

KOMPARASI NILAI INDEKS FAKTOR PANJANG DAN KEMIRINGAN LERENG PADA BEBERAPA DATA DIGITAL ELEVATION MODEL RESOLUSI MENENGAH

*(Comparing of Slope Length Index Factor Based on Medium Resolution of
Digital Elevation Model Data)*

Arif Faisol^{*1)}, Mashudi²⁾, dan Samsul Bachri³⁾

¹⁾Fakultas Teknologi Pertanian UNIPA, jln. Gunung Salju Amban Monokwari papua Barat

²⁾ Fakultas Pertanian UNIPA, jln. Junung Salju Amban Monokwari Papua Barat

Email korespondensi: arif.unipa@gmail.com

ABSTRAK

Faktor panjang dan kemiringan lereng (LS) merupakan parameter utama pada sejumlah model prediksi erosi. Sejumlah peneliti didunia telah mengembangkan algoritma untuk menganalisis LS berdasarkan data *Digital Elevation Model* (DEM). Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan nilai LS pada 2 (dua) Daerah Aliran Sungai (DAS) di Kabupaten Manokwari Provinsi Papua Barat berdasarkan analisis beberapa data DEM resolusi menengah, yaitu DEM *Space Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), ASTER Global DEM, *Jaxa's Global ALOS 3D World*, dan *Copernicus* DEM. Nilai LS dihitung menggunakan metode Desmet – Govers. Hasil penelitian menunjukkan LS yang dianalisis menggunakan DEM Copernicus memberikan nilai yang lebih tinggi dibandingkan LS yang dihasilkan dari DEM SRTM, ASTER Global DEM, dan *Jaxa's Global ALOS 3D World*, sedangkan LS yang dihasilkan dari data ASTER Global DEM memberikan nilai lebih rendah. Berdasarkan uji F dan uji korelasi pearson, LS hasil analisis metode Desmet – Govers dan DEM SRTM, ASTER Global DEM, *Jaxa's Global ALOS 3D World*, dan *Copernicus* DEM memiliki perbedaan yang signifikan dengan tingkat korelasi lemah hingga sedang.

Kata Kunci: Desmet – Govers, DEM *Space Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), ASTER Global DEM, *Jaxa's Global ALOS 3D World*, *Copernicus* DEM.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Bengkuang dikategorikan oleh IPGRI (*international Plant Genetic Resources Insstitute*) sebagai salah satu tanaman yang terabaikan dan belum dimanfaatkan, adalah salah satu tanaman legum neotropics yang menghasilkan ubi akar yang dapat dikonsumsi. Sejauh ini bengkuang di Indonesia hanya dimanfaatkan sebagai bahan konsumsi segar padahal sebenarnya memiliki potensi industri yang cukup besar.

Tumbuhan bengkuang membentuk umbi akar (*cormus*) berbentuk bulat atau membulat seperti gasing dengan berat dapat mencapai 5 kg. Kulit umbinya tipis berwarna kuning pucat dan bagian dalamnya berwarna putih dengan cairan segar agak manis. Umbinya mengandung gula dan pati serta fosfor dan kalsium. Umbi ini juga memiliki efek pendingin karena mengandung kadar air 86-90%. Rasa manis berasal dari suatu oligosakarida yang disebut inulin, yang tidak bisa dicerna tubuh manusia (Wongsowijoyo, 2014).

Bengkuang memiliki kandungan air yang cukup tinggi. Hal ini menyebabkan bengkuang mudah ditumbuhi jamur dan bakteri yang dapat merusak dan menurunkan daya simpannya. Untuk mengatasi hal tersebut, salah satu metodenya dengan melakukan pengeringan dengan metode osmosis.

Osmotic dehydration (OD) adalah operasi yang digunakan untuk menghilangkan sebagian air dari jaringan tanaman dengan pencelupan dalam larutan hipertonik, gula atau larutan garam, untuk mengurangi kadar air makanan. Teknik ini adalah proses dehidrasi parsial untuk memberikan peningkatan kualitas produk atas proses pengeringan konvensional. Dehidrasi osmotik dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti agen osmotik, konsentrasi zat terlarut, suhu, waktu, ukuran, dan bentuk dan kekompakan jaringan bahan, agitasi dan rasio larutan/sampel. Teknik ini membantu menghemat energi keseluruhan relatif terhadap prosedur pengeringan lainnya (Akbarian, 2014).

