



POLA SPASIAL PENUTUPAN/PENGGUNAAN LAHAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN SPATIAL METRIC DI DAS WAE RIUAPA

(Spatial Patterns of Land Cover/Use Using Spatial Metric Approach in Wae Riuapa Watershed)

Olvan Leatomu¹, Patrich P. E. Papilaya², & Aryanto Boreel^{2*}

¹Program Studi Kehutanan, Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Pattimura, Indonesia, 97233

²Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Pattimura, Indonesia, 97233

Informasi Artikel:

Submission : 03 Oktober 2024
Accepted : 14 Mei 2024
Publish : 22 Mei 2024

*Penulis Korespondensi:

Aryanto Boreel
Program Studi Kehutanan, Jurusan
Kehutanan, Fakultas Pertanian,
Universitas Pattimura
Jl. Ir. M. Putuhena, Desa Poka, Ambon,
97233
e-mail: boreelarie@gmail.com
Telp: +6281383046957

Makila 18 (1) 2023: 115-125

DOI:
<https://doi.org/10.30598/makila.v18i1.10699>

ABSTRACT

The purpose of this study is to employ a spatial metric approach to analyse land cover/land use patterns in the Wae Riuapa watershed from 2015 to 2022. This study was carried out using two levels of analysis. First, a spatial analysis utilising Geographic Information System (GIS) software was used to identify the land cover/land use classes at the research locations in 2015 and 2022. Landsat 8 imagery from 2015 and Landsat 9 imaging from 2022 are the data used. Using spatial metrics techniques, the second step of analysis in this study examined spatial patterns of land cover and land use. With an area of 15184.70 Ha in 2015 and 13587.09 Ha in 2022, secondary dryland forests led the land cover/land use class, according to the statistics. Density and continuity are seen to be declining in spatial patterns, whereas fragmentation indicators are rising. This demonstrates that because of the fragmentation of the greatest land cover/land use class resulting from several land use conversion activities, the spatial link between patches tends to be disconnected and the distance between clusters rises.

KEYWORDS: *Spatial Patterns, Land Cover/Land Use, Spatial Metric, Watershed*

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola penutupan dan penggunaan lahan di DAS Wae Riuapa dari tahun 2015 hingga 2022. Metode metrik ruang digunakan. Studi ini dilakukan dalam dua tahap. Pertama, identifikasi kelas penutupan dan penggunaan lahan di lokasi penelitian pada tahun 2015 dan 2022, dan analisis spasial dilakukan menggunakan program Sistem Informasi Geografis (SIG). Tahap kedua, pola penutupan dan penggunaan lahan dinilai menggunakan metode metrik ruang. Citra Landsat 8 dan 9 tahun 2015 dan 2022 digunakan untuk analisis ini. Menurut hasil penelitian, hutan lahan kering sekunder mendominasi kelas penutupan dan penggunaan lahan dengan luasan 15184,70 ha pada tahun 2015 dan 13587,09 ha pada tahun 2022. Pola spasial menunjukkan peningkatan indikator fragmentasi, sementara kepadatan dan kontinuitas menurun. Hal ini menunjukkan

bahwa jarak antar klaster meningkat dan hubungan antar patch cenderung tidak terhubung satu sama lain secara spasial. Ini disebabkan oleh fakta bahwa berbagai aktivitas alih fungsi lahan telah memecah kelas penutupan dan penggunaan lahan terbesar.

KATA KUNCI : Pola Spasial, Penutupan/Penggunaan Lahan, Spatial Metric, DAS

PENDAHULUAN

Kebutuhan manusia terhadap lahan meningkat sebagai akibat dari pertumbuhan industri yang cepat dan persentase penduduk yang meningkat di Indonesia. Dalam penelitian yang dilakukan oleh FAO, tutupan hutan di Indonesia telah berkurang dari 74% menjadi 56% dalam jangka waktu 30 hingga 40 tahun. FAO juga mencatat bahwa deforestasi meningkat dari tahun 1970-an menjadi ± 300.000 ha per tahun, naik menjadi ± 600.000 ha per tahun, dan pada tahun 1990, deforestasi meningkat secara signifikan menjadi $\pm 1.000.000$ ha per tahun (FAO, 1990; Wicaksono, 2018).

Mungkin dianggap sebagai fenomena yang telah terjadi dan akan terus terjadi baik di Indonesia maupun di seluruh dunia. Perubahan penutupan dan penggunaan lahan yang dinamis adalah salah satu proses yang dapat menunjukkan adanya perubahan dan perkembangan suatu wilayah. Analisis spasial multi-temporal dapat digunakan untuk mengamati perubahan ini. Suatu wilayah atau lahan dapat dicirikan oleh perkembangan dan kompleksitasnya oleh pola ruang dan penggunaan lahan. Saat ini, informasi spasial sangat penting dan harus dipertimbangkan dalam setiap perencanaan pembangunan wilayah atau daerah. Model spasial adalah salah satu dari banyak output yang dihasilkan oleh informasi tata ruang, yang dapat digunakan sebagai referensi dan bahan pertimbangan dalam proses pengambilan keputusan. Oleh karena itu, analisis spasial diperlukan untuk memahami perubahan tersebut (Wijaya et al., 2017).

