

Metode Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE): Pendugaan Potensi Erosi, Sebuah Analisis Google Earth Engine

Lalu Auliya Akra^{1*}, M. Said Ramdhan¹

Abstrak Penelitian ini bertujuan untuk menghitung tingkat erosi yang terjadi di DAS Meninting dan upaya yang perlu dilakukan untuk meningkatkan produktivitas lahan guna menjaga kualitas lingkungan serta menghilangkan dampak negatif seperti erosi, sedimentasi serta banjir. Semua data diolah dengan javascript pada platform GEE. Hasil analisis terdapat kehilangan tanah didominasi di bagian hulu DAS. Selain itu, terdapat kehilangan tanah berdasarkan data citra yang terkumpul dan dipanggil di cloud menggunakan platform GEE, yaitu 699.149 ton/ha/tahun. Penanggulangan yang dapat dilakukan yaitu dengan metode konservasi dengan metode penanaman menurut garis kontur.

Kata Kunci: *Tingkat Erosi; DAS Meninting; Platform GEE, Kehilangan Tanah, Upaya Penanggulangan*

Abstract. *The purpose of the study is to calculate the erosion rates of Meninting watershed and measures to improve the land productivity to eradicate the negative impacts such as erosion, sedimentation, and flood. Data is processed using JavaScript on the GEE platform. The results indicate the magnitude of the erosion rate in the Meninting watershed can be seen in the image below. It is indicated that with the applied method, soil loss is dominated in the upstream of the watershed. It is estimated that the loss of land using image data collected and retrieved in the cloud using the GEE platform is 699,149 tons/ha/year. one of mitigation measures is using the conservation method with the method of planting according to contour lines.*

Keywords: *Erosion rate, Meninting Watershed, GEE Platform, Soil Loss, Mitigation Measures.*

¹ Program Studi Teknik Lingkungan UNU NTB, Jalan Pendidikan No.6, Kota Mataram, Indonesia, lalu.auliya@gmail.com

A. Pendahuluan

Peningkatan manusia beserta kebutuhannya seiring waktu semakin bertambah. Kualitas hidup salah satunya bergantung dari tanah sebagai alat sumber mata pencaharian. Produksi pangan dunia dihasilkan dari 95% dengan kualitas tanah baik (Kumar et al., 2022; Spanner & Napolitano, 2015). Dengan meningkatnya urbanisasi, area pertanian dan perkebunan menyusut secara global dan kebutuhan untuk memberi makan populasi yang terus bertambah diperkirakan menjadi dua kali lipat pada tahun 2050 telah menjadi tantangan (Bruinsma, 2003; Gelfand et al., 2013; Lambin et al., 2013). Perubahan tata guna lahan dalam skala luas menyebabkan kualitas tanah, seperti menurunnya infiltrasi yang mengakibatkan volume limpasan yang menuju ke luar Sungai dan bagian hilir (Arsyad, 1989). Pengelolaan lahan yang tidak tepat dapat menyebabkan erosi. Erosi yang tinggi ekuivalen dengan pemanfaatan lahan yang tidak sesuai dengan kemampuan dan daya dukung lahan (Sidik, 2019).

Erosi yang tinggi di suatu lahan memiliki pengaruh terhadap ekonomi dan lingkungan (Khairunnisa et al., 2020; Srinivasan et al., 2019). Erosi tanah menjadi momok menakutkan saat ini karena dapat mempengaruhi produktivitas tanah, kesuburan tanah, pendangkalan di badan air, dan penurunan kualitas air (Singh & Panda, 2017). Faktor antropogenik dan alam seperti Kegiatan budidaya yang intensif dan perubahan iklim dapat menyebabkan terjadinya peningkatan erosi tanah.

