ANALISIS SPASIAL PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN MENGGUNAKAN METODE *SUPERVISED CLASSIFICATION* PASCA BENCANA BANJIR BANDANG DI KECAMATAN PAUH, DAS BATANG KURANJI

Adhelia Josi Wulan Sari[1], Helfia Edial[2]
[1,2]Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Padang
adheliaaajws@gmail.com

ABSTRACT

Land cover change is an important indicator for describing the dynamics of the Earth's surface, particularly following disaster events. Information on post-flash flood land cover change and its spatial distribution patterns in Pauh District within the Batang Kuranji Watershed remains limited, highlighting the need for analyses capable of identifying both the magnitude of land cover change and its spatial characteristics. This study aimed to: (1) analyze land cover conditions before and after the flash flood event; (2) examine post-disaster land cover change; and (3) analyze the spatial distribution pattern of land cover change in Pauh District within the Batang Kuranji Watershed. A descriptive quantitative approach was employed using spatial analysis based on Remote Sensing and Geographic Information Systems (GIS). Land cover classification was performed using the Supervised Classification method with the Maximum Likelihood Classification (MLC) algorithm on Sentinel-2A imagery acquired in 2025 and January 2026, and the classification results were validated using a Confusion Matrix. Land cover change was analyzed using the Post-Classification Comparison (PCC) method through overlay techniques, while the spatial distribution pattern was examined using the Average Nearest Neighbor (ANN) method. The results indicate that the vegetation class remained the dominant land cover, covering 11,416 ha (95.64%) in 2025 and 11,004 ha (92.19%) in 2026. The classification achieved high accuracy, with an Overall Accuracy of 97.67% and a Kappa Coefficient of 0.965. Land cover change occurred over 443 ha (3.71%) of the study area, with the largest transition being from vegetation to bare land, covering 329 ha. The most extensive land cover change was identified in Lambung Bukit Village. The ANN analysis produced a Nearest Neighbor Ratio (NNR) of 0.42, indicating that the spatial distribution of land cover change exhibited a clustered pattern. These findings demonstrate that post-flash flood land cover change was concentrated along the Batang Kuranji River corridor and the upstream watershed area, providing valuable spatial information to support environmental monitoring and post-disaster land management.

Keywords: *Land Cover, Sentinel-2A, GIS, Supervised Classification, Post Classification Comparison, Average Nearest Neighbor.*

ABSTRAK

Perubahan tutupan lahan merupakan indikator penting dalam menggambarkan dinamika kondisi permukaan bumi, terutama setelah terjadinya bencana. Informasi mengenai perubahan tutupan lahan pascabanjir bandang beserta pola distribusi spasialnya di Kecamatan Pauh dalam batas DAS Batang Kuranji masih terbatas, sehingga diperlukan analisis yang mampu mengidentifikasi perubahan luas

sekaligus karakteristik persebarannya. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis kondisi tutupan lahan sebelum dan sesudah banjir bandang, (2) menganalisis perubahan tutupan lahan pascabencana, serta (3) menganalisis pola distribusi spasial perubahan tutupan lahan di Kecamatan Pauh dalam batas DAS Batang Kuranji. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan analisis spasial berbasis Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG). Klasifikasi tutupan lahan dilakukan menggunakan metode *Supervised Classification* dengan algoritma *Maximum Likelihood Classification* (MLC) pada citra Sentinel-2A tahun 2025 dan Januari 2026, kemudian divalidasi menggunakan *Confusion Matrix*. Analisis perubahan dilakukan menggunakan metode *Post Classification Comparison* (PCC) melalui teknik *overlay*, sedangkan pola distribusi spasial dianalisis menggunakan metode *Average Nearest Neighbor* (ANN). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelas vegetasi tetap mendominasi tutupan lahan dengan luas 11.416 ha (95,64%) pada tahun 2025 dan 11.004 ha (92,19%) pada tahun 2026. Hasil klasifikasi memiliki tingkat ketelitian yang sangat baik dengan *Overall Accuracy* sebesar 97,67% dan *Kappa Coefficient* sebesar 0,965. Perubahan tutupan lahan terjadi pada 443 ha (3,71%) dari luas wilayah penelitian, dengan perubahan terbesar berupa konversi vegetasi menjadi tanah kosong seluas 329 ha. Perubahan tutupan lahan paling dominan terjadi di Kelurahan Lambung Bukit. Analisis ANN menghasilkan *Nearest Neighbor Ratio* (NNR) sebesar 0,42, yang menunjukkan bahwa distribusi spasial perubahan tutupan lahan membentuk pola mengelompok *(clustered).* Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan tutupan lahan pascabanjir bandang terkonsentrasi pada wilayah yang berada di sepanjang Sungai Batang Kuranji dan kawasan hulu DAS, sehingga informasi yang dihasilkan dapat menjadi dasar dalam pemantauan lingkungan serta pengelolaan wilayah pascabencana.