Berdasarkan penjelasan di atas, maka dilakukannya penelitian tentang pengaruh suhu dan konsentrasi larutan terhadap proses dehidrasi osmosis dan mengetahui suhu dan konsentrasi yang optimal untuk proses dehidrasi osmosis. Sejumlah model prediksi erosi menggunakan indeks faktor panjang dan kemiringan lereng (LS) sebagai salah satu parameter utama, diantaranya Universal Soil Loss Equation (USLE) (Wischmeier & Smith, 1978), Modified Universal Soil Loss Equation (MUSLE), Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) (Renard, Foster, Weesies, McCool, & Yoder, 1997), Wind Erosion Prediction System (WEPS) (USDA-ARS, 2020), Water Erosion Prediction Project (WEPP) (Flanagan, 1995), dan European Soil Erosion Model (EUROSEM) (Jiang et al., 2024). Salah satu data yang sering digunakan untuk menganalisis LS adalah Digital Elevation Model (DEM), karena DEM dapat

menampilkan dan mensimulasikan topografi permukaan bumi secara digital (Hui-ping, Nong, Shao-Feng, & Yue-qiao, 2006).

Sejumlah peneliti didunia telah mengembangkan algoritma untuk menganalisis LS menggunakan DEM, diantaranya Hickey et al. (1994), Dong et al. (2022), Desmet - Govers (1996), Moore - Wilson (1992), Kumar - Kushwaha (2013), Životić (2012), Perović (2013), Saygin (2013), dan Yoshino (2005). Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Oliveira et al. (2013), Raj et al. (2018), Yao et al. (2010), Kong (2020), dan Chidi et al. (2021) menunjukkan bahwa resolusi DEM berkorelasi dengan nilai LS.

Saat ini telah tersedia data DEM pada berbagai resolusi spasial, diantaranya Space Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) yang memiliki resolusi 30 m, 90 m, dan 1000 m (NASA-JPL, 2015), ASTER Global Digital Elevation Model yang memiliki resolusi spasial 30 m (Abrams & Crippen, 2019), Jaxa's Global ALOS 3D World yang memiliki resolusi spasial 30 m (JAXA EORC, 2020), Copernicus Digital Elevation Model yang memiliki resolusi spasial 10 m, 30 m, dan 90 m (The European Space Agency, 2022), Light Detection and Ranging (LiDAR) memiliki resolusi spasial 1 m (Badan Informasi Geospasial, 2018), Interferometric Synthetic Aperture Radar (IfSAR) memiliki resolusi spasial 5 m (Badan Informasi Geospasial, 2018), Sentinel-1 memiliki resolusi spasial 9 m (European Space Agency, 2024), dan DEMNAS memiliki resolusi spasial 8 m (Badan Informasi Geospasial, 2018).

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan nilai LS pada 2 (dua) Daerah Aliran Sungai (DAS) di Kabupaten Manokwari Provinsi Papua Barat berdasarkan analisis beberapa data DEM resolusi menengah, yaitu DAS Arui dan DAS Nuni.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain laptop merk Dell Latitude E7240, MS Excel 2024, dan Quantum GIS versi 3.34.0.

Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah data DEM SRTM resolusi 30 m, ASTER Global DEM, *Jaxa's Global ALOS 3D World*, dan *Copernicus DEM*.

Prosedur Penelitian

Secara umum penelitian ini terdiri atas 3 (tiga) tahapan utama, yaitu; (1) inventarisasi data yang bertujuan untuk mengumpulkan data DEM, (2) analisis LS yang bertujuan untuk menghitung nilai LS berdasarkan data DEM, dan (3) membandingkan nilai LS.

Nilai LS dihitung menggunakan Quantum GIS berdasarkan metode Desmet - Govers dengan persamaan berikut (Desmet & Govers, 1996):

$$L_{(i,j)} = \frac{(A_{(i,j)} + D^2)^{m+1} - A_{(i,j)}^{m+1}}{x^m D^{m+2} 22,13^m} \dots\dots\dots (1)$$

$$S = -1,5 + \frac{17}{(1 + e^{(2,3 - 6,1 \sin \beta)})} \dots\dots\dots (2)$$

$$m = \frac{\beta}{\beta + 1} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

- L = indeks faktor panjang lereng
- S = indeks faktor kemiringan lereng
- λ = panjang lereng
- A = sel (piksel) data raster (m²)
- D = ukuran piksel (resolusi data raster) (m)
- m = faktor pangkat indeks panjang dan kemiringan lereng
- x = koefisien koreksi
- β = kelerengan (°)