DAS Meninting merupakan daerah aliran sungai yang terletak di bagian barat Pulau Lombok, secara administrasi terletak di Sebagian besar Kabupaten Lombok Barat, Kabupaten Lombok Utara dan Kota Mataram. Luas DAS Meninting adalah 114,92 km². Pembangunan di hulu DAS Meninting mengurangi daya serap sehingga di tahun 2021 akibat kurangnya resapan di hulu sungai, peningkatan debit

air hujan mengakibatkan meluapnya sungai meninting. Akibatnya terjadi bencana longsor di Desa Senggigi dan Batulayar. Kejadian tersebut menyebabkan beberapa anggota masyarakat harus mengungsi untuk menghindari longoran di sekitar rumah (Virgota & Farista, 2023). Penelitian yang dilakukan oleh (Budianto et al., 2023) menyatakan peningkatan debit banjir sebagai akibat perubahan tata guna lahan yang dari tahun ke tahun yang dalam model direpresentasikan dengan adanya peningkatan nilai CN. Peningkatan debit puncak banjir dari tahun 2012 ke tahun 2022 sebesar 1,1910%. Curah hujan yang jatuh secara langsung atau tidak dapat menyebabkan pengikisan muka tanah dari waktu ke waktu dan akumulasi intensitas hujan selain mengakibatkan banjir dapat mendatangkan erosi (Retnowati et al., 2023). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung tingkat erosi yang terjadi di DAS Meninting dan upaya yang perlu dilakukan untuk meningkatkan produktivitas lahan guna menjaga kualitas lingkungan serta menghilangkan dampak negative seperti erosi, sedimentasi serta banjir.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di DAS Meninting, Kabupaten Lombok barat. Diperlukan pendugaan kehilangan tanah berbasis model RUSLE penurunan lima faktor, yaitu, erosivitas curah hujan (MJ mm/ha/hr/thn) faktor 'R', erodibilitas tanah (Mgh/MJ/mm) faktor 'K', panjang lereng dan kecuraman/topografi faktor (tanpa dimensi) 'LS', pangkas faktor manajemen (tanpa dimensi) 'C' dan dukungan faktor praktik (tanpa dimensi) 'P'. Faktor-faktor ini berasal dari kumpulan data yang berbeda diperoleh dari berbagai sumber. Model RUSLE dapat dinyatakan sebagai berikut; Dimana:

- A : Rata-rata kehilangan tanah dalam bentuk ruang dan temporal yang dihitung persatuan luas dan satuan waktu (ton/ha/tahun)
- R : Erosivitas curah hujan
- K : Erodibilitas tanah

LS : Kombinasi dampak dari panjang lereng (L) dan kemiringan lereng (S)

C : Faktor tutupan lahan

P : Faktor praktek konservasi

Untuk perhitungan prediksi erosi menggunakan model RUSLE dengan terintegrasi dengan Google Earth Engine dan QuantumGIS. Peta yang mewakili faktor R, K, dan LS telah diunggah sebagai asset di *Google Earth Engine*. Faktor erosivitas hujan mencakup beberapa data yang dimuat dari *Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data (CHIRPS)*. Data CHIRPS menggabungkan kumpulan data citra satelit beresolusi $0,05^\circ$ dengan data stasiun in-situ untuk membuat deret waktu curah hujan grid untuk analisis tren dan pemantauan kekeringan musiman.

Data nilai kehijauan atau NDVI diambil pada data citra Sentinel-2 koleksi disaring menggunakan *GEE Integrated Development Environment (IDE)* dalam bahasa pemrograman JavaScript, untuk memperoleh citra berawak paling sedikit untuk setiap tahunnya. Indeks NDVI adalah kemudian dihitung, dan faktor C dihitung dengan menggunakan rumus berikut (Van der Knijff et al., 1999).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

C. Temuan dan Pembahasan

Sumber data diambil dari kumpulan data yang ada di cloud yang dikelola oleh Google Earth Engine. Sumber data curah hujan diambil dari data CHIRPS. Data yang dimiliki merupakan data gabungan CHPclim yang dimiliki digabungkan dengan data citra satelit resolusi $0,05^\circ$ serta kumpulan data stasiun in-situ. Data yang dikumpulkan dari tahun 2016 hingga 2023 kemudian di clip di area DAS Meninting. Data kemiringan lahan menggunakan data digital elevation model dengan keakuratan 30 m. Peta jenis tanah didapat dari OpenLandMap dari Open geo Hub Foundation yang bersifat *open source*. Kemudian diakses menggunakan GEE dan di clip di DAS Meninting. Nilai NDVI atau kehijauan menggunakan data citra Sentinel-2. Band yang digunakan untuk memunculkan nilai ndvi adalah B8 dan B4 kemudian dinormalisasi. Nilai-nilai tersebut dapat dilihat pada sub bab di bawah, yang kemudian dimasukkan rumus RUSLE.