Kata kunci: Tutupan lahan, Sentinel-2A, Sistem Informasi Geografis*, Supervised Classification; Post Classification Comparison; Average Nearest Neighbor*.

A. Pendahuluan

Tutupan lahan merupakan komponen penting yang menggambarkan kondisi fisik permukaan bumi dan bersifat dinamis sehingga dapat mengalami perubahan dari waktu ke waktu akibat faktor alami maupun aktivitas manusia (Rakuasa & Pakniany, 2022). perubahan tutupan lahan juga merupakan perubahan kondisi fisik permukaan bumi yang dapat diamati melalui perbandingan data pada waktu yang berbeda, sehingga memberikan informasi mengenai perubahan yang terjadi. Informasi tersebut diperlukan sebagai dasar dalam pengelolaan wilayah, khususnya pada kawasan Daerah Aliran Sungai (DAS), karena perubahan tutupan lahan berkaitan dengan kondisi lingkungan suatu wilayah.

Perkembangan teknologi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) memberikan kemudahan dalam memperoleh informasi perubahan tutupan lahan secara lebih efektif dan akurat. Pemanfaatan Citra satelit multitemporal memungkinkan dalam mengidentifikasi perubahan dengan merekam kondisi permukaan bumi pada waktu yang berbeda sehingga dapat dimanfaatkan untuk menganalisis perubahan tutupan lahan secara spasial dan kuantitatif. Citra satelit yang digunakan dalam penelitian ini Sentinel-2A karena memiliki resolusi spasial 10 meter yang memiliki kemampuan yang baik untuk pemetaan dan klasifikasi tutupan lahan karena menyediakan resolusi detail dan informasi spektral yang mampu membedakan berbagai kelas tutupan lahan secara rinci (Phiri, dkk. 2020). Selain itu, metode *Supervised Classification* dengan algoritma *Maximum Likelihood Classification* (MLC) mampu menghasilkan klasifikasi dengan tingkat ketelitian yang tinggi apabila didukung oleh pemilihan sampel pelatihan (*training sample*) yang jelas (Jauhari dkk., 2024).

Kecamatan Pauh merupakan salah satu wilayah yang berada dalam batas DAS Batang Kuranji, Kota Padang. Wilayah ini terdampak banjir bandang pada tahun 2025 sehingga pasca bencana banjir bandang, tutupan lahan diduga mengalami perubahan kondisiterutama pada kawasan yang dilalui oleh aliran Sungai Batang Kuranji. Meskipun demikian, informasi mengenai kondisi tutupan lahan sebelum dan setelah bencana, besarnya perubahan pada setiap kelas tutupan lahan, wilayah-wilayah yang mengalami perubahan, serta pola perubahan tutupan lahan di Kecamatan Pauh masih sangat terbatas.Informasi tersebut diperlukan sebagai data spasial yang dapat mendukung pengelolaan wilayah dan penyusunan upaya mitigasi bencana di Kecamatan Pauh.

Berbagai penelitian sebelumnya telah memanfaatkan citra satelit multitemporal untuk mengidentifikasi perubahan tutupan lahan. Namun, sebagian besar penelitian masih berfokus pada perubahan luas setiap kelas tutupan lahan. Analisis yang mengombinasikan Post Classification Comparison (PCC) untuk mengidentifikasi arah perubahan antar kelas tutupan lahan dengan

analisis Average Nearest Neighbor (ANN) untuk mengetahui pola distribusi spasial perubahan masih relatif terbatas, khususnya pada wilayah Kecamatan Pauh dalam batas DAS Batang Kuranji pascabencana banjir bandang. Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya menyajikan informasi mengenai perubahan luas antar kelas tutupan lahan, tetapi juga mengidentifikasi arah perubahan antar kelas tutupan lahan, wilayah-wilayah yang mengalami perubahan, serta pola distribusi spasial perubahan yang terjadi pasca bencana banjir bandang di Kecamatan Pauh dalam batas DAS Batang Kuranji, Kota Padang.