Satu dari 46 DAS di Kabupaten Seram Bagian Barat adalah DAS Wae Riuapa. Wilayah administratif DAS Wae Riuapa meliputi Kecamatan Kairatu dan Kecamatan Inamosol, dengan rata-rata pertumbuhan penduduk di Kecamatan Kairatu 1,57% per tahun dan di Kecamatan Inamosol 1,92% per tahun. Jumlah penduduk yang terus meningkat di dua Kecamatan ini menyebabkan kebutuhan lahan di DAS Wae Riuapa meningkat. Akibatnya, jumlah lahan seperti hutan terus berkurang seiring dengan alih fungsi lahan untuk berbagai tujuan. Akibatnya, alih fungsi lahan telah terjadi karena sumber daya alam dan potensi unggulan Kabupaten Seram Bagian Barat, termasuk pertanian tanaman pangan (padi sawah), hortikultura, dan perkebunan (RPD Kabupaten Seram Bagian Barat Tahun 2023-2026, 2022). Struktur dan pola spasial DAS Wae Riuapa berdasarkan karakteristik alamnya menunjukkan perubahan lahan.

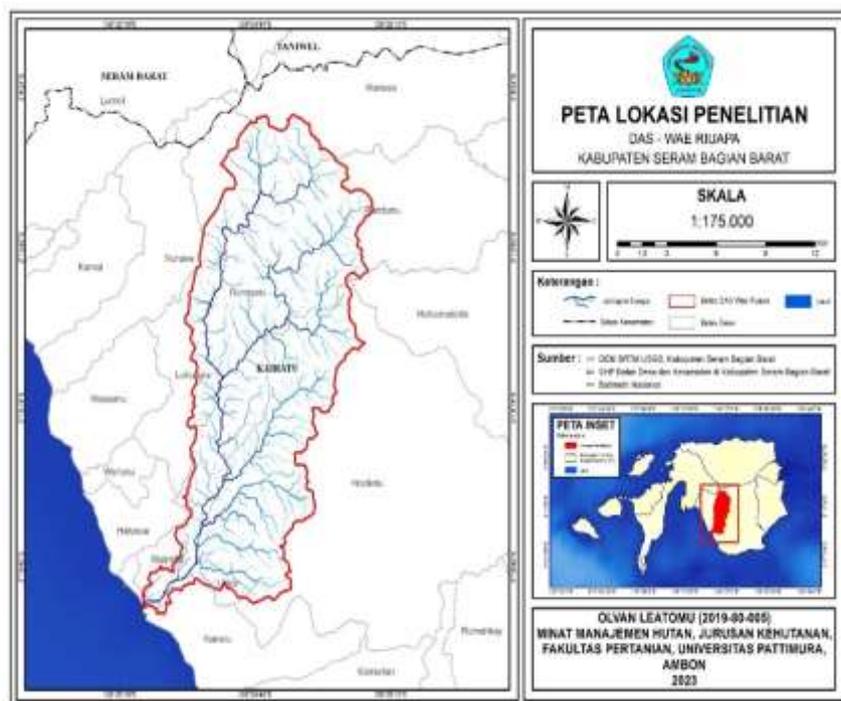
Penginderaan jauh atau penginderaan jauh adalah dua alat yang dapat digunakan untuk mendapatkan informasi spasial. Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sistem informasi yang secara khusus mengelola data yang berisi informasi spasial (Prahasta, 2001 ; Radeng, 2021). Penginderaan jauh, atau penginderaan jauh, adalah disiplin ilmu yang menerima dan memperoleh informasi tentang permukaan Bumi tanpa melakukan kontak langsung dengannya (Setiawan, 2012). Metrics spatial, bersama dengan SIG dan penginderaan jauh, adalah salah satu jenis analisis spasial yang berkaitan dengan perkembangan suatu daerah, terutama daerah perkotaan. Metrics spatial adalah analisis dengan pendekatan kuantitatif yang dapat digunakan untuk menilai karakteristik spasial struktur perkotaan serta karakteristik spasial penggunaan lahan. Metrics spatial juga dianggap sebagai salah satu pendekatan yang paling akurat untuk memahami pola spasial penutupan atau penggunaan lahan (Wijaya et al., 2017). Selain itu, metrik ruang juga digunakan untuk melihat pola fragmentasi suatu bentang lahan (Landscape). Varela (2009) menyatakan bahwa fragmentasi adalah istilah umum yang digunakan untuk mengetahui dan mengidentifikasi karakteristik, pola pertumbuhan, dan dampak dari suatu wilayah. Studi tentang fragmentasi telah dibahas dengan berbagai tujuan karena ketertarikannya pada studi ekologi, sosial-ekonomi, dan pengelolaan lahan.

