

Komparasi Beberapa Metode Estimasi Erosivitas Curah Hujan Menggunakan Data *Climate Hazards Group Infrared Precipitation with Stations*

Arif Faisal^{1*}, Berta Ollin Paga², Mashudi³, Samsul Bachri⁴

^{1,2}Prodi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Papua

^{3,4}Prodi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Papua

* Corresponding author: arif.unipa@gmail.com

Abstrak

Erosivitas merupakan salah satu parameter yang digunakan dalam analisis erosi menggunakan model *Universal Soil Loss Equation* (USLE). Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan 3 (tiga) metode analisis erosivitas, yaitu metode Wischmeier-Smith, metode Indeks Fournier yang telah dimodifikasi, dan metode Lenvain dalam menganalisis erosivitas di Kabupaten Manokwari menggunakan data *Climate Hazards Group Infrared Precipitation with Stations* (CHIRPS). Penelitian ini terdiri atas 3 (tiga) tahapan utama, yaitu inventarisasi data, analisis erosivitas, dan komparasi nilai erosivitas menggunakan beberapa parameter statistik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai erosivitas yang diperoleh dari hasil analisis menggunakan metode Indeks Fournier yang telah dimodifikasi lebih tinggi dibandingkan metode Wischmeier-Smith dan metode Lenvian. Sedangkan metode Wischmeier-Smith memberikan nilai erosivitas lebih rendah dibandingkan metode Lenvian dan metode Indeks Fournier yang telah dimodifikasi. Berdasarkan hasil analisis korelasi, metode Wischmeier-Smith memiliki korelasi sedang terhadap metode Lenvian, dan memiliki korelasi yang kuat terhadap metode Indeks Fournier yang telah dimodifikasi. Sedangkan metode Lenvian memiliki korelasi sedang terhadap metode Indeks Fournier yang telah dimodifikasi. Disamping itu berdasarkan hasil uji T, nilai erosivitas metode Wischmeier-Smith tidak berbeda signifikan terhadap nilai erosivitas hasil analisis metode Lenvian, namun berbeda signifikan jika dibandingkan metode Indeks Fournier yang telah dimodifikasi. Sedangkan hasil analisis erosivitas metode Lenvian berbeda signifikan terhadap hasil analisis erosivitas metode Indeks Fournier yang telah dimodifikasi.

Kata kunci: *Climate hazards group infrared precipitation with stations* (CHIRPS), Erosivitas, Metode wischmeier-smith, Metode indeks fournier, Metode Lenvain

Abstract

Rainfall erosivity is one of the parameters used in the *Universal Soil Loss Equation* (USLE) model. This study aims to compare 3 (three) methods of rainfall erosivity analysis, i.e. the Wischmeier-Smith method, the modified Fournier Index method, and the Lenvain method in analyzing rain erosivity in Manokwari using *Climate Hazards Group Infrared Precipitation with Stations* (CHIRPS) data. This research consists of 3 (three) main stages, i.e. data inventory, rainfall erosivity analysis, and comparison of rainfall erosivity based on several statistical parameters. The research showed that the rainfall erosivity based on the modified Fournier Index method is the highest and the Wischmeier-Smith method is the lowest. Rainfall erosivity based on The Wischmeier-Smith method has a moderate correlation to the Lenvian method and a strong correlation to the modified Fournier Index method. While the rainfall erosivity base on Lenvian method has a moderate correlation to the modified Fournier Index method. Furthermore, the T-test shows that the rainfall erosivity based on the Wischmeier-Smith method is similar to Lenvian method, but is significantly different from the modified Fournier Index method. While the rainfall erosivity based on the Lenvian method is significantly different from the modified Fournier Index method.

Keywords: Climate Hazards Group Infrared Precipitation with Stations (CHIRPS), Modified fournier index, Lenvain methods, Rainfall erosivity, Wischmeier-Smith methods

PENDAHULUAN

Sampai saat ini model *Universal Soil Loss Equation* (USLE) masih digunakan secara luas untuk analisis erosi. Di Indonesia, model USLE menjadi standar dalam mengestimasi tingkat bahaya erosi untuk menilai kesesuaian lahan komoditas pertanian (Ritung *et al.*, 2011). Hal ini disebabkan parameter yang digunakan oleh USLE relatif lebih sederhana dibandingkan model erosi yang lain.