Penelitian ini memanfaatkan citra Sentinel-2A tahun 2025 dan 2026 untuk menganalisis kondisi tutupan lahan sebelum dan setelah bencana banjir bandang menggunakan metode *Supervised Classification* dengan algoritma *Maximum Likelihood Classification* (MLC). Selanjutnya, perubahan tutupan lahan dianalisis menggunakan metode *Post Classification Comparison* (PCC) melalui teknik *overlay*, sedangkan pola distribusi spasial perubahan dianalisis menggunakan metode *Average Nearest Neighbor* (ANN). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi tutupan lahan sebelum dan setelah bencana banjir bandang, menganalisis perubahan antar kelas tutupan lahan, serta menganalisis pola distribusi spasial perubahan tutupan lahan pasca bencana banjir bandang di Kecamatan Pauh dalam batas DAS Batang Kuranji.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif dengan pendekatan analisis spasial berbasis Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG). Penelitian ini memanfaatkan citra satelit Sentinel-2A tahun 2025 sebagai representasi kondisi sebelum banjir bandang dan citra 2026 sebagai representasi kondisi setelah banjir bandang. Penelitian dilaksanakan di Kecamatan Pauh yang berada dalam batas Daerah Aliran Sungai (DAS) Batang Kuranji, Kota Padang, Sumatera Barat.

Pengolahan data dilakukan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) melalui beberapa tahapan. Tahap pertama adalah klasifikasi tutupan lahan menggunakan metode *Supervised*

Classification dengan algoritma *Maximum Likelihood Classification* (MLC) untuk menghasilkan lima kelas tutupan lahan, yaitu badan air, lahan vegetasi, lahan pertanian, lahan terbangun, dan tanah kosong. Selanjutnya dilakukan uji akurasi menggunakan *Confusion Matrix* berdasarkan 86 titik sampel hasil *stratified random sampling* yang diverifikasi melalui observasi lapangan dan interpretasi citra resolusi tinggi *Google Earth Pro.* Parameter akurasi yang digunakan meliputi *Overall Accuracy, Producer's Accuracy, User's Accuracy*, dan *Kappa Coefficient*.

Analisis perubahan tutupan lahan dilakukan menggunakan metode *Post Classification Comparison* (PCC) melalui proses *overlay* antara peta hasil klasifikasi tahun 2025 dan tahun 2026. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi arah perubahan, luas perubahan pada setiap kelas tutupan lahan, serta wilayah-wilayah yang mengalami perubahan paling dominan selama periode pengamatan. Selanjutnya untuk Pola distribusi spasial perubahan tutupan lahan dianalisis menggunakan metode *Average Nearest Neighbor* (ANN) terhadap titik hasil konversi (*Feature to Point*) sebagai representasi lokasi perubahan tutupan lahan. Interpretasi pola dilakukan berdasarkan nilai *Nearest Neighbor Ratio* (NNR), *Z-score*, dan *P-value* untuk menentukan kecenderungan pola persebaran perubahan, yaitu mengelompok (*clustered),* acak *(random),* atau menyebar *(dispersed).*

Tahapan penelitian secara keseluruhan meliputi pengumpulan data, pra-pengolahan citra, klasifikasi tutupan lahan, uji akurasi, analisis perubahan menggunakan *Post Classification Comparison* (PCC), analisis pola distribusi spasial menggunakan *Average Nearest Neighbor* (ANN), serta interpretasi hasil penelitian yang dimana seluruh proses pengolahan dan analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.8.