Penggunaan sistem informasi geografis (SIG) dan penginderaan jauh dalam kombinasi dengan metrik spasial dapat meningkatkan analisis, yang memiliki dampak yang signifikan terhadap penelitian yang dilakukan. Selain itu, tidak banyak penelitian tentang pola spasial di Maluku, terutama di wilayah Kabupaten Seram Bagian Barat, yang menggunakan penggabungan sistem informasi geografis (SIG) dan penginderaan jauh dengan pendekatan spatial metric. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola spasial penutupan dan penggunaan lahan di DAS Wae Riuapa dari tahun 2015 hingga 2022.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Studi ini dilakukan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Wae Riuapa, yang terletak di Kabupaten Seram Bagian Barat (SBB), Provinsi Maluku, dengan luas 19890,85 ha, dari bulan April hingga Juni 2023.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Teknik Pengumpulan Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer dimulai dengan data rekaman Landsat 8 OLI rekaman tahun 2015 dan Landsat 9 OLI rekaman tahun 2022 (Path 109/Row 62), yang dapat diakses secara langsung dari situs web USGS EarthExp. Data sekunder, di sisi lain, diperoleh dari penelitian literatur yang relevan dan mendukung penelitian, seperti data BPS Kecamatan Kairatu dan Inamosol.

Proses Analisis

Data Studi ini dilakukan dalam dua tahapan analisis. Tahap pertama dilakukan dengan menemukan kelas penutupan atau penggunaan lahan di lokasi penelitian dari tahun 2015 hingga 2022 dengan menggunakan program Sistem Informasi Geografis (SIG). Dalam penelitian ini, kelas penutupan dan penggunaan lahan diidentifikasi melalui interpretasi gambar menggunakan metode klasifikasi terbimbing. Buku Petunjuk Teknis Penafsiran Citra Satelit Resolusi Sedang, yang diterbitkan oleh Direktorat Inventarisasi dan Pemantauan Sumberdaya Hutan, Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan dan Tata Lingkungan, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan pada tahun 2020, telah disesuaikan dengan koreksi geometrik dan radiometrik. Dalam tahap kedua penelitian ini, pola penutupan dan penggunaan lahan dievaluasi menggunakan metode metrik ruang. Dalam penelitian ini, metrik ruang digunakan untuk melacak karakteristik dan pola penutupan/penggunaan lahan di DAS Wae Riuapa dari tahun 2015 hingga 2022. Analisis metrik ruang dilakukan dengan menggunakan software Fragstat 4.2, dan dilakukan dalam dua kategori: landscape metric dan class metric. Landscape metric menganalisis pola ruang dalam skala bentang

lahan (landscape) lokasi penelitian, sedangkan class metric menganalisis pola ruang dalam skala bentang lahan (urban). **Tabel 1** menunjukkan jenis matriks yang dianalisis dalam penelitian ini (Boreel dkk., 2023).

Tabel 1. Jenis Matrics yang dipakai dalam Penelitian

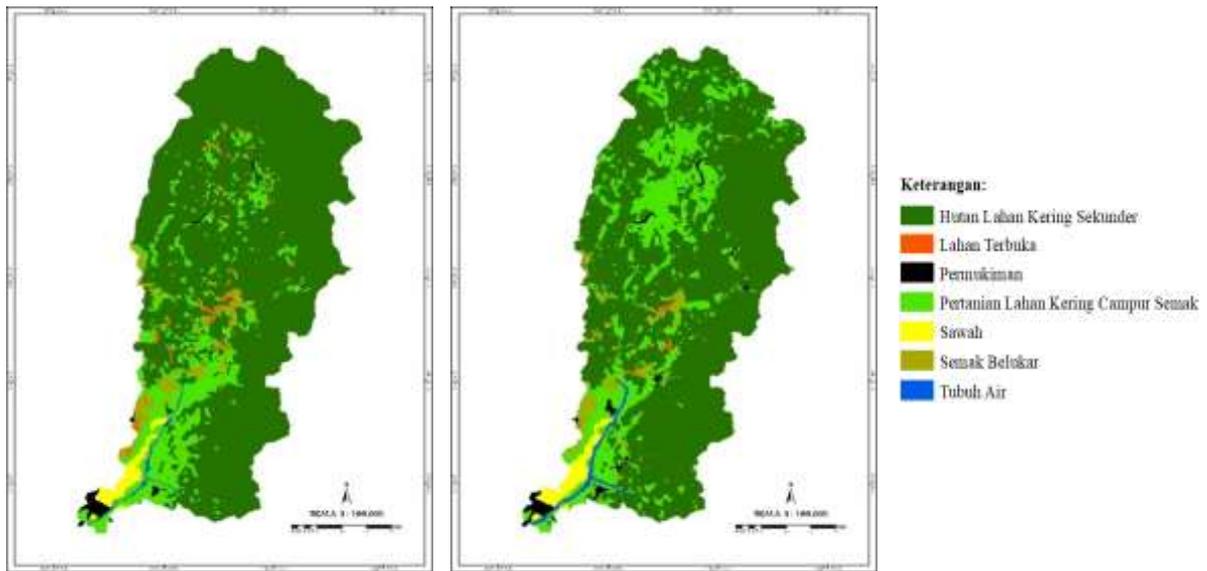
No	Jenis Matrics	Rumus
1.	<i>Largest Patch Index (LPI)</i>	$LPI = \frac{\max (a_{ij})_{j=1}^n}{A} (100)$
2.	<i>Patch Density (PD)</i>	$PD = \frac{n_i}{A} (10.000)$
3.	COHESION	$COHESION = \left[1 - \frac{\sum_{j=1}^n P_{ij}}{\sum_{j=1}^n P_{ij} \sqrt{a_{ij}}} \right] \left[1 - \frac{1}{\sqrt{Z}} \right]^{-1} (100)$
4.	<i>Contiguity Index (CONTIG)</i>	$CONTIG = \frac{\left[\frac{\sum_{r=1}^n C_{ijr}}{a_{ij}} \right] - 1}{V - 1} (100)$
5.	MESH	$MESH = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}^2}{A} (100)$
6.	SPLIT	$SPLIT = \frac{A}{\sum_{j=1}^n a_{ij}^2}$