Erosivitas merupakan salah satu parameter yang digunakan dalam model USLE (Ritung *et al.*, 2011; Wischmeier & Smith, 1978). Erosivitas adalah kemampuan hujan dalam merusak tanah serta menimbulkan erosi. Erosivitas memiliki korelasi yang sangat tinggi dengan erosi (Wischmeier, 1959; Wischmeier & Smith, 1978; Renard & Freimund, 1994) serta dipengaruhi oleh curah hujan, lamanya hujan, dan panjang hujan. Erosivitas dianalisis menggunakan beberapa metode, diantaranya metode Wischmeier-Smith (Wischmeier & Smith, 1978), metode Bols (Bols, 1978), metode Lal (Lal, 1976), metode Lenvain (Menteri Kehutanan, 2009), metode Indeks Fournier, dan metode Indeks Fournier yang dimodifikasi (Arnoldus, 1980).

Data hujan pada umumnya diperoleh melalui pengukuran menggunakan *rain gauge* yang terpasang pada *Automatic Weather Station* (AWS) dan stasiun iklim. Namun saat ini telah tersedia data hujan hasil pemantauan satelit yang telah dikalibrasi dengan data hujan hasil pengamatan pada stasiun hujan, diantaranya *Climate Hazards Group Infrared Precipitation with Stations* (CHIRPS), *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM), *Global Precipitation Measurement* (GPM), *Global Rainfall Map* (GSMaP), *CPC Morphing Technique* (CMORPH), *CICS High-Resolution Optimally Interpolated Microwave Precipitation from Satellites* (CHOMPS), *Daily Surface Weather and Climatological Summaries* (Daymet), *Global Precipitation Climatology Centre* (GPCC), *Global Precipitation Climatology Project* (GPCP), *Precipitation Estimation from Remotely Sensed Information using Artificial Neural Networks - Climate Data Record* (PERSIANN-CDR), *Asian Precipitation - Highly-Resolved Observational Data Integration Towards Evaluation* (APHRODITES), dan *The Climatologies at high resolution for the Earth's land surface* (CELSA), *The Special Sensor Microwave Imager* (SSM/I), *The Special Sensor Microwave Imager Sounder* (SSMIS), *TRMM Microwave Imager* (TMI), *The Advanced Microwave Scanning Radiometer* (AMSR) – E, *GPM Microwave Imager* (GMI) (National

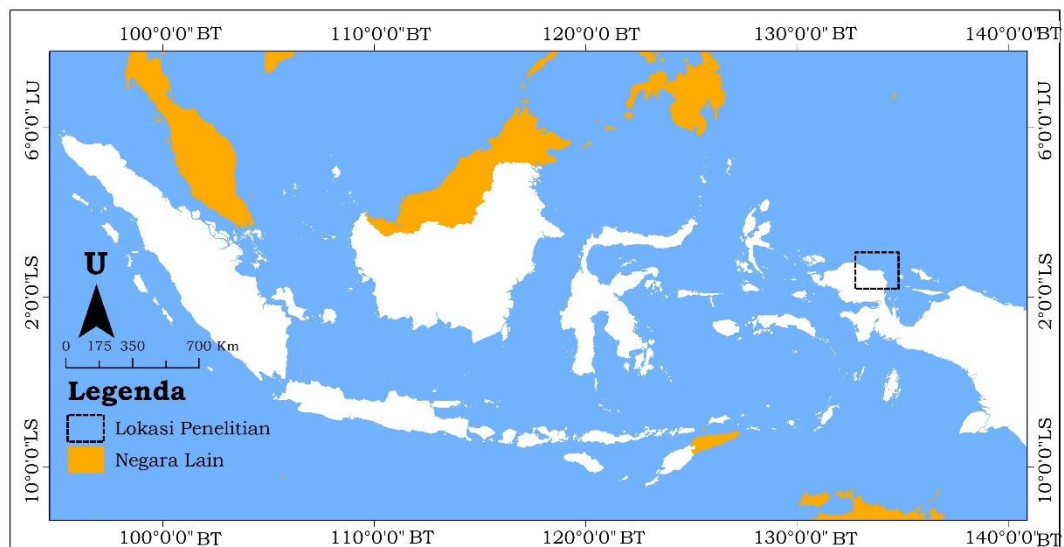
Center for Atmospheric Research Staff, 2020; Karger & Zimmermann, 2019; Weng, 2007; Remote Sensing System, 2021a; Remote Sensing System, 2021b; Remote Sensing System, 2021c; Remote Sensing System, 2021d).