Erosivitas Hujan

Data curah hujan didapatkan dari data citra satelit CHIRPS dengan membagi menjadi 3 area yaitu bagian hulu, tengah, hilir das. Bagian hulu das curah hujan lebih tinggi dibandingkan di bagian Tengah dan hilir. Rata-rata curah hujan bulanan yang didapat dari hasil pemantauan citra bagian hulu das berkisar atau tertinggi 175.04 – 162.01 mm/bulan, dan terendah di bagian hilir berkisar antara 156.56 – 137.46 mm/bulan. Data curah hujan dari BMKG Mataram curah hujan tahun 2019 berkisar antara 1 – 398.00 mm/bulan. Curah hujan terendah terdapat pada bulan september sedangkan curah hujan tertinggi terdapat pada bulan desember. Curah hujan yang jatuh secara langsung atau tidak dapat mengikis permukaan tanah secara perlahan dengan pertambahan waktu dan akumulasi intensitas hujan tersebut akan mendatangkan erosi (Kironoto, 2003)

Tabel 1. Curah hujan Das Meninting

No	Lokasi	Presipitasi
1	Hulu	175.04 – 162.01
2	Tengah	162.01 – 156.56
3	Hilir	156.56 – 137.46

Sumber : Hasil analisa

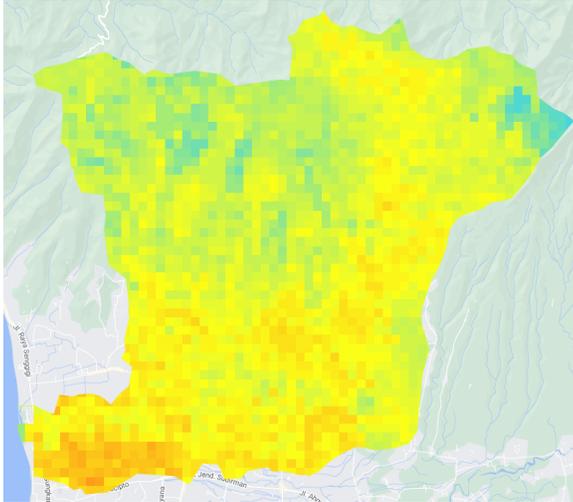
Erodibilitas Tanah

Das Meninting merupakan kawasan yang didominasi oleh tanah litosol dan andosol. Bagian hulu dan tengah das merupakan dengan jenis tanah tersebut. (Virgota & Farista, 2023) mengatakan jenis tanah litosol dan andosol merupakan tanah dengan tingkat kepekaan sangat tinggi. Namun dari hasil analisa citra dari Open Land Map nilai erodibilitas dari dari hulu – tengah yaitu 0.0053 sedangkan bagian hilir yaitu 0 – 0.0053. Faktor yang mempengaruhi erodibilitas adalah permeabilitas yang lambat khususnya pada tanah yang berkembang di permukiman dan sawah. Pengaruh manusia diduga cukup besar sehingga menyebabkan pemadatan tanah lapisan atas (Ashari, 2013).

Tabel 2. Jenis tanah dan nilai K

No	Jenis Tanah	Nilai K
1	Aluvial	0.47
2	Kambisol eutrik	0.31
3	Litosol	0.271
4	Andosol	0.278

Sumber : (Virgota & Farista, 2023); Puslitbang Pengairan Bogor, 1985



Gambar 2. Jenis Tanah DAS Meninting

Erosi sebagai salah satu proses dalam geomorfologi dipengaruhi oleh berbagai faktor salah satunya adalah kepekaan erosi tanah (erodibilitas tanah). Nilai erodibilitas tanah di mempengaruhi mudahnya air masuk ke dalam tanah. Nilai erodibilitas tanah adalah faktor penentu kehilangan tanah. Melalui erodibilitas tanah maka dapat diperkirakan laju erosi melalui karakteristik tanah (Tejada & Gonzalez, 2006)