Keterangan : Pi adalah persentase Lansekap yang termasuk dalam satu jenis kelas tertentu; A adalah luas total lansekap (m²); aij adalah luas areal kelas ij (m²); Pij adalah perimeter patch ij (m) yang menunjukkan jumlah sel pada tepi patch yang terkoneksi secara fisik; Z adalah jumlah sel pada Lansekap yang diamati; V adalah jumlah nilai pixel dalam template 3 x 3; ni adalah jumlah patch kelas-i; dan nijc adalah jumlah area inti yang terpisah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penutupan/Penggunaan Lahan DAS Wae Riuapa Tahun 2015 - 2022

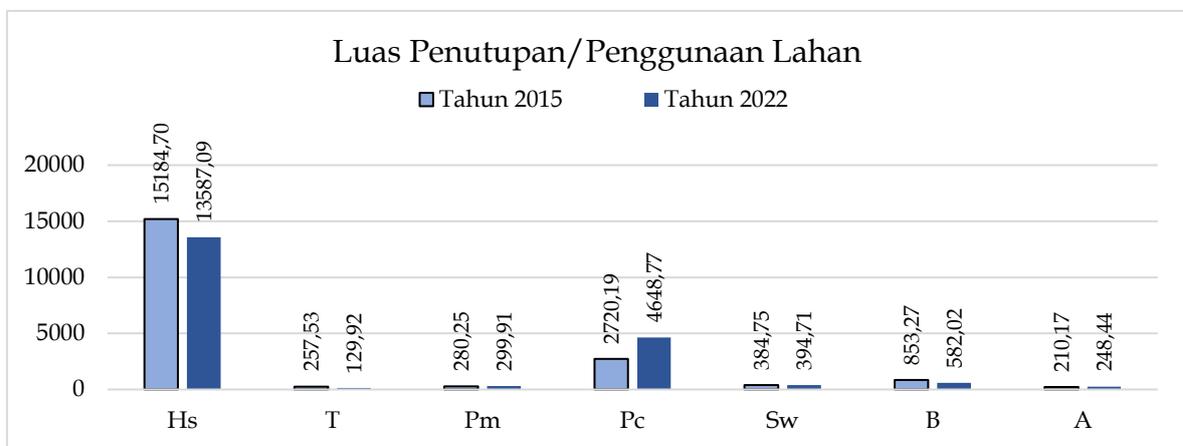
Dalam penelitian ini, beberapa kelas penutupan/penggunaan lahan termasuk hutan lahan kering sekunder, lahan terbuka, permukiman, pertanian lahan kering campur semak, sawah, semak belukar, dan tubuh air digunakan. **Gambar 2** menunjukkan sebaran kelas penutupan/penggunaan lahan tahun 2015 dan 2022.



(a) Penutupan/Penggunaan Lahan DAS Wae Riuapa Tahun 2015 (b) Penutupan/Penggunaan Lahan DAS Wae Riuapa Tahun 2022

Gambar 2. Sebaran Penutupan/Penggunaan Lahan Das Wae Riuapa (a) Tahun 2015, (b) Tahun 2022

Luasan DAS Wae Riuapa sebesar 19890,85 ha yang digunakan atau ditutup. Perbandingan luasan untuk masing-masing kelas penutupan/penggunaan lahan dari tahun 2015 hingga 2022 ditunjukkan pada **Gambar 3** di bawah ini.