Komparasi nilai LS dilakukan menggunakan sejumlah parameter statistik diantaranya nilai rata-rata, nilai minimum, nilai maksimum, dan simpangan baku. Nilai rata-rata dihitung menggunakan persamaan berikut (Wackerly, Mendenhall, & Scheaffer, 2008; Randolph & Myers, 2013):

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Keterangan:

- μ = nilai rata-rata
 - x_i = nilai data ke-i
 - n = banyaknya data
- Nilai simpangan baku dihitung menggunakan persamaan berikut (Wackerly et al., 2008; Randolph & Myers, 2013):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n}}$$

Keterangan :

- σ = simpangan baku
- μ = nilai rata-rata
- x_i = nilai data ke-i
- n = banyaknya data

Disamping itu komparasi nilai LS dilakukan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) atau uji F dan uji korelasi Pearson. Uji F digunakan untuk mengetahui tingkat perbedaan nilai LS dan dihitung menggunakan persamaan berikut (Geisser, 2006; Singh, 2006; Wackerly et al., 2008):

$$F = \frac{\frac{\sum_{i=1}^K n_i (\mu_i - \mu)^2}{(k-1)}}{\frac{\sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^{n_i} (\mu_{ij} - \mu_i)^2}{(n-k)}} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

- F = nilai uji F
 - μ = nilai rata-rata semua data
 - μ_i = nilai rata-rata data ke-i
 - n_i = jumlah data ke-i
 - K = jumlah grup (kelompok data)
 - μ_{ij} = nilai rata-rata data ke-i dan grup ke-k
- Uji F dilakukan pada tingkat signifikansi 5% atau $\alpha = 0,05$. Jika nilai uji F (F_{hitung}) > nilai kritis (F_{tabel}) maka terdapat perbedaan nilai LS yang signifikan, dan jika nilai uji F (F_{hitung}) < nilai kritis (F_{tabel}) maka terdapat perbedaan yang tidak signifikan nilai LS. Uji korelasi Pearson dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})(x_i - \bar{x})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

- r = nilai uji korelasi Pearson

y_i = nilai LS DEM 1 pada piksel ke- i

\bar{y} = nilai LS rata-rata DEM 1

x_i = nilai LS DEM 2 pada piksel ke- i

\bar{x} = nilai LS rata-rata DEM 2

n = jumlah piksel.

Tingkat keeratan hubungan nilai LS pada berbagai data DEM disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tingkat keeratan hubungan nilai LS antar metode (Jackson, 2009)**Parameter Penelitian**

a. Kadar air Akhir

Pengukuran kadar air dilakukan dengan metode gravimetrik/oven yaitu dilakukan dengan memasukkan sampel sebelum perendaman kedalam cawan yang telah ditimbang untuk mendapatkan data berat awal (W_{0x}). Setelah itu, dimasukkan dalam oven hingga bobot konstan selama 24 jam pada suhu 105°C . Lalu, bahan dikeluarkan dan dimasukkan kedalam desikator selama 15 menit (W_x). Data yang diperoleh, kemudian diolah dengan rumus dibawah:

$$M_x = \frac{W_{0x} - W_x}{W_{0x}} \times 100\%$$

Keterangan:

M_x : Kadar air basis basah pada sampel x (%).

W_{0x} : Berat sampel x awal bengkang pada waktu $t=0$ (g).

W_x : Berat sampel x kering pada waktu t (g)

b. Penurunan Bobot (WR)

Mengambil sampel data awal sebelum perendaman (W_{0x}) dan data berat sampel kering sebelum perendaman (S_{0x}). Kemudian sampel yang telah direndam, diambil dan ditiriskan. Kemudian, diletakkan pada cawan dan ditimbang (W_x).

$$WR_x = \frac{W_{0x} - W_x}{S_{0x}}$$

Keterangan:

WR_x : Penurunan bobot sampel x (g).

W_{0x} : Berat sampel x pada waktu $t=0$ (g).

W_x : Berat sampel x setelah perendaman pada waktu t (g).

S_{0x} : Berat kering sampel x sebelum perendaman (g).

c. Padatan terlarut yang masuk dalam bahan (SG)

Menimbang sampel kering sebelum perendaman (S_{0x}), dan sampel yang telah direndam pada waktu t , dikeringkan hingga bobot konstan selama 24 jam pada suhu 105°C (S_x). Data yang telah diperoleh kemudian dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$SG_x = \frac{S_x - S_{0x}}{S_{0x}}$$

Keterangan:

SG_x : Solid gain waktu t (g).

S_{0x} : Berat kering sampel x sebelum perendaman (g).