Tabel 3. Tingkat Erodibilitas Tanah DAS Meninting

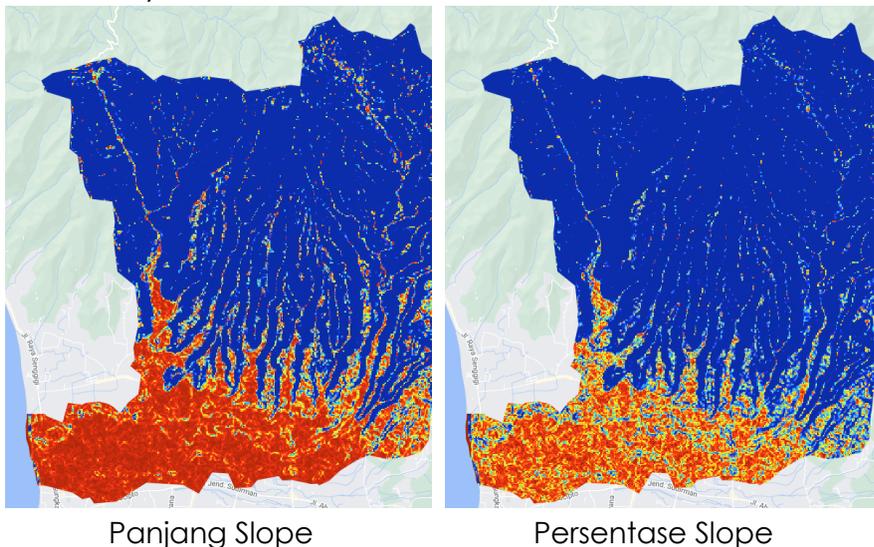
No	Lokasi	Erodibilitas Tanah
1	Hulu	0.0053
2	Tengah	0.0053
3	Hilir	0 – 0.0053

Sumber : Hasil analisa

Panjang dan Kemiringan Lereng DAS Meninting

Kemiringan lereng diukur dari suatu tempat pada permukaan tanah dimana erosi mulai terjadi sampai pada dimana erosi mulai terjadi sampai pada tempat dimana terjadi pengendapan atau sampai pada tempat dimana aliran air dipermukaan tanah masuk ke dalam saluran. Pengaruh kemiringan lereng terhadap kerentanan tanah longsor bervariasi berdasarkan jenis tanah serta erodibilitas tanah (Çellek, 2020). Semakin besar persentase kemiringan lahan

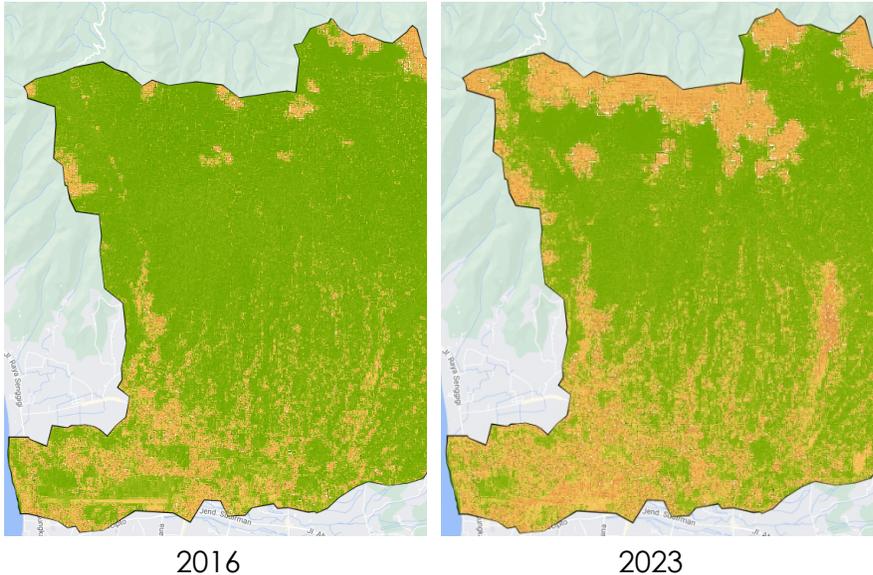
maka semakin tinggi nilai skornya. Air bergerak dari hulu ke hilir. Hasil analisa citra SRTM DEM 30 meter didapat panjang dan persentase slope dimana bagian hulu yaitu bagian Kecamatan Gunung Sari yaitu Desa Bukit Tinggi, Penimbung, Guntur Macan, Dopang, dan Taman Sari. Daerah selatan das merupakan daerah paling rendah diantaranya Ranjok, Sesela, Jatisela, Mambalan, dan Meninting. Semakin panjang serta semakin persentase kemiringan lebih tinggi maka relatif lebih rentan dibanding persentase kemiringannya lebih datar (**Gambar 3**).