Keterangan : Hs=Hutan lahan kering sekunder; T=Lahan Terbuka; Pm=Permukiman; Pc=Pertanian lahan kering campur semak; Sw=Sawah; B=Semak Belukar; A=Tubuh Air

Gambar 3. Luas Penutupan/Penggunaan Lahan DAS Wae Riuapa Tahun 2015 dan 2022

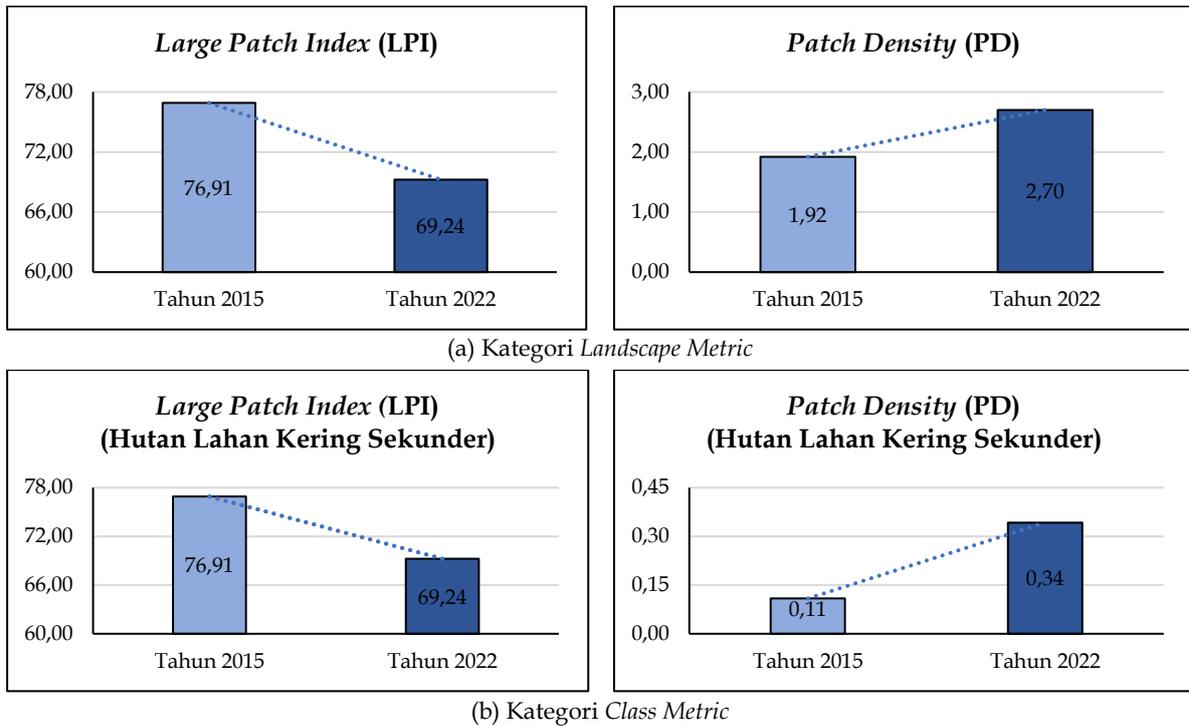
Pola Spasial Penutupan/Penggunaan Lahan DAS Wae Riuapa Tahun 2015 - 2022 Menggunakan Spatial Metric

Metode spasial metrik digunakan untuk mengamati pola perubahan penutupan dan penggunaan lahan dalam penelitian ini. Di antara parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah Indeks Patch Large (LPI) dan Indeks Kepatuhan Patch (PD), yang masing-masing menunjukkan kepadatan (density); Indeks Kontinuitas dan COHESION (CONTIG), yang menunjukkan kontinuitas (continuity); dan Indeks MESH dan SPLIT, yang menunjukkan

fragmentasi (fragmentasi). **Tabel 2** menunjukkan perbandingan konfigurasi spasial penutupan dan penggunaan lahan di lokasi penelitian dari tahun 2015–2022 untuk kategori metrik taman.

Tabel 2. Perbandingan Konfigurasi Spasial di DAS Wae Riuapa Tahun 2015 dan 2022

Kelas_PL	LPI	PD	COHESION	CONTIG	MESH	SPLIT
Tahun 2015	1,92	0,47	76,91	99,29	11559,32	1,67
Tahun 2022	2,70	0,36	69,24	99,26	9396,62	2,05