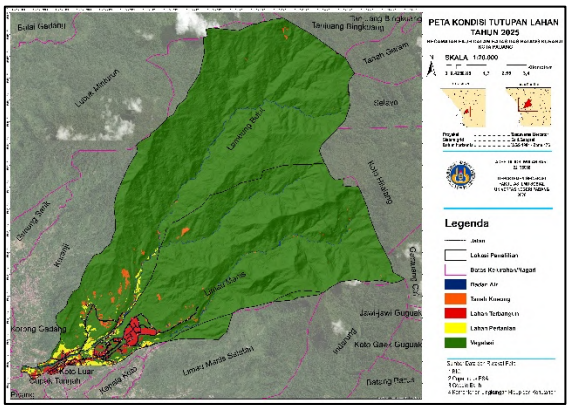
C.Hasil Penelitian dan Pembahasan

1.Kondisi Tutupan Lahan Sebelum dan Setelah Terjadinya Bencana Banjir Bandang

a) Kondisi Tutupan Lahan Sebelum Bencana Banjir Bandang

Hasil klasifikasi citra Sentinel-2A menggunakan metode *Supervised Classification* dengan algoritma

Maximum Likelihood Classification (MLC) menghasilkan peta tutupan lahan Kecamatan Pauh dalam batas DAS Batang Kuranji tahun 2025 atau sebelum terjadinya bencana banjir bandang. Peta ini digunakan sebagai kondisi awal (*baseline*) untuk membandingkan perubahan tutupan lahan sebelum dan setelah bencana banjir bandang. Hasil pemetaan klasifikasi tutupan lahan sebelum bencana banjir bandang bisa dilihat pada gambar dibawah:



Gambar 1 Peta Kondisi Tutupan Lahan Tahun 2025

Berdasarkan hasil klasifikasi, wilayah penelitian seluas 11.936 ha terbagi menjadi lima kelas tutupan lahan, yaitu badan air, lahan vegetasi, lahan pertanian, lahan terbangun, dan tanah kosong. Distribusi luas masing-masing kelas disajikan pada Tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1 Distribusi Luas Kelas Tutupan lahan Tahun 2025 di Kecamatan Pauh Dalam Batas DAS Batang Kuranji

Klasifikasi Tutupan Lahan	Luas (Ha)	Persentase (%)
Badan Air	99	0,83
Lahan Vegetasi	11.416	95,64
Lahan Pertanian	140	1,17
Lahan Terbangun	196	1,64
Tanah Kosong	85	0,71
Jumlah	11.936	100,00

Sumber: Hasil Olah Penelitian, 2026

Berdasarkan Tabel 1, luas wilayah penelitian mencapai 11.936 ha dengan komposisi tutupan lahan yang didominasi oleh lahan vegetasi seluas 11.416 ha (95,64%). Sementara itu, lahan terbangun memiliki luas 196 ha (1,64%), lahan pertanian 140 ha (1,17%), badan air 99 ha (0,83%), dan tanah kosong 85 ha (0,71%). Secara spasial, lahan vegetasi membentuk hamparan yang luas pada bagian utara hingga timur wilayah penelitian, terutama di Kelurahan Lambung Bukit dan bagian utara Kelurahan Limau Manis. Kawasan tersebut umumnya berada pada kemiringan lereng 15–45% hingga lebih dari 45%, sehingga

masih didominasi oleh vegetasi alami berupa hutan dan semak belukar. Sebaliknya, lahan pertanian dan lahan terbangun lebih banyak berkembang pada bagian selatan wilayah penelitian yang memiliki kemiringan lereng 0–15%, terutama di sekitar Kelurahan Cupak Tangah, Koto Luar, dan Korong Gadang, serta mengikuti lembah Sungai Batang Kuranji yang memiliki kondisi topografi lebih datar. Adapun badan air membentuk pola linier mengikuti aliran Sungai Batang Kuranji beserta jaringan anak sungainya, sedangkan tanah kosong tersebar secara terbatas di sekitar kawasan permukiman dan lahan pertanian.