Gambar 3. Panjang dan persentase kemiringan lahan
Nilai Kehijauan (NDVI)

Tutupan vegetasi dan faktor pengelolaannya mewakili pengaruh tutupan lahan, baik oleh tanaman di dalamnya. Lingkungan pertanian dan praktik pengelolaan yang sesuai dalam mengurangi kehilangan tanah serta tanah ditutupi oleh pepohonan dan rumput pada situasi non pertanian (Renard, 1997). Semakin luas tutupan lahan hijau dapat mengurangi hantaman hujan yang jatuh ke permukaan tanah.

Dampaknya pengurangan kehilangan tanah secara tidak langsung.



Gambar 4. Perubahan lahan dan nilai NDVI

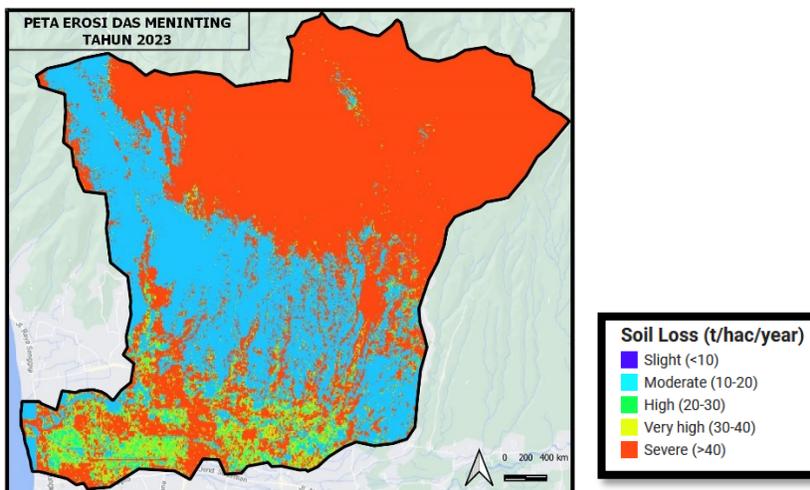
Luas NDVI dari tahun 2016 – 2023 mengalami penurunan, dapat dilihat pada gambar diatas. Pengukuran yang dihasilkan menggunakan data citra Sentinel-2 didapat tahun 2016 nilai kehijauan 1779,455 ha, sedangkan pada tahun 2023 nilai kehijauan 706,0155 ha. Rentang nilai NDVI berkisar antara 0.03 – 0.61 di DAS Meninting. Perubahan alih fungsi lahan dari hutan menjadi pertanian dan dari lahan pertanian menjadi pemukiman menjadi tren yang terjadi di Kabupaten Lombok Barat khususnya di daerah Kecamatan Gunung Sari.

Luas Erosi DAS Meninting

Dengan menggunakan metode RUSLE maka besarnya potensi erosi di DAS Meninting dapat dilihat pada gambar dibawah. Diduga dengan metode yang digunakan kehilangan tanah didominasi di bagian hulu das. Diduga kehilangan tanah menggunakan data citra yang terkumpul dan dipanggil di cloud menggunakan platform GEE, yaitu 699.149 ton/ha/tahun. Penelitian yang dilakukan oleh Hesti Dwi (2022) Hasil studi pada DAS Meninting menunjukkan bahwa nilai erosi lahan yang di dapatkan sebelum penanggulangan sebesar