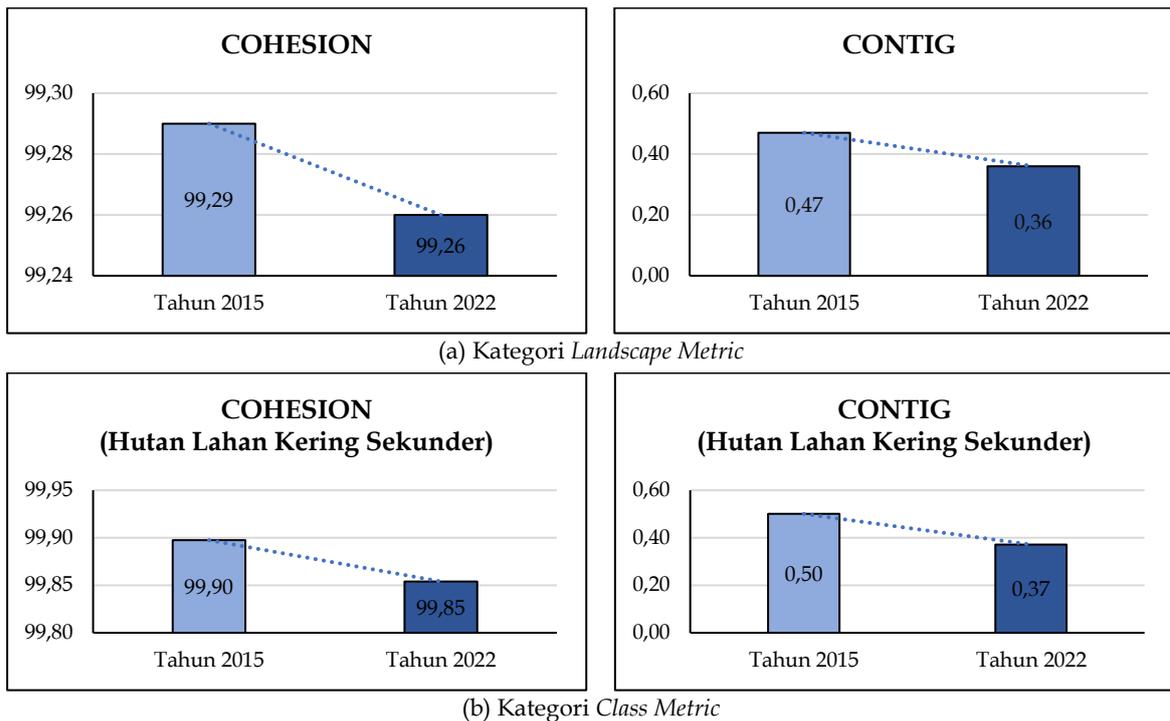


Gambar 4. Indikator Kepadatan (*Density*) (a) Kategori Landscape Metric; (b) Kategori Class Metric

Large Patch Index (LPI) adalah persentase landscape yang terdiri dari patch terbesar. **Gambar 4a dan 4b** menunjukkan nilai LPI yang sama karena hutan lahan kering sekunder merupakan patch terbesar secara landscape. LPI juga menunjukkan persentase terbesar dari patch dalam suatu kelas dibandingkan dengan total luas landscape. Nilai metrik LPI berubah dan mengalami tren penurunan, seperti yang ditunjukkan oleh grafik indikator kepadatan (*Density*). Hutan lahan kering sekunder mengalami penurunan luasan karena tekanan atau intervensi dari kelas penutupan dan penggunaan lahan berupa pertanian lahan kering campur semak yang sedang berkembang dan cukup besar di daerah ini. Tingkat kepadatan juga mulai menurun, yang berdampak pada luas patch hutan secara keseluruhan. Ini ditunjukkan oleh penurunan nilai LPI. Hal ini sesuai dengan Jatayu (2017), yang menunjukkan penurunan nilai metrik LPI pada beberapa kelas selama periode tertentu. Namun, perubahan ini terjadi pada kelas penutupan dan penggunaan lahan yang berbeda dari kelas dalam penelitian ini. Oleh karena itu, penelitian Jatayu (2017) digunakan untuk melakukan perbandingan atau komparasi penelitian ini.

Dalam penelitian ini, metrik kerapatan patch (PD) meningkat dari 1,92 pada tahun 2015 menjadi 2,70 pada tahun 2022. Ini adalah metrik yang mengukur kerapatan dan tingkat fragmentasi

penutupan atau penggunaan lahan. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kerapatan atau kepadatan spasial dari penutupan dan penggunaan lahan di lokasi penelitian telah berkurang. Hal ini menunjukkan kesamaan dengan Wijaya (2017), yang menjelaskan bahwa nilai PD yang lebih tinggi menunjukkan kerapatan spasial penutupan/penggunaan lahan yang lebih rendah, sementara nilai PD yang lebih rendah menunjukkan kerapatan spasial penutupan/penggunaan lahan yang lebih tinggi. Penambahan nilai PD juga menunjukkan peningkatan fragmentasi.