S_x : Berat kering sampel x setelah perendaman pada waktu t (g).

d. Jumlah air yang keluar dari bahan (WL)

Jumlah air yang keluar dari bahan dapat dihitung menggunakan data-data yang telah diolah yakni jumlah air yang keluar dari bahan (WR_x) dan padatan terlarut yang masuk dalam bahan (SG_x). kemudian dianalisis dengan perhitungan sebagai berikut:

$$WL_x = WR_x + SG_x$$

Keterangan:

WL_x : Jumlah air yang keluar dari bahan pada sampel x (g).

WR_x : Penurunan bobot pada sampel x (g)

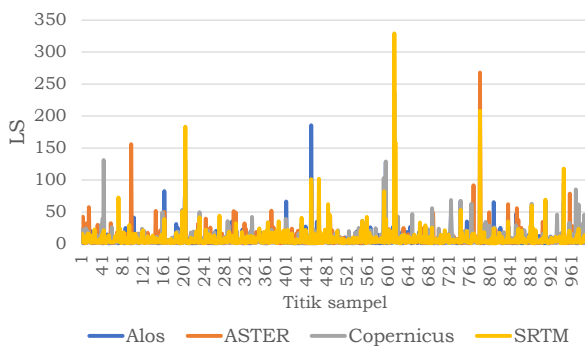
SG_x : Padatan terlarut yang masuk dalam bahan pada sampel x (g).

Koefisien korelasi (r)	Tingkat hubungan
0,70 – 1,00	Kuat
0,30 – 0,69	Sedang
0,00 – 0,29	Lemah

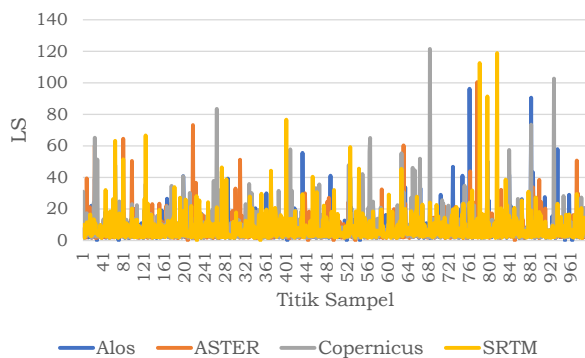
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis statistik, LS di Kabupaten Manokwari memiliki nilai minimal 0,03 pada semua data DEM. Namun LS yang dianalisis dari DEM Copernicus memberikan nilai rata-rata dan nilai maksimal yang lebih tinggi dibandingkan DEM SRTM, ASTER Global DEM, dan *Jaxa's Global ALOS 3D World*. Sedangkan LS yang dihasilkan dari data ASTER Global DEM memberikan nilai rata-rata dan nilai maksimum lebih rendah dibandingkan DEM SRTM, *Jaxa's Global ALOS 3D World*, dan *Copernicus DEM*.

Hal ini disebabkan DEM Copernicus memiliki nilai kelerengan tertinggi dan ASTER Global DEM memiliki nilai kelerengan terendah dibandingkan data DEM yang lainnya. Komparasi nilai LS pada DAS Arui dan DAS Nuni disajikan pada Gambar 1 dan Gambar 2, sedangkan hasil analisis statistik nilai LS disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3, dan hasil analisis statistik kelerengan disajikan pada Tabel 4 dan Tabel 5. Distribusi spasial LS pada DAS Arui dan DAS Nuni disajikan pada Gambar 2 sampai Gambar 10.



Gambar 1. Grafik perbandingan nilai LS pada DAS Arui berdasarkan analisis DEM resolusi menengah dan metode Desmet – Govers



Gambar 2. Grafik perbandingan nilai LS pada DAS Nuni berdasarkan analisis DEM resolusi menengah dan metode Desmet – Govers

Tabel 2. Statistik nilai LS di DAS Arui hasil analisis DEM resolusi menengah dan metode Desmet – Govers

Parameter statistik	SRTM	ASTER	ALOS	Copernicus
Minimum	0,03	0,03	0,03	0,03

Parameter statistik	SRTM	ASTER	ALOS	Copernicus
Maksimum	1051	483	1157	744
Rata-rata	7,83	6,47	6,61	8,09
Simpangan baku	17,17	10,13	16,47	16,59

Tabel 3. Statistik nilai LS di DAS Nuni hasil analisis DEM resolusi menengah dan metode Desmet – Govers