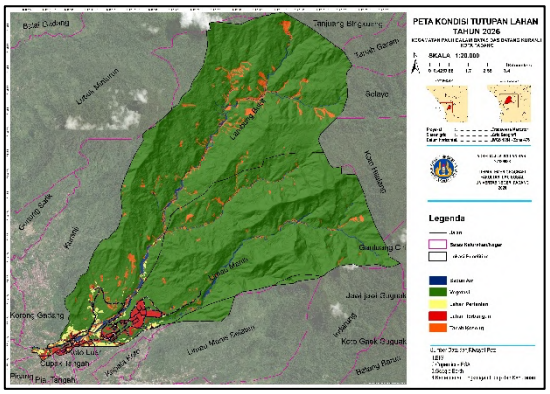
Distribusi tersebut menunjukkan bahwa sebelum kejadian banjir bandang, karakteristik tutupan lahan di Kecamatan Pauh dalam batas DAS Batang Kuranji masih didominasi oleh kawasan bervegetasi yang terkonsentrasi pada wilayah hulu dengan topografi relatif curam, sedangkan aktivitas budidaya dan permukiman berkembang pada wilayah yang lebih landai. Kondisi ini mencerminkan keterkaitan antara karakteristik topografi dan persebaran tutupan lahan, di mana wilayah dengan lereng curam cenderung mempertahankan vegetasi alami, sedangkan wilayah datar lebih dimanfaatkan untuk kegiatan pertanian dan permukiman.

Hasil penelitian ini sejalan dengan (Rakuasa & Pakniany, 2022) yang menyatakan bahwa tutupan lahan menggambarkan kondisi fisik permukaan bumi pada suatu waktu tertentu sehingga dapat digunakan untuk menjelaskan karakteristik suatu wilayah. Selain itu, (Siagian dkk.,2021) menjelaskan bahwa kawasan yang masih didominasi oleh vegetasi memiliki peranan penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan daerah aliran sungai.

b) Kondisi Tutupan Lahan Setelah Bencana Banjir Bandang

Kondisi tutupan lahan setelah kejadian banjir bandang dianalisis menggunakan citra Sentinel-2A Januari 2026 melalui metode *Supervised Classification* dengan algoritma *Maximum Likelihood Classification* (MLC). Hasil klasifikasi digunakan untuk menggambarkan kondisi tutupan lahan pascabencana sekaligus menjadi dasar dalam analisis perubahan tutupan lahan antara tahun 2025 dan 2026. Peta

hasil klasifikasi disajikan pada gambar berikut:



Gambar 2 Peta Kondisi Tutupan Lahan Tahun 2026

Berdasarkan hasil klasifikasi diperoleh lima kelas tutupan lahan, yaitu badan air, lahan vegetasi, lahan pertanian, lahan terbangun, dan tanah kosong. Distribusi luas masing-masing kelas disajikan pada tabel dibawah ini:

Tabel 2 Distribusi Luas Kelas Tutupan lahan Tahun 2026 di Kecamatan Pauh Dalam Batas DAS Batang Kuranji

Klasifikasi Tutupan Lahan	Luas (Ha)	Persentase (%)
Badan Air	200	1,68%
Lahan Vegetasi	11.004	92,19%
Lahan Pertanian	118	0,99%
Lahan Terbangun	194	1,63%
Tanah Kosong	420	3,52%
Jumlah	11.936	100,00

Sumber: Hasil Olah Penelitian, 2026

Berdasarkan Tabel 2, lahan vegetasi masih menjadi kelas tutupan lahan yang paling dominan dengan luas 11.004 ha (92,19%), meskipun mengalami penurunan dibandingkan kondisi sebelum banjir bandang. Sebaliknya, tanah kosong meningkat menjadi 420 ha (3,52%), diikuti badan air 200 ha (1,68%), lahan terbangun 194 ha (1,63%), dan lahan pertanian 118 ha (0,99%).

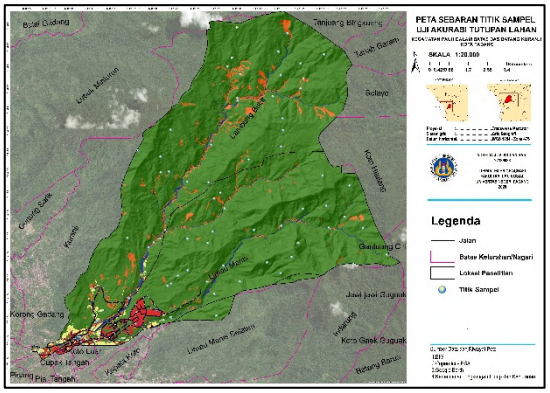
lahan vegetasi tetap mendominasi bagian utara dan timur wilayah penelitian, terutama di Kelurahan Lambung Bukit dan bagian utara Kelurahan Limau Manis yang berada pada kemiringan lereng 25–45% hingga lebih dari 45%. Namun, pada beberapa bagian lereng dan sepanjang Sungai Batang Kuranji mulai muncul area tanah kosong yang sebelumnya tertutup vegetasi. Sementara itu, lahan pertanian dan lahan terbangun masih terkonsentrasi pada bagian selatan wilayah penelitian dengan kemiringan lereng 0–15%, sedangkan badan air tampak lebih luas mengikuti alur Sungai Batang Kuranji beserta anak-anak sungainya.