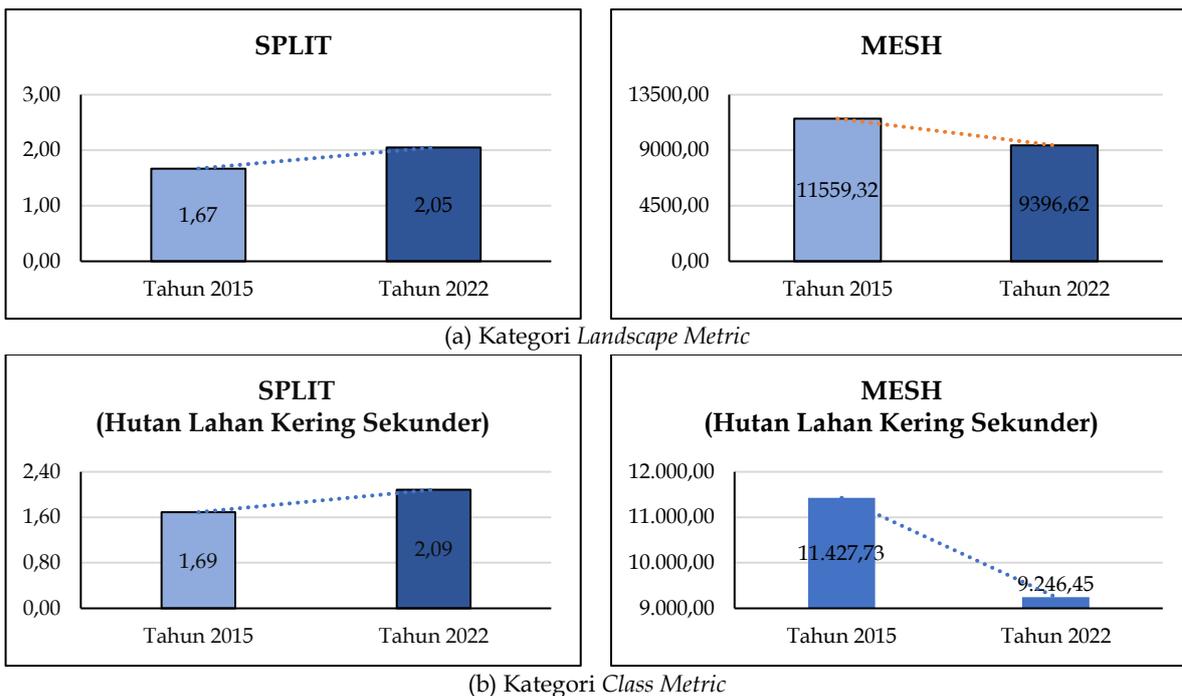


Gambar 5. Indikator Kontinuitas (Continuity); (a) Kategori Landscape Metric; (b) Kategori Class Metric

Keterhubungan fisik antara kelas penutupan dan penggunaan lahan ditunjukkan oleh indikator kontinuitas (Continuity). Banyak patch yang mulai tidak terkoneksi atau terpisah-pisah, seperti yang ditunjukkan oleh kategori landscape metrik (Gambar 5a) dengan penurunan nilai COHESION dan CONTIG. Dalam studi ini, nilai COHESION turun 0,03 dari 99,29 pada tahun 2015 menjadi 99,26 pada tahun 2022, dan nilai CONTIG turun 0,11 dari 0,47 pada tahun 2015 menjadi 0,36 pada tahun 2022. Hubungan antar patch secara spasial cenderung tidak terhubung satu sama lain karena fragmentasi di lokasi penelitian, seperti yang ditunjukkan oleh perubahan ini. Ini disebabkan oleh perubahan luasan yang terjadi di setiap kelas penutupan dan penggunaan lahan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Akibatnya, jarak rata-rata antar klaster meningkat. Jatayu (2017) menyatakan bahwa penurunan nilai COHESION menunjukkan bahwa tingkat keterhubungan antar patch menurun ketika terjadi perubahan luas dan terbentuk patch baru. Selain itu, ketika terjadi fragmentasi yang disebabkan oleh penurunan luas, tingkat keterhubungan antar patch juga menurun. Jatayu et al. (2020) juga menunjukkan pola perubahan yang sama, dengan penurunan nilai

CONTIG, yang menunjukkan bahwa jarak antar kluster meningkat. Namun, perubahan luasan terbesar yang diamati tidak sama dengan yang ditunjukkan dalam penelitian ini.

Gambar 5b menunjukkan bahwa hutan lahan kering sekunder, yang merupakan patch terbesar, mengalami penurunan nilai COHESION dan CONTIG, yang berdampak pada tingkat keterhubungan patch. Diduga bahwa hutan lahan kering sekunder mengalami penurunan luasan, sedangkan kelas penutupan atau penggunaan lain, seperti pertanian lahan kering campur semak, mengalami peningkatan luasan.



Gambar 6. Indikator Fragmentasi (*Fragmentation*); (a) Kategori *Landscape Metric*; (b) Kategori *Class Metric*

Jatayu et al. (2020) menyatakan bahwa nilai SPLIT yang lebih tinggi menunjukkan fragmentasi yang lebih besar, dan nilai MESH yang lebih rendah menunjukkan fragmentasi yang lebih besar. Namun, temuan penelitian mereka menunjukkan perbandingan, dengan nilai MESH yang meningkat dan nilai SPLIT yang menurun, yang menunjukkan bahwa fragmentasi menurun. Dengan demikian, DAS Wae Riuapa telah terfragmentasi secara spasial, seperti yang ditunjukkan oleh kenaikan nilai SPLIT dari tahun 2015 sebesar 1,67 menjadi 2,05 pada tahun 2022 dan penurunan nilai MESH dari 11559,32 pada tahun 2015 menjadi 9396,62 pada tahun 2022 (Gambar 6a). Nilai SPLIT dan MESH naik karena alih fungsi lahan yang terus-menerus; alih fungsi lahan pertanian menyebabkan fragmentasi terbesar. Sebagai patch terbesar dari hutan lahan kering sekunder, nilai SPLIT meningkat dan nilai MESH menurun, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6b. Akibatnya, hutan lahan kering sekunder telah terfragmentasi. Rijal (2016) menyatakan bahwa aktivitas pembukaan dan konversi hutan menyebabkan fragmentasi landscape hutan. Dengan demikian, hutan lahan kering sekunder di lokasi penelitian secara signifikan diubah menjadi lahan pertanian, sehingga lahan pertanian yang sebelumnya memiliki pola dan penyebaran kecil berubah menjadi

semakin masif dan mengelompok. Berbeda dengan penelitian Jatayu et al. (2020), yang menunjukkan peningkatan nilai MESH dan penurunan nilai SPLIT yang menunjukkan penurunan fragmentasi.