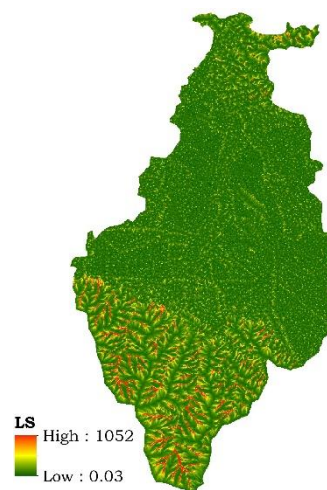
Parameter statistik	SRTM	ASTER	ALOS	Copernicus
Minimum	0,03	0,03	0,03	0,03
Maksimum	238	194	245	310
Rata-rata	7,47	6,44	6,94	7,39
Simpangan baku	9,09	7,24	8,33	9,33

Tabel 4. Statistik nilai kelerengan DAS Arui hasil analisis DEM resolusi menengah

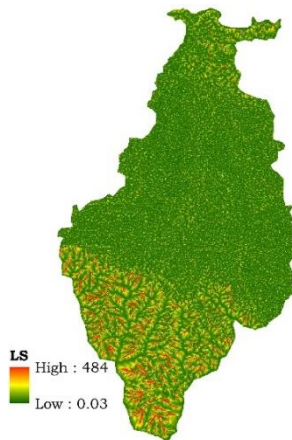
Parameter statistik	SRTM	ASTER	ALOS	Copernicus
Minimum	0	0	0	0
Maksimum	73,49	44,27	56,83	56,18
Rata-rata	9,81	5,76	5,66	10,19
Simpangan baku	10,51	5,25	6,06	11,20

Tabel 5. Statistik nilai kelerengan DAS Nuni hasil analisis DEM resolusi menengah

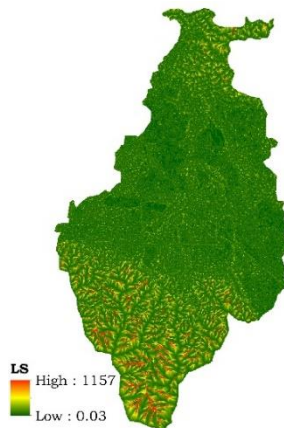
Parameter statistik	SRTM	ASTER	ALOS	Copernicus
Minimum	0	0	0	0
Maksimum	60,85	67,96	66,82	55,31
Rata-rata	13,57	7,82	8,04	14,38
Simpangan baku	8,30	5,17	5,25	8,89



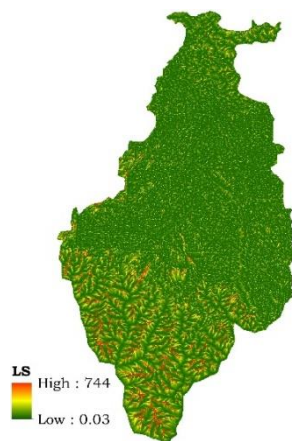
Gambar 3. Distribusi spasial nilai LS pada DAS Arui berdasarkan metode Desmet – Govers dan DEM SRTM



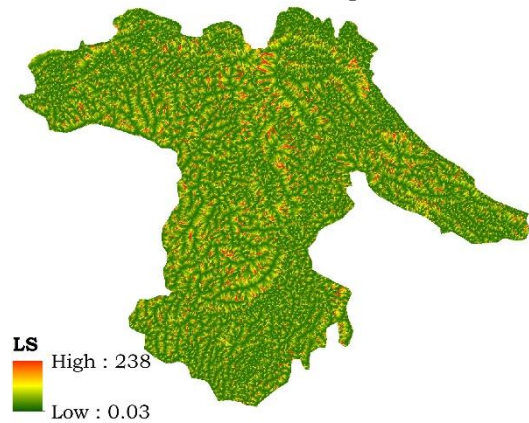
Gambar 4. Distribusi spasial nilai LS pada DAS Arui berdasarkan metode Desmet – Govers dan DEM ASTER



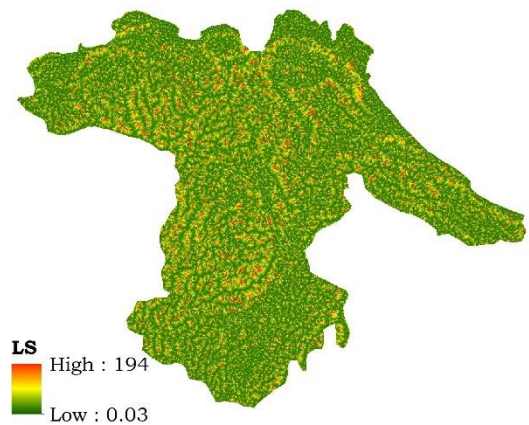
Gambar 5. Distribusi spasial nilai LS pada DAS Arui berdasarkan metode Desmet – Govers dan DEM *Jaxa's Global ALOS 3D World*