Perubahan komposisi tersebut menunjukkan bahwa kawasan bervegetasi masih mendominasi

wilayah penelitian setelah banjir bandang, tetapi sebagian area mengalami perubahan menjadi tanah kosong dan badan air. Bertambahnya luas tanah kosong mengindikasikan adanya hilangnya tutupan vegetasi pada lokasi-lokasi tertentu akibat proses erosi, longsoran lereng, maupun pengendapan material yang dibawa aliran banjir. Di sisi lain, bertambahnya luas badan air menunjukkan perubahan morfologi sungai pada beberapa segmen aliran. Kondisi ini memperlihatkan bahwa dampak banjir bandang tidak mengubah tutupan lahan secara menyeluruh, melainkan terkonsentrasi pada area yang berada di sekitar sungai dan lereng yang terdampak langsung.

Hasil tersebut sesuai dengan pendapat (Rakuasa & Pakniany, 2022) yang menyatakan bahwa perubahan tutupan lahan merupakan perubahan kondisi fisik permukaan bumi yang dipengaruhi oleh faktor alami maupun aktivitas manusia. Pada penelitian ini, perubahan yang terjadi dipengaruhi oleh faktor alami berupa banjir bandang sehingga perubahan hanya terjadi pada lokasi-lokasi tertentu. Sementara sebagian besar wilayah masih mempertahankan kelas tutupan lahannya.

Sebelum digunakan dalam analisis perubahan tutupan lahan, hasil klasifikasi tahun 2026 terlebih dahulu divalidasi menggunakan *Confusion Matrix* dengan membandingkan hasil klasifikasi terhadap data referensi yang diperoleh melalui observasi lapangan dan interpretasi citra resolusi tinggi *Google Earth*. Titik sampel ditentukan menggunakan metode *Stratified Random Sampling* melalui *Create Accuracy Assessment Points* pada ArcGIS sehingga setiap kelas tutupan lahan terwakili secara proporsional. Persebaran titik sampel disajikan pada gambar berikut:



Gambar 3 Sebaran Titik Sampel Uji Akurasi Tutupan Lahan

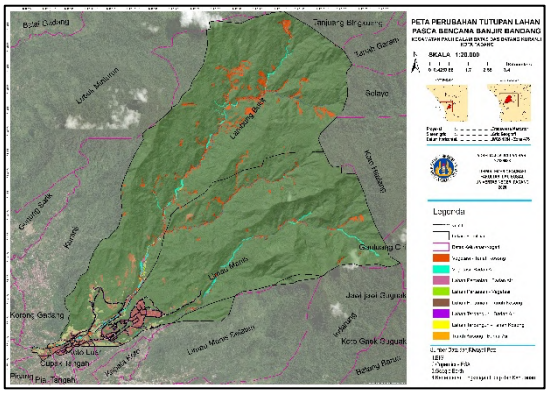
Hasil validasi menunjukkan bahwa 84 dari 86 titik sampel berhasil diklasifikasikan dengan benar.

Pengujian menghasilkan *Overall Accuracy sebesar 97,67%* dan *Kappa Coefficient sebesar 0,9654*, sehingga memenuhi standar ketelitian klasifikasi citra penginderaan jauh yang mensyaratkan nilai *Overall Accuracy* di atas 85% (Jensen, 2000).

Tingkat akurasi tersebut menunjukkan bahwa metode *Supervised Classification* dengan algoritma maximum likelihoof classification mampu mengidentifikasi kelas tutupan lahan secara baik. Temuan ini sejalan dengan (Jauhari dkk., 2024) yang menyatakan bahwa klasifikasi terbimbing menghasilkan informasi tutupan lahan yang akurat apabila didukung oleh pemilihan training sample yang representatif. Selain itu, penggunaan citra Sentinel-2A dengan resolusi spasial 10 m memungkinkan pembedaan objek tutupan lahan secara lebih rinci (Phiri dkk., 2020). Dengan demikian, hasil klasifikasi tahun 2026 dinilai memiliki tingkat ketelitian yang sangat baik dan layak digunakan sebagai dasar dalam analisis perubahan tutupan lahan pada tahap berikutnya.