Climate Hazards Group Infrared Precipitation with Stations (CHIRPS) merupakan salah satu data hujan berbasis citra satelit yang telah dikalibrasi menggunakan data hujan hasil observasi stasiun hujan yang ada di bumi serta prediktor curah hujan berbasis topografi dan letak geografis (Funk *et al.*, 2014). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Faisol *et al.* (2020) menunjukkan bahwa CHIRPS memiliki *bias* sebesar 11,41% dalam mengestimasi curah hujan harian di Provinsi Jawa Timur dibandingkan data hujan hasil pengukuran pada AWS. Selanjutnya Budiyo & Faisol (2021) menyatakan bahwa CHIRPS cukup akurat dalam mengestimasi dan mendeteksi curah hujan harian di Provinsi Papua Barat.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan metode Wischmeier-Smith, metode Indeks Fournier yang telah dimodifikasi, dan metode Lenvain dalam mengestimasi erosivitas di Kabupaten Manokwari.

METODE

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Manokwari pada bulan Juni – Juli 2023. Sedangkan pengolahan data dilakukan pada laboratorium prodi Teknik Pertanian dan Biosistem – Universitas Papua. Lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Penelitian ini terdiri atas 4 (empat) tahapan utama, yaitu;

1. Inventarisasi data, bertujuan mengumpulkan data topografi, peta jaringan sungai, dan data CHIRPS wilayah Kabupaten Manokwari perekaman tahun 1981 - 2022.
2. Analisis erosivitas, bertujuan untuk menghitung nilai erosivitas pada 8 (delapan) DAS di Kabupaten Manokwari menggunakan data CHIRPS berdasarkan 3 (tiga) metode, yaitu metode Wischmeier-Smith, metode Lenvian, dan metode Indeks Fournier yang dimodifikasi. Nilai erosivitas berdasarkan metode Wischmeier-Smith dihitung menggunakan persamaan berikut (Wischmeier & Smith, 1978):

$$\log R = \left(1,93 \log \sum_{i=1}^{12} \frac{P_i^2}{P} \right) - 1,52 \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan: R adalah erosivitas hujan (MJ mm/ha/jam/tahun), P_i curah hujan bulanan (mm), dan P curah hujan tahunan (mm).

Nilai erosivitas berdasarkan metode Lenvian dihitung menggunakan persamaan berikut (Menteri Kehutanan, 2009):

$$R = \sum_{m=1}^{12} R_m \dots\dots\dots (2)$$

$$R_m = 2,21 P_i^{1,36} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan: R adalah erosivitas hujan (MJ mm/ha/jam/tahun), R_m erosivitas hujan bulanan (MJ mm/ha/jam/bulan), dan P_i curah hujan bulanan (cm).

nilai erosivitas berdasarkan Indeks Fournier yang dimodifikasi dihitung menggunakan persamaan berikut (Arnoldus, 1980):

$$R = 128,39 MF^{0,7214} \dots\dots\dots (4)$$

$$MF = \sum_{i=1}^{12} \frac{P_i^2}{P} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan: R adalah erosivitas hujan (MJ mm/ha/jam/tahun), MF Indeks Fournier yang dimodifikasi, P curah hujan tahunan (mm), dan P_i curah hujan bulanan (mm).

3. Komparasi nilai erosivitas

Tahapan ini bertujuan untuk membandingkan nilai erosivitas hasil analisis menggunakan metode metode Wischmeier-Smith, metode Lenvian, dan metode Indeks Fournier yang dimodifikasi. Komparasi dilakukan menggunakan beberapa parameter statistik yaitu; nilai minimal, nilai maksimal, dan nilai rata-rata. Parameter statistik tersebut dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan: μ adalah nilai rata-rata, x_i nilai data piksel ke-i, dan n banyaknya piksel.