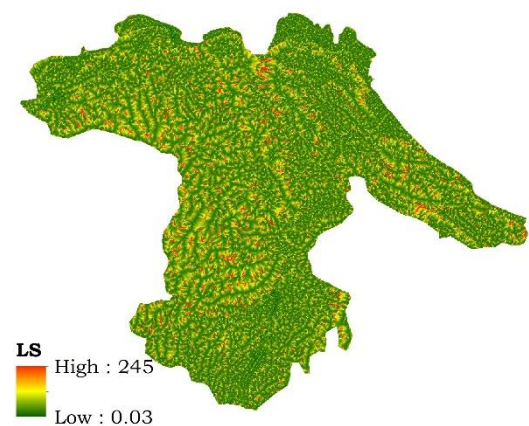
Gambar 6. Distribusi spasial nilai LS pada DAS Arui berdasarkan metode Desmet – Govers dan DEM *Copernicus*



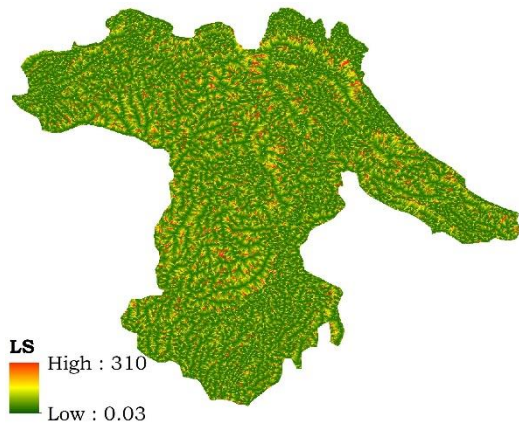
Gambar 7. Distribusi spasial nilai LS pada DAS Nuni berdasarkan metode Desmet – Govers dan DEM SRTM



Gambar 8. Distribusi spasial nilai LS pada DAS Nuni berdasarkan metode Desmet – Govers dan DEM ASTER



Gambar 9. Distribusi spasial nilai LS pada DAS Nuni berdasarkan metode Desmet – Govers dan DEM *Jaxa's Global ALOS 3D World*



Gambar 10. Distribusi spasial nilai LS pada DAS Nuni berdasarkan metode Desmet – Govers dan DEM Copernicus

Hasil penelitian ini berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Michalopoulou et al. (2022) dan Raj et al. (2018). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Michalopoulou et al. (2022) menunjukkan bahwa nilai LS yang dianalisis dari DEM SRTM memberikan nilai yang lebih rendah dibandingkan ASTER Global DEM dan *Jaxa's Global ALOS 3D World*, dan LS dari *Jaxa's Global ALOS 3D World* memberikan nilai lebih tinggi dibandingkan LS dari DEM SRTM dan ASTER Global DEM. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Raj et al. (2018) menunjukkan bahwa LS dari DEM ASTER lebih tinggi dibandingkan DEM SRTM.

Berdasarkan hasil uji F atau ANOVA, nilai F hitung LS yang dianalisis berdasarkan data DEM SRTM, ASTER Global DEM, *Jaxa's Global ALOS 3D World*, dan *Copernicus* DEM lebih tinggi dari F kritis, sehingga nilai LS hasil analisis DEM resolusi menengah dan metode Desmet – Govers memiliki perbedaan yang signifikan. Hasil ANOVA nilai LS disajikan pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 6. Hasil uji F nilai LS pada DAS Arui hasil analisis DEM resolusi menengah dan metode Desmet – Govers

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	1566	3	522	2.61	0.05	2.60

Within Groups	793886	3972	200
---------------	--------	------	-----

Total	795452	3975
-------	--------	------

Tabel 7. Hasil uji F nilai LS pada DAS Nuni hasil analisis DEM resolusi menengah dan metode Desmet – Govers

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	660	3	220	2.84	0.04	2.60
Within Groups	307265	3972	77			

Total	307925	3975
-------	--------	------

Berdasarkan hasil uji korelasi, nilai LS yang dianalisis berdasarkan metode Desmet – Govers dan data DEM SRTM, ASTER Global DEM, *Jaxa's Global ALOS 3D World*, dan *Copernicus* DEM memiliki korelasi lemah hingga sedang. Hasil uji korelasi nilai LS disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil uji korelasi (r) nilai LS hasil analisis DEM resolusi menengah dan metode Desmet – Govers