KESIMPULAN

Pola spasial menggunakan *spatiil metric* menunjukkan bahwa nilai LPI menurun dari 76,91 menjadi 69,24. Nilai PD meningkat dari 1,92 menjadi 2,70. Nilai COHESION menurun dari 99,29 menjadi 99,26. Nilai CONTIG menurun dari 0,47 menjadi 0,36. Nilai SPLIT meningkat dari 1,67 menjadi 2,05. Nilai MESH menurun dari 11559,32 menjadi 9396,62. Perubahan nilai-nilai metrik tersebut turut dipengaruhi oleh perubahan nilai metrik dari patch terbesar, yakni hutan lahan kering sekunder yang mengalami perubahan luasan. Dengan demikian dapat diketahui bahwa secara spasial, *landscape* DAS Wae Riuapa telah terfragmentasi akibat dari perubahan luasan yang terjadi pada tiap kelas penutupan/penggunaan lahan sehingga tingkat kepadatan mengalami penurunan diikuti keterhubungan fisik antar patchnya cenderung tidak terkoneksi satu sama lain dan jarak antar klasternya bertambah.

DAFTAR PUSTAKA

- Boreel, A., Parera, L. R., & Farneubun, N. N. (2023). *Lansekap Di Sekitar Kawasan Hutan Lindung Gunung Nona Ambon Land Use Change And Configuration Of Landscape Spatial Pattern*. 7(1), 81–89.
- Jatayu, A. (2017). *Model Matematis Pengaruh Perubahan Pola Spasial Penggunaan Lahan Terhadap Peningkatan Temperatur Permukaan Wilayah Surabaya Timur*.
- Jatayu, A., Rustiadi, E., & Pribadi, D. O. (2020). A Quantitative Approach To Characterizing The Changes And Managing Urban Form For Sustaining The Suburb Of A Mega-Urban Region: The Case Of North Cianjur. *Sustainability (Switzerland)*, 12(19), 1–21. <https://doi.org/10.3390/Su12198085>
- Mcgarigal, K., & Marks, B. J. (1995). Fragstats: Spatial Pattern Analysis Program For Quantifying Landscape Structure. *General Technical Report - Us Department Of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Pnw-Gtr-351*.
- Peraturan Bupati Seram Bagian Barat Nomor 3.a Tahun 2022 Tentang Rencana Pembangunan Daerah Kabupaten Seram Bagian Barat Tahun 2023-2026.
- Radeng, A. K. (2021). *Proyeksi Perubahan Penutupan Lahan Di Sub Daerah Aliran Sungai Saddang Hulu Tahun 2031*.
- Rijal, S. (2016). Pola Spasial, Temporal Dan Perilaku Deforestasi Di Sumatera. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 2013–2015.
- Setiawan, W. (2012). Pengolahan Citra Penginderaan Jauh. In *Upi Press*. http://file.upi.edu/direktori/fpmipa/prodi_ilmu_komputer/196601011991031-wawan_setiawan/penginderaan_jarak_jauh_remote_sensing.pdf
- Varela, E. S. (2009). Fragmentación Urbana Y Su Relevancia En La Planificación Urbana Y Territorial Actual. *Ignire - Centro De Estudio De Política Pública*, 1(1), 49–58. https://node1.123dok.com/Dt02pdf/123dok_Es/003/791/3791563.Pdf.Pdf?X-Amz-

Content-Sha256=Unsigned-Payload&X-Amz-Algorithm=Aws4-Hmac-Sha256&X-Amz-Credential=7pkkq3duv8rg19bl%2f20230212%2f%2fs3%2faws4_Request&X-Amz-Date=20230212t040723z&X-Amz-Signedheaders=H

- Wicaksono, D. A. (2018). *Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Di Das Kalisari Menggunakan Remote Sensing*. Universitas Brawijaya, Fakultas Pertanian, Malang.
- Wijaya, A. (2017). Analisis Dinamika Pola Spasial Penggunaan Lahan Pada Wilayah Terdampak Kenaikan Muka Air Laut Di Kota Pekalongan. In *Departemen Perencanaan Wilayah Dan Kota, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya*. Departemen Perencanaan Wilayah Dan Kota, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Wijaya, A., Susetyo, C., Diny, A. Q., Nabila, D. H., Pamungkas, R. P., Hadikunnuha, M., & Adhi Pratomoatmojo, N. (2017). Spatial Pattern Dynamics Analysis Of Land Use At Coastal Area Using Spatial Metric In Pekalongan, Indonesia. *Research Journal Of Applied Sciences*, 13(6), 349–357. <https://doi.org/10.36478/Rjasci.2018.349.357>