Nilai erosivitas dianalisis menggunakan uji T berpasangan (*paired T-tes*) untuk mengetahui signifikansi perbedaan antara metode Wischmeier-Smith, metode Lenvian, dan metode Indeks Fournier yang dimodifikasi. Persamaan yang digunakan pada uji T adalah sebagai berikut (Machiwal & Jha, 2012; Nuryadi et al., 2017):

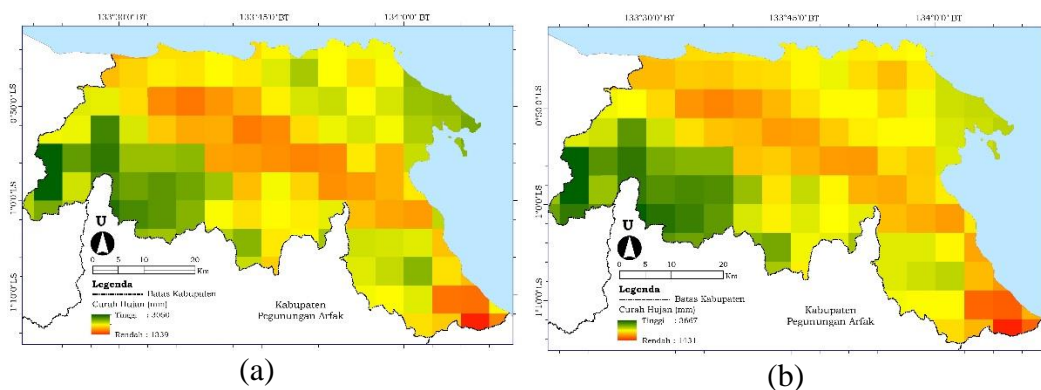
$$ts = \frac{|\bar{x}_2 - \bar{x}_1|}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan : ts adalah nilai uji T, S₁ adalah nilai variansi kelompok 1, S₂ adalah nilai variansi kelompok 2, n₁ adalah banyaknya data kelompok 1, dan n₂ adalah banyaknya data kelompok 2.

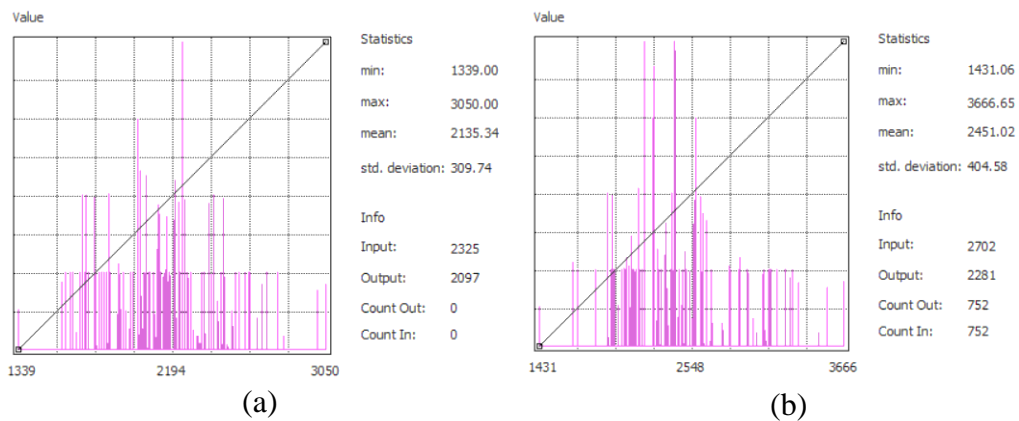
Uji T dilakukan pada tingkat signifikansi (*level of significance*) sebesar 5% atau α = 0,05. Jika nilai uji T (T_{hitung}) > nilai kritis (T_{tabel}) maka terdapat perbedaan yang signifikan antara metode erosivitas. Namun, jika nilai uji T (T_{hitung}) < nilai kritis (T_{tabel}) maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara metode erosivitas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis data CHIRPS, curah hujan tahunan di Kabupaten Manokwari pada tahun 2022 mencapai 2.135,34 mm dan curah hujan tahunan rata-rata berdasarkan perekaman CHIRPS tahun 1981– 2022 mencapai 2.451,02 mm. Distribusi spasial curah hujan tahunan di Kabupaten Manokwari berdasarkan hasil perekaman CHIRPS disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3.

