliki sifat yang kering menggumpal namun mudah pecah, apabila keadaan basah terasa empuk dan mudah melekat karena licin membentuk gumpalan yang keras (Wowor, 2013). Berdasarkan karakteristik tersebut, material disposal dengan tekstur *silt loam* pada kedua kemiringan lereng memiliki kerentanan tinggi terhadap erosi. Hasil pengamatan lapangan menunjukkan bahwa partikel mudah terlepas dan terbawa aliran permukaan saat terjadi hujan, yang menguatkan teori bahwa dominasi fraksi debu meningkatkan kehilangan partikel tanah. Hal ini mengindikasikan bahwa karakteristik tekstur *silt loam* berperan penting dalam meningkatkan potensi erosi pada area disposal, terutama pada kondisi intensitas hujan yang relatif tinggi. Material disposal yang memiliki jenis *silt loam* memiliki karakteristik mudahnya kehilangan partikel akibat terbawa oleh percikan air hujan sehingga meningkatkan aliran permukaan. Aliran permukaan menunjukkan pembentukan erosi (Lin et al., 2025).



Gambar 2. Grafik Regresi Linear Lereng Landai



Gambar 3. Grafik Regresi Linear Lereng Curam

Analisis statistik yang dilakukan pada nilai laju erosi terhadap kemiringan lereng yang dipengaruhi intensitas hujan dilakukan berdasarkan perbandingan nilai pada grafik menggunakan uji regresi linier dan uji korelasi. Grafik menunjukkan bahwa intensitas hujan pada masing-masing titik mempengaruhi besarnya nilai erosi. Hujan yang mengikis permukaan material disposal mengakibatkan permukaan terlepas dan berpindah ke area lebih rendah. Analisis statistik korelasi diterapkan dengan tujuan untuk mengidentifikasi hubungan antara variabel x (bebas) berupa intensitas hujan dan variabel y (terikat) berupa laju erosi yang menunjukkan bahwa keduanya saling berkorelasi dengan nilai signifikansi  $0,000 < 0,05$  yang menunjukkan hubungan positif. Hasil analisis korelasi Pearson pada kemiringan lereng landai sebesar 0,904 dan pada lereng curam sebesar 0,860 yang keduanya termasuk dalam klasifikasi pada Tabel 1. dengan korelasi sangat kuat. Nilai signifikan yang diperoleh pada lereng landai sebesar 81% sedangkan pada lereng curam sebesar 74%. Dari output yang didapatkan dapat disimpulkan bahwa nilai intensitas hujan berbanding lurus dengan laju erosi. Semakin besar intensitas hujan, maka nilai laju erosi yang terbentuk juga semakin besar sesuai hasil pengukuran erosi yang telah dilakukan di kedua kemiringan lereng.

## KESIMPULAN

Nilai laju erosi yang didapatkan pada lahan disposal dengan kemiringan lereng landai sebesar 3.417,60 ton/ha dan kemiringan lereng curam sebesar 4.752,00 ton/ha. Berdasarkan hasil yang didapatkan nilai erosi pada kemiringan lereng landai lebih kecil dibandingkan lereng curam. Hal ini menunjukkan bahwa kemiringan lereng berperan dalam meningkatkan potensi erosi, bahwa lereng yang lebih curam

cenderung menghasilkan aliran permukaan yang lebih besar sehingga meningkatkan kehilangan material. Hubungan intensitas hujan dengan laju erosi dapat dilihat bahwa berdasarkan hasil analisis uji korelasi Pearson pada kemiringan lereng landai memiliki nilai 0,904 dan kemiringan lereng curam memiliki nilai sebesar 0,860 dengan keduanya memiliki klasifikasi hubungan sangat kuat. Pada kedua kemiringan lereng memiliki hasil pengujian regresi linier sederhana yang menunjukkan bahwa terdapat keterkaitan pengaruh kedua variabel laju erosi dan intensitas hujan dengan nilai signifikan  $0,000 < 0,05$  dengan persentase pengaruh pada lereng landai sebesar 81% dan lereng curam sebesar 74%.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat, rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Penulis mengungkapkan rasa terima kasih kepada dosen Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta yang telah memberi bimbingan, pembelajaran, dan fasilitas selama menyelesaikan penelitian ini, kepada orang tua yang selalu support penulis dengan doa, semangat, bantuan, serta materi, dan kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyelesaian penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Apriani, T., Suharwanto, S., & Wicaksono, A. P. (2020). Teknik Pengendalian Erosi di Sub-Sub DAS Solo Hulu, Desa Wonoharjo dan Desa Kedungrejo, Kecamatan Nguntoronadi, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Lingkungan Kebumihan SATU BUMI*, 2(1), 87–94. <https://doi.org/10.31315/psb.v2i1.4449>
- Darmayati, F. D., & Sutikto, T. (2019). ESTIMASI TOTAL AIR TERSEDIA BAGI TANAMAN PADA BERBAGAI TEKSTUR TANAH MENGGUNAKAN METODE PENGUKURAN KANDUNGAN AIR JENUH. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 2(4), 164–168.
- Lin, L., Lonla, P. Y., Vijayakumar, J., Khan, M. K., Di Emidio, G., Krekelbergh, N., Verdoodt, A., & Cornelis, W. (2025). Soil Surface Properties and Infiltration Response to Crust Forming of a Sandy loam and Silt Loam. *Soil and Tillage Research*, 248(December 2024), 106440. <https://doi.org/10.1016/j.still.2024.106440>
- Safitri, W. R. (2016). Analisis Korelasi Pearson dalam Menentukan Hubungan Antara Kejadian Demam Berdarah Dengue dengan Kepadatan Penduduk di Kota Surabaya pada Tahun 2012 - 2014. *Jurnal Ilmiah Keperawatan*, 2(2), 21–29.
- Saragih, A., Widiarti, W. Y., & Wahyuni, S. (2014). Pengaruh Intensitas Hujan dan Kemiringan Lereng Terhadap Laju Kehilangan Tanah Menggunakan Alat Rainfall Simulator (The Influence of Rain Intensity and Land Slope to Soil Loss Rate by Rainfall Simulator Equipment). *Ilmiah*, 04, 1–8. <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/68907>
- Sonter, L. J., Ali, S. H., & Watson, J. E. M. (2020). *Mining and biodiversity : key issues and research needs in conservation science*.
- Tarigan, D. R. (2012). PENGARUH EROSIVITAS DAN TOPOGRAFI TERHADAP KEHILANGAN TANAH PADA EROSI ALUR DI DAERAH ALIRAN SUNGAI SECANG DESA HARGOTIRTO KECAMATAN KOKAP KABUPATEN KULONPROGO. *Jurnal Bumi Indonesia*, 6.
- Wowor, A. (2013). Pemanfaatan Aplikasi GIS Untuk Pemetaan Potensi Pertanian di Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Teknik Informatika*, 2(1). <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/informatika/article/view/1986>
- Yulina, H., Saribun, D. S., Adin, Z., & Maulana, M. H. R. (2015). Hubungan antara Kemiringan dan Posisi Lereng dengan Tekstur Tanah, Permeabilitas dan Erodibilitas Tanah pada Lahan Tegalan di Desa Gunungsari, Kecamatan Cikatomas, Kabupaten Tasikmalaya. *Agrikultura*, 26(1), 15–22. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v26i1.8456>
- Zhao, Y., Zhu, D., Wu, Z., & Cao, Z. (2024). Science of the Total Environment Extreme rainfall erosivity: Research advances and future perspectives. *Science of the Total Environment*, 917(January), 170425. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170425>