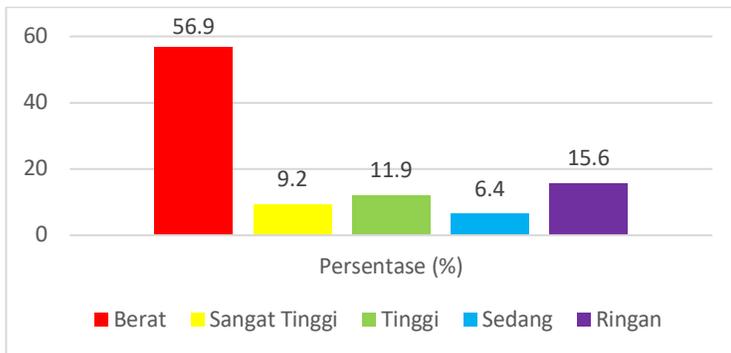
3383583,92 ton/th dan setelah penanggulangan sebesar 2837176,20 ton/th. Terdapat perbedaan yang hasil yang signifikan, diduga karena jenis sumber data yang digunakan berbeda walaupun area yang dikaji sama.

Dimana dari hasil tersebut telah terjadi penurunan erosi lahan sebesar 16,149 % Desa Bukit Tinggi, Penimbung, Guntur Macan, Dopang, dan Taman Sari menjadi daerah yang diduga kehilangan tanah. Dari data yang dihasilkan daerah hulu das merupakan daerah yang memiliki daerah rawan karena faktor-faktor yang ditentukan sangat tinggi. Daerah hulu das mayoritas area memiliki intensitas hujan lebih tinggi dibandingkan tengah dan hilir das. Panjang dan kemiringan lereng serta perubahan fungsi lahan juga cukup tinggi di kawasan hulu DAS Meninting. Kerawanan longsor dengan kelas yang tinggi ditemukan di Desa Bukit Tinggi yaitu sekitar 2.380 ha dan di Desa Kekait sekitar 1.839 (Virgota & Farista, 2023). Berkurangnya wilayah resapan air akibat alih fungsi lahan dan intensitas hujan yang tinggi menyebabkan beberapa saluran menampung debit limpasan air hujan.



Gambar 5. Peta Erosi DAS Meninting

Dari hasil analisa menggunakan analisa RUSLE di platform cloud *Google Earth Engine*, dibuat 5 kelas kehilangan tanah. Hasil didapat 56,9% kawasan DAS Meninting memiliki kelas berat. Didominasi oleh hulu DAS Meninting, dibagian hilir DAS seperti Kelurahan Ampenan Utara, Bintaro, dan Rembiga juga terdapat beberapa kawasan yang memiliki daerah yang memiliki kelas kehilangan tanah yang berat, hal tersebut diduga karena terjadi pembangunan area kota yang meningkat yang semulanya area pertanian berubah menjadi kawasan pemukiman.



Gambar 6. Persentase luas tingkatan yang terdampak erosi Kelas ringan sebesar 15,6% dari area kawasan das, kemudian kelas tinggi sebesar 11,9% dan kelas sangat tinggi 9,2%. Area kelas sangat tinggi – sedang terdapat di area hulu das. Menurut Virgota dan Farista (2023) mengatakan kerawanan longsor kelas menengah ditemukan pada bagian barat sampai selatan dengan luas total sekitar 7.000 ha.

Kawasan dengan kehilangan tanah atau erosi yang tinggi tidak layak digunakan untuk pembangunan fisik (Virgota & Farista, 2023). Perubahan alih fungsi lahan untuk sementara di tahan dengan kebijakan-kebijakan tertentu. Kegiatan yang tidak memberikan dampak yang signifikan serta tidak memiliki izin sebaiknya disesuaikan atau dihentikan. Dampak yang akan terjadi kedepan apabila tidak dikontrol oleh pengetahuan lingkungan serta kebijakan pemerintah setempat, dugaan kehilangan tanah akan semakin besar.

Upaya penanggulangan yang bisa digunakan diantaranya peningkatan kesadaran masyarakat akan pentingnya dampak perubahan fungsi lahan yang masif. Penanggulangan lainnya yaitu dengan metode konservasi dengan metode penanaman menurut garis kontur. Penanaman kembali atau reboisasi hutan sekunder di kawasan hulu das. Sawah tadah hujan dan menggunakan konsep terasering di area lereng untuk lahan pertanian.

D. Simpulan

Pendugaan erosi di DAS Meninting dengan besar kehilangan 699.149 ton/ha/tahun. Dibagi menjadi 5 tingkat kelas diantaranya area dengan kelas berat 56.9%, kelas ringan 15,6%, kelas tinggi 11,9%, kelas sangat tinggi 9,2%, dan sedang 15,6%. Upaya penanggulangan perlu diupayakan dengan beberapa metode untuk mengurangi pendugaan erosi kedepannya.