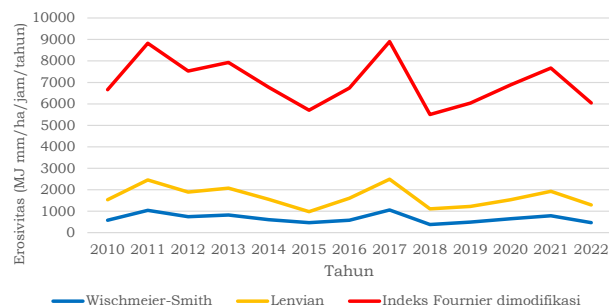


Gambar 2. Curah hujan tahunan di kabupaten manokwari; (a) curah hujan tahunan tahun 2022, (b) curah hujan tahunan rata-rata tahun 1981 - 2022

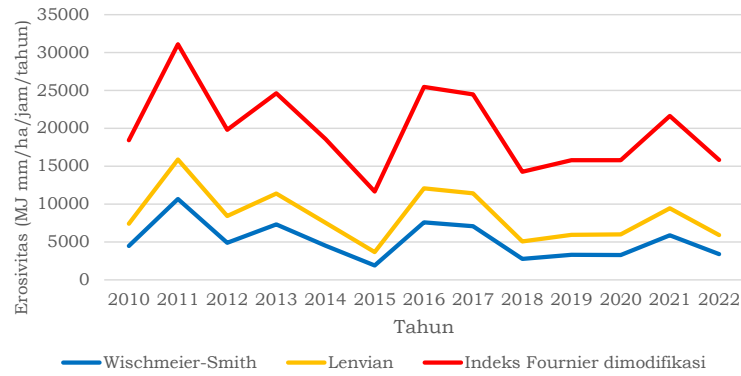


Gambar 3. Histogram dan parameter statistik curah hujan tahunan di Kabupaten Manokwari; (a) curah hujan tahunan tahun 2022, (b) curah hujan tahunan rata-rata tahun 1981 - 2022

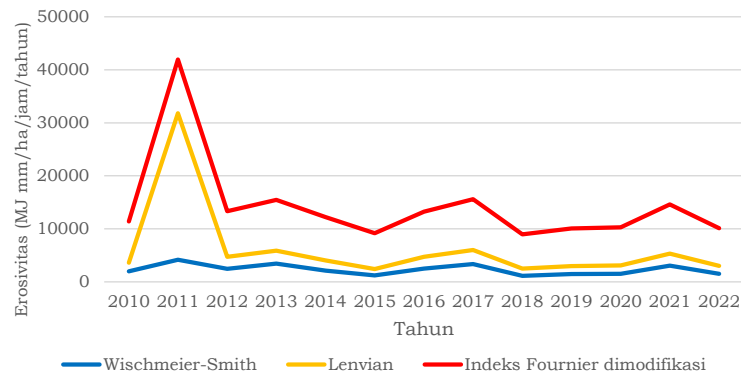
Erosivitas di Kabupaten Manokwari berdasarkan hasil analisis data CHIRPS tahun 2010 – 2022 sebesar 2.302,84 MJ mm/ha/jam/tahun berdasarkan metode Wischmeier-Smith, 1.947,58 MJ mm/ha/jam/tahun berdasarkan metode Lenvian, dan 8.174,51 MJ mm/ha/jam/tahun berdasarkan metode metode Indeks Fournier yang telah dimodifikasi. Secara umum nilai erosivitas yang diperoleh dari hasil analisis menggunakan metode Indeks Fournier yang telah dimodifikasi lebih tinggi dibandingkan metode Wischmeier-Smith dan metode Lenvian. Sedangkan metode Wischmeier-Smith memberikan nilai erosivitas lebih rendah dibandingkan metode Lenvian dan metode Indeks Fournier yang telah dimodifikasi. Komparasi antara metode Wischmeier-Smith, metode Lenvian, dan metode dan metode Indeks Fournier yang telah dimodifikasi dalam menganalisis erosivitas di Kabupaten Manokwari menggunakan data CHIRPS perekaman tahun 2010 - 2022 disajikan pada Gambar 4 – Gambar 6. Sedangkan distribusi spasial erosivitas di Kabupaten Manokwari berdasarkan hasil analisis data CHIRPS tahun 2010 - 2022 dan ketiga metode tersebut disajikan pada Gambar 7 dan Gambar 8.