LS	DAS Arui	DAS Nuni	Rata-rata
ALOS - ASTER	0,35	0,22	0,28
ALOS - Copernicus	0,56	0,42	0,39
ALOS - SRTM	0,49	0,45	0,35
ASTER - Copernicus	0,31	0,22	0,26
ASTER - SRTM	0,49	0,23	0,35
Copernicus - SRTM	0,69	0,32	0,45

KESIMPULAN

Secara umum LS yang dianalisis menggunakan metode Desmet – Govers dan DEM Copernicus memberikan nilai yang lebih tinggi dibandingkan LS yang dihasilkan dari DEM SRTM, ASTER Global DEM, dan *Jaxa's Global ALOS 3D World*. Namun perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan metode perhitungan LS yang berbeda, misalnya menggunakan metode Hickey, Moore –

Wilson, Kumar - Kushwaha, Životić, Perović, Saygin, dan Yoshino.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Papua yang telah membiayai penelitian ini melalui skema Penelitian Dosen Asisten Ahli tahun anggaran 2022 dengan nomor kontrak SP-164/UN42/PG/2022

DAFTAR PUSTAKA

- Abrams, M., & Crippen, R. (2019). ASTER Global DEM (Digital Elevation Mode) - Quick Guide for V3. In *California Institute of Technology* (Vol. 3).
- Badan Informasi Geospasial. (2018). DEMNAS: Seamless Digital Elevation Model (DEM) dan Batimetri Nasional. Retrieved from <https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/>
- Chidi, C. L., Zhao, W., Chaudhary, S., Xiong, D., & Wu, Y. (2021). Sensitivity assessment of spatial resolution difference in dem for soil erosion estimation based on uav observations: An experiment on agriculture terraces in the middle hill of nepal. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10(1), 1–17. <https://doi.org/10.3390/ijgi10010028>
- Desmet, P. J. J., & Govers, G. (1996). A GIS Procedure for Automatically Calculating the USLE LS Factor on Topographically Complex Landscape Units. *Journal of Soil and Water Conservation*, 51(5), 427–433.
- Dong, L., Ge, C., Zhang, H., Liu, Z., Yang, Q., Jin, B., ... Geissen, V. (2022). An optimized method for extracting slope length in RUSLE from raster digital elevation. *Catena*, 209(P2), 105818. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105818>
- European Space Agency. (2024). Level-1 Ground Range Detected. Retrieved March 23, 2024, from <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/user-guides/sentinel-1-sar/resolutions/level-1-ground-range-detected>
- Flanagan, D. C. (1995). *USDA - Water Erosion Prediction Project: Hillslope Profile and Watershed Model Documentation*. Indiana.
- Geisser, S. (2006). *Modes of Parametric Statistical Inference* (1st ed.). New Jersey: Wiley - Interscience.
- Hickey, R., Smith, A., & Jankowski, P. (1994). Slope length calculations from a DEM within ARC/INFO grid. *Computers, Environment and Urban Systems*, 18(5), 365–380. [https://doi.org/10.1016/0198-9715\(94\)90017-5](https://doi.org/10.1016/0198-9715(94)90017-5)
- Hui-ping, Z. H., Nong, Y., Shao-Feng, L. S., & Yue-qiao, Z. H. (2006). Recent progress in the DEM-based tectonogeomorphic study. *Geological Bulletin of China*, 25(6), 1–10.
- Jackson, S. L. (2009). *Research Methods and Statistics: A Critical Thinking Approach* (3rd ed.). Belmont: Wadsworth. Retrieved from www.ichapters.com
- JAXA EORC. (2020). ALOS Global Digital Surface Model (DSM). In *Earth Observation Research Center Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA EORC)*. Retrieved from https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/aw3d30/aw3d30v31_product_e_a.pdf
- Jiang, J., Luo, M., Bai, L., Sang, Y., Yang, S., & Yang, H. (2024). Study of slope length (L) extraction based on slope streamline and the comparison of method results. In *Scientific Reports* (Vol. 14). Nature Publishing Group UK. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-56696-w>
- Kong, F. (2020). Comparison of Slope Length Factor Extraction in Hillslope Soil Erosion Model with Different DEM Resolution. *Agricultural Biotechnology*, 9(1), 89–95.
- Kumar, S., & Kushwaha, S. P. . (2013).