Daftar Pustaka

- Arsyad, S. (1989). Pengawetan tanah dan air. *Departemen Ilmu Tanah Fakultas Pertanian IPB. Bogor.*
- Ashari, A. (2013). Kajian tingkat erodibilitas beberapa jenis tanah di pegunungan baturagung desa putat dan nglanggaran kecamatan patuk kabupaten gunungkidul. *Informasi*, 39(2).
- Bruinsma, J. (2003). *World Agriculture: Towards 2015/2030: An FAO Perspective*, Earthscan, London and FAO, Rome.
- Budianto, M. B., Pracoyo, A., Hartana, H., & Pradjoko, E. (2023). Pemodelan Dampak Perubahan Lahan Terhadap Debit Banjir Pada DAS Meninting Dengan HEC-HMS. *GANEC SWARA*, 17(2), 456–462.
- Çellek, S. (2020). Effect of the slope angle and its classification on landslide. *Natural Hazards and Earth System Sciences Discussions*, 1–23.
- Gelfand, I., Sahajpal, R., Zhang, X., Izaurralde, R. C., Gross, K. L., & Robertson, G. P. (2013). Sustainable bioenergy production

- from marginal lands in the US Midwest. *Nature*, 493(7433), 514–517.
- Hesti Dwi, P. (2022). *Analisis Tingkat Bahaya Erosi Lahan Pada Daerah Aliran Sungai Meninting*.
- Khairunnisa, F., Tambunan, M. P., & Marko, K. (2020). Estimation of soil erosion by USLE model using GIS technique (A case study of upper Citarum Watershed). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 561(1), 012038.
- Kumar, R., Deshmukh, B., & Kumar, A. (2022). Using Google Earth Engine and GIS for basin scale soil erosion risk assessment: A case study of Chambal river basin, central India. *Journal of Earth System Science*, 131(4), 228.
- Lambin, E. F., Gibbs, H. K., Ferreira, L., Grau, R., Mayaux, P., Meyfroidt, P., Morton, D. C., Rudel, T. K., Gasparri, I., & Munger, J. (2013). Estimating the world's potentially available cropland using a bottom-up approach. *Global Environmental Change*, 23(5), 892–901.
- Renard, K. G. (1997). *Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)*. US Department of Agriculture, Agricultural Research Service.
- Retnowati, F., Legono, D., & Kironoto, B. A. (2023). Effect of ground sill on the local scouring at around of soeharto bridge piers. *AIP Conference Proceedings*, 2629(1).
- Sidik, A. A. (2019). *Kepadatan Tanah di Berbagai Penggunaan Lahan serta Pengaruhnya terhadap Erosi di Sub DAS Brantas Hulu*.
- Singh, G., & Panda, R. K. (2017). Grid-cell based assessment of soil erosion potential for identification of critical erosion prone areas using USLE, GIS and remote sensing: A case study in the Kapgari watershed, India. *International Soil and Water Conservation Research*, 5(3), 202–211.
- Spanner, J., & Napolitano, G. (2015). *Healthy soils are the basis for healthy food production*. FAO.
- Srinivasan, R., Singh, S. K., Nayak, D. C., Hegde, R., & Ramesh, M. (2019). Estimation of soil loss by USLE model using remote sensing and GIS Techniques-A case study of Coastal Odisha, India. *Eurasian Journal of Soil Science*, 8(4), 321–328.
- Tejada, M., & Gonzalez, J. L. (2006). The relationships between erodibility and erosion in a soil treated with two organic amendments. *Soil and Tillage Research*, 91(1–2), 186–198.
- Van der Knijff, J. M. F., Jones, R. J. A., & Montanarella, L. (1999). *Soil erosion risk assessment in Italy*. Citeseer.

Lalu Auliya Akraboe Littaqwa, M. Said Ramdhan *Metode Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE): Pendugaan Potensi Erosi, Sebuah Analisis Google Earth Engine*

Virgota, A., & Farista, B. (2023). Identification and Mapping of Landslide-Prone Areas in the Meninting Watershed Area, West of Lombok. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(1), 382–391.