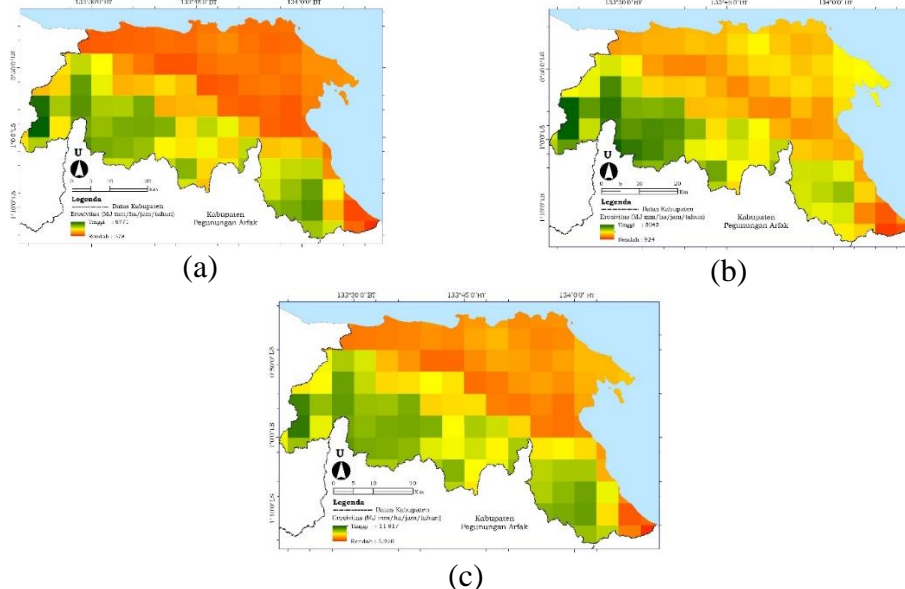
Gambar 4. Grafik perbandingan erosivitas minimum di Kabupaten Manokwari berdasarkan pengolahan data CHIRPS tahun 2010 – 2022 dan beberapa metode analisis erosivitas



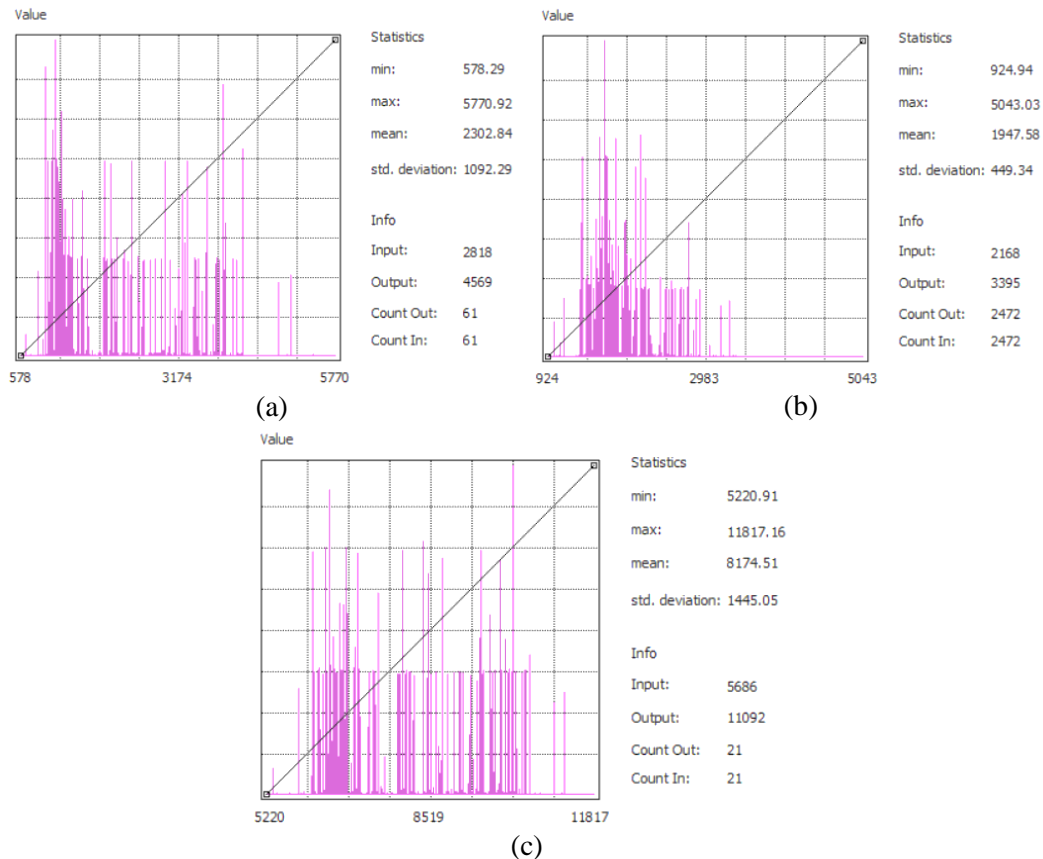
Gambar 5. Grafik perbandingan erosititas maksimum di Kabupaten Manokwari berdasarkan pengolahan data CHIRPS tahun 2010 – 2022 dan beberapa metode analisis erosititas