- Title: Modeling Soil Erosion Risk based on RUSLE-3D using GIS in a Shivalik sub-watershed. *Journal of Earth System Science*, 122(2), 389–398. <https://doi.org/10.1007/s12040-013-0276-0>
- Michalopoulou, M., Depountis, N., Nikolakopoulos, K., & Boumpoulis, V. (2022). The Significance of Digital Elevation Models in the Calculation of LS Factor and Soil Erosion. *Land*, 11, 36 p. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/land11091592>
- Moore, I. D., & Wilson, J. P. (1992). Length-slope Factors for the Revised Universal Soil Loss Equation: Simplified Method of Estimation. *Journal of Soil & Water Conservation*, 47(5), 423–428.
- NASA-JPL. (2015). *The Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) Collection User Guide*. Retrieved from https://lpdaac.usgs.gov/documents/179/SRTM_User_Guide_V3.pdf
- Oliveira, P. T. S., Rodrigues, D. B. B., Sobrinho, T. A., Panachuki, E., & Wendland, E. (2013). Acta Scientiarum Use of SRTM data to calculate the (R) USLE topographic factor. *Acta Scientiarum*, 35(3), 507–513. <https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v35i3.15792>
- Perović, V., Životić, L., Kadović, R., Dordević, A., Jaramaz, D., Mrvić, V., & Todorović, M. (2013). Spatial Modelling of Soil Erosion Potential in a Mountainous Watershed of South-eastern Serbia. *Environmental Earth Sciences*, 68(1), 115–128. <https://doi.org/10.1007/s12665-012-1720-1>
- Raj, A. R., George, J., S, R., Kumar, S., & Agrawal, S. (2018). Effect of DEM Resolution on LS Factor Computation. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 315–321.
- Raj, R., George, J., Kumar, S., & Agarwal, S. (2018). Effect of DEM resolution on LS factor computation. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, (November), 315–321. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-5-315-2018>
- Randolph, K. A., & Myers, L. L. (2013). *Basic Statistics in Multivariate Analysis* (1st ed.; T. Tripodi, Ed.). New York: Oxford University Press.
- Renard, K. G., Foster, G. R., Weesies, G. A., McCool, D. K., & Yoder, D. . (1997). *Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planing With the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)* (1st ed.). United States Department of Agriculture.
- Saygın, S. D., Ozcan, A. U., Basaran, M., Timur, O. B., Dolarslan, M., Yilman, F. E., & Erpul, G. (2013). The Combined RUSLE/SDR Approach Integrated with GIS and Geostatistics to Estimate Annual Sediment Flux Rates in the Semi-arid Catchment, Turkey. *Environmental Earth Sciences*, 71(4), 1605–1618. <https://doi.org/10.1007/s12665-013-2565-y>
- Singh, Y. K. (2006). *Fundamental of Reserach Methodology and Statistics* (1st ed.). New Delhi: New Age International Publisher.
- The European Space Agency. (2022). Copernicus Digital Elevation Model Handbook. In *GSICS Quarterly*.
- USDA-ARS. (2020). *Wind Erosion Prediction System (WEPS): Technical Documentation*. USDA Agriculture Handbook 727. Fort Collins. Retrieved from <https://www.ars.usda.gov/services/software/download.htm?softwareid=415>.
- Wackerly, D. D., Mendenhall, W., & Scheaffer, R. L. (2008). *Mathematical*

- statistics with applications. In *Mathematical Statistics With Applications* (7th ed.). Belmont: Thomson Brooks/Cole. <https://doi.org/10.1201/9781315275864>
- 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). Washington D.C.: United States Department of Agriculture.
- Yao, C., McCool, D. K., & Elliot, W. J. (2010). DEM resolution effects on hillslope length and steepness estimates for erosion modeling. *American Society of Agricultural and Biological Engineers Annual International Meeting 2010, ASABE 2010*, 7(January 2010), 6014–6033. <https://doi.org/10.13031/2013.32045>
- Yoshino, K., & Ishioka, Y. (2005). Guidelines for Soil Conservation Towards Integrated Basin Management for Sustainable Development: A New Approach Based on the Assessment of Soil Loss Risk using Remote Sensing and GIS. *Paddy and Water Environment*, 3(4), 235–247. <https://doi.org/10.1007/s10333-005-0023-5>
- Životić, L., Perović, V., Jaramaz, D., Dordević, A., Petrović, R., & Todorović, M. (2012). Application of USLE, GIS, and Remote Sensing in the Assessment of Soil Erosion Rates in Southeastern Serbia. *Polish Journal of Environmental Studies*, 21(6), 1929–1935.