Gambar 6. Grafik perbandingan erosititas rata-rata di Kabupaten Manokwari berdasarkan pengolahan data CHIRPS tahun 2010 – 2022 dan beberapa metode analisis erosititas



Gambar 7. Distribusi erosititas rata-rata di Kabupaten Manokwari berdasarkan hasil analisis data CHIRPS tahun 2010 - 2022; (a) Metode Wischmeier-Smith, (b) Metode Lenvian, (c) Indeks Fournier yang telah dimodifikasi



Gambar 8. Histogram dan parameter statistik erosivitas di Kabupaten Manokwari berdasarkan pengolahan data CHIRPS tahun 2010 - 2022; (a) Metode Wischmeier-Smith, (b) Metode Lenvian, (c) Indeks Fournier yang telah dimodifikasi

Berdasarkan hasil analisis data CHIRPS tahun 2010 – 2022, metode Wischmeier-Smith memiliki korelasi sedang terhadap metode Lenvian, dan memiliki korelasi yang kuat terhadap metode Indeks Fournier yang telah dimodifikasi. Sedangkan metode Lenvian memiliki korelasi sedang terhadap metode Indeks Fournier yang telah dimodifikasi. Disamping itu hasil analisis erosivitas metode Wischmeier-Smith tidak berbeda signifikan terhadap hasil analisis erosivitas metode Lenvian, namun berbeda signifikan jika dibandingkan metode Indeks Fournier yang telah dimodifikasi. Sedangkan hasil analisis erosivitas metode Lenvian berbeda signifikan terhadap hasil analisis erosivitas metode Indeks Fournier yang telah dimodifikasi. Hasil uji T berpasangan antara metode Wischmeier-Smith, metode Lenvian, dan metode Indeks Fournier yang dimodifikasi berdasarkan analisis data CHIRPS perekaman tahun 2010 – 2022 disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji T berpasangan antara metode Wischmeier-Smith, metode Lenvian, dan metode Indeks Fournier yang telah dimodifikasi

Parameter	Wischmeier-Smith dan Lenvian	Wischmeier-Smith dan Indeks Fournier yang telah dimodifikasi	Lenvian dan Indeks Fournier yang telah dimodifikasi
Jumlah data	13	13	13
α	0,05	0,05	0,05
Rata-rata erosivitas 1	2303	2303	3858
Rata-rata erosivitas 2	3858	8175	8175
Variansi erosivitas 1	912392	912392	51238076
Variansi erosivitas 2	51238076	1486945	1486945
Koefisien korelasi (r)	0,63	0,99	0,54
T-tabel	1,78	1,78	1,78
T-hitung	0,85	69,35	2,36
Kesimpulan	Tidak berbeda signifikan	Berbeda signifikan	Berbeda signifikan

KESIMPULAN DAN SARAN

Penggunaan metode Indeks Fournier yang telah dimodifikasi dalam analisis erosivitas untuk kajian erosi akan mengakibatkan hasil analisis erosi menjadi lebih tinggi jika dibandingkan penggunaan metode Wischmeier-Smith dan metode Lenvian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Papua yang telah membiayai penelitian ini melalui skema penelitian Dosen Asisten Ahli tahun anggaran 2023 dengan nomor kontrak SP-126/UN42.15/PG/2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Arnoldus, H. M. J. (1980). An Approximation of the Rainfall Factor in the Universal Soil Loss Equation. In *Assessment of Erosion* (1st ed., pp. 127–132). John Wiley and Sons.
- Bols, P. (1978). *The Iso-erodent Map of Java and Madura*. Report of the Belgian Technical Assistance Project ATA 105-Soil Research Institute, Bogor, Indonesia. 39 pp.
- Budiyono, & Faisal, A. (2021). Evaluasi Data Climate Hazards Group Infrared Precipitation With Station (CHIRPS) Dengan Data Pembanding Automatic Weather Stations (AWS) Dalam Mengestimasi Curah Hujan Harian Di Provinsi Papua Barat. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 10(1), 64–72.
- Faisal, A., Indarto, I., Novita, E., & Budiyono, B. (2020). Komparasi Antara Climate Hazards Group Infrared Precipitation With Stations (CHIRPS) dan Global Precipitation Measurement (GPM) Dalam Membangkitkan Informasi Curah Hujan Harian di Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 24(2), 148–

156.

- Funk, C. C., Peterson, P. J., Landsfeld, M. F., Pedreros, D. H., Verdin, J. P., Rowland, J. D., Romero, B. E., Husak, G. J., Michaelsen, J. C., & Verdin, A. P. (2014). *A Quasi-Global Precipitation Time Series for Drought Monitoring* (1st ed.).
- Karger, D. N., & Zimmermann, N. E. (2019). *Climatologies at High resolution for the Earth Land Surface Areas CHELSA V1 . 2: Technical specification*.
- Lal, R. (1976). *Soil Erosion Problems on an Alfisolsin Western Nigeria and Their Control* (1st ed., Issue 1). IITA monograph No. 1.
- Machiwal, D., & Jha, M. K. (2012). *Hydrologic Time Series Analysis: Theory and Practice* (1st ed.). Springer International Publishing.
- Menteri Kehutanan. (2009). *Peraturan Menteri Kehutanan No P.32/Menhut-II/2009: Tata Cara Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Hutan dan Daerah Aliran Sungai (RTKRHL-DAS)* (1 ed.). Menteri Kehutanan.
- National Center for Atmospheric Research Staff. (2020). *The Climate Data Guide: Precipitation Data Sets: Overview & Comparison table*. Agustus.
- Nuryadi, Astuti, T. D., Utami, E. S., & Budiantara, M. (2017). *Dasar-Dasar Statistik Penelitian* (1st ed.). Sibuku Media.
- Remote Sensing System. (2021a). *AMSR-2/ AMSR-E*.
<https://www.remss.com/missions/amr/>
- Remote Sensing System. (2021b). *GMI*. <https://www.remss.com/missions/gmi/>
- Remote Sensing System. (2021c). *SSMI / SSMIS*. <https://www.remss.com/missions/ssmi/>
- Remote Sensing System. (2021d). *TMI*. <https://www.remss.com/missions/tmi/>
- Renard, K. G., & Freimund, J. R. (1994). Using Monthly Precipitation Data to Estimate the R Factor in the Revised USLE. *Journal of Hydrology*, 157(1–4), 287–306.
- Ritung, S., Nugroho, K., Mulyani, A., & Suryani, E. (2011). *Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan untuk Komoditas Pertanian* (2nd ed.). Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Weng, F. (2007). *Special Sensor Microwave Imager and Sounder (SSMIS) Antenna Brightness Temperature Data Record (TDR) Calibration and Validation User Manual*.
- Wischmeier, W. H. (1959). A Rainfall Erosion Index for a Universal Soil-Loss Equation. *Soil Science Society of America*, 23(3), 246–249.
- Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1978). Predicting Rainfall Erosion Losses : a Guide to Conservation Planning. In *Agriculture Handbook Number 537* (1st ed., Vol. 1, Issue 1). United States Department of Agriculture.