2. Perubahan Tutupan Lahan Pasca Bencana Banjir Bandang

Perubahan tutupan lahan di Kecamatan Pauh dalam batas DAS Batang Kuranji dianalisis menggunakan metode *Post Classification Comparison* (PCC) melalui teknik *overlay* antara peta hasil klasifikasi tutupan lahan tahun 2025 dan tahun 2026. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi perubahan setiap kelas tutupan lahan secara spasial maupun kuantitatif sehingga dapat diketahui besarnya perubahan, arah perubahan antar kelas, serta wilayah yang mengalami perubahan setelah bencana banjir bandang tahun 2025. Hasil analisis perubahan tutupan lahan disajikan pada Gambar berikut:



Gambar 4 Perubahan Tutupan Lahan Pasca Bencana Bnajir Bandang

Berdasarkan hasil overlay diketahui bahwa sebagian besar wilayah penelitian masih mempertahankan kelas tutupan lahannya. Luas wilayah yang tidak mengalami perubahan mencapai

11.493 ha (96,29%), sedangkan wilayah yang mengalami perubahan sebesar 443 ha (3,71%) dari total luas penelitian sebesar 11.936 ha. Hal ini menunjukkan bahwa banjir bandang tidak mengubah kondisi tutupan lahan secara menyeluruh, tetapi hanya memengaruhi lokasi-lokasi tertentu yang berada pada jalur aliran banjir.

Secara spasial, perubahan tutupan lahan terkonsentrasi pada sepanjang Sungai Batang Kuranji beserta beberapa anak sungainya, terutama di wilayah Kelurahan Lambung Bukit dan Kelurahan Limau Manis. Sebaran perubahan mengikuti pola lembah sungai yang membelah wilayah penelitian dari bagian hulu menuju hilir. Pada bagian hulu yang didominasi lereng curam hingga sangat curam, perubahan umumnya berupa berkurangnya tutupan vegetasi dan munculnya area tanah kosong pasca bencana. Sementara itu, pada bagian tengah hingga selatan yang memiliki kemiringan lereng lebih landai, perubahan banyak dijumpai di sekitar lahan pertanian, permukiman, dan sempadan sungai. Kondisi ini menunjukkan bahwa perubahan tutupan lahan tidak hanya dipengaruhi oleh jenis tutupan lahan semula, tetapi juga berkaitan dengan karakteristik topografi dan jalur aliran sungai yang menjadi media pergerakan material banjir bandang.

Hasil analisis menunjukkan bahwa perubahan terbesar terjadi pada vegetasi menjadi tanah kosong seluas 329 ha, diikuti perubahan vegetasi menjadi badan air seluas 86 ha. Perubahan lainnya memiliki luasan yang relatif kecil, yaitu lahan pertanian menjadi badan air seluas 11 ha, lahan pertanian menjadi tanah kosong sebesar 9 ha, lahan pertanian menjadi vegetasi sebesar 3 ha, lahan terbangun menjadi badan air sekitar 1 ha, lahan terbangun menjadi tanah kosong sekitar 1 ha, serta tanah kosong menjadi badan air sebesar 3 ha. Dominasi perubahan vegetasi menjadi tanah kosong mengindikasikan bahwa kawasan berhutan dan semak belukar mengalami kerusakan penutup lahan akibat tergerus aliran banjir bandang yang membawa material batuan, pasir, lumpur, dan kayu dari wilayah hulu. Untuk mengetahui arah perubahan setiap kelas tutupan lahan secara lebih rinci digunakan matriks perubahan atau *change matrix* sebagaimana disajikan pada tabel berikut:

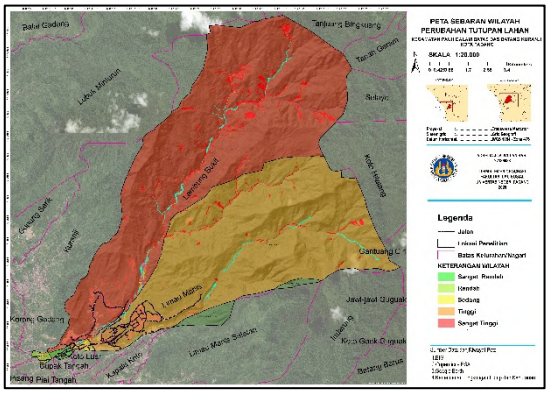
Tabel 3 Matriks Perubahan Tutupan Lahan

Tahun	Tutupan Lahan dalam satuan Hektar (Ha)					
2025 ---> 2026	Badan Air	Lahan Non Pertanian	Lahann Pertanian	Lahan Terbangun	Tanah Kosong	Jumlah
Badan Air	99	0	0	0	0	99
Lahan Non Pertanian	86	11.001	0	0	329	11.416
Lahan Pertanian	11	3	117	0	9	140
Lahan Terbangun	1	0	0	194	1	196
Tanah Kosong	3	0	0	0	82	85
Jumlah	200	11.004	117	194	421	11.936

Sumber: Hasil Olah Penelitian, 2026

Berdasarkan matriks perubahan diketahui bahwa kelas vegetasi merupakan kelas dengan dinamika tertinggi. Dari total luas vegetasi tahun 2025 sebesar 11.416 ha, sebanyak 11.001 ha tetap bertahan sebagai vegetasi, sedangkan 329 ha berubah menjadi tanah kosong dan 86 ha berubah menjadi badan air. Sebaliknya, kelas lahan terbangun dan badan air menunjukkan perubahan yang relatif kecil sehingga kondisi kedua kelas tersebut cenderung stabil selama periode pengamatan. Hasil ini menunjukkan bahwa perubahan pasca bencana lebih banyak terjadi pada kawasan vegetasi yang berada di sepanjang kawasan sungai dari hulu hingga hilir. Temuan tersebut menunjukkan bahwa metode *Post Classification Comparison* (PCC) mampu mengidentifikasi arah perubahan setiap kelas tutupan lahan secara rinci.

Metode PCC merupakan salah satu teknik deteksi perubahan yang efektif karena membandingkan hasil klasifikasi dari dua waktu pengamatan sehingga jenis perubahan dan besarnya perubahan dapat diketahui secara kuantitatif maupun spasial. Untuk mengetahui wilayah-wilayah administrasi yang mengalami perubahan tutupan lahan, hasil perubahan selanjutnya dioverlay dengan batas administrasi kelurahan. Hasil analisis tersebut disajikan pada gambar berikut:



Gambar 5 Sebaran Wilayah Yang Mengalami Perubahan Tutupan Lahan

Berdasarkan hasil overlay diketahui bahwa perubahan tutupan lahan tidak tersebar secara merata pada seluruh wilayah administrasi di Kecamatan Pauh. Dari total luas wilayah penelitian sebesar 11.936,28 ha, area yang mengalami perubahan mencapai 443 ha (3,71%), sedangkan 11.493,28 ha (96,29%) tetap mempertahankan kelas tutupan lahannya.

Secara spasial, perubahan tutupan lahan terkonsentrasi di sekitar sepanjang Sungai Batang Kuranji beserta beberapa anak sungainya, terutama pada wilayah Kelurahan Lambung Bukit dan Kelurahan Limau Manis. Sebaran perubahan mengikuti jalur sungai dari bagian hulu menuju bagian tengah DAS. Berikut disajikan luasan kelurahan yang mengalami perubahan tutupan lahan:

Tabel 4 Luasan Kelurahan Yang Mengalami Perubahan Tutupan Lahan

No	Kelurahan	Luas Wilayah (Ha)	Luas Perubahan (Ha)	Persentase Perubahan (%)	Tidak Berubah (Ha)
1	Lambung Bukit	6.455,08	331,96	5,14	6.132,12
2	Limau Manis	5.189,65	108,94	2,1	5.080,71
3	Koto Luar	29,94	1,54	5,15	28,4
4	Binuang kampung Dalam	36,42	1,11	3,05	35,31
5	Cupak Tangah	40,13	0,45	1,12	39,68
6	Limau Manis Selatan	185,06	0	0	185,06
Jumlah		11.936,28	443	3,71	11.493,28

Sumber: Hasil Olahan Penelitian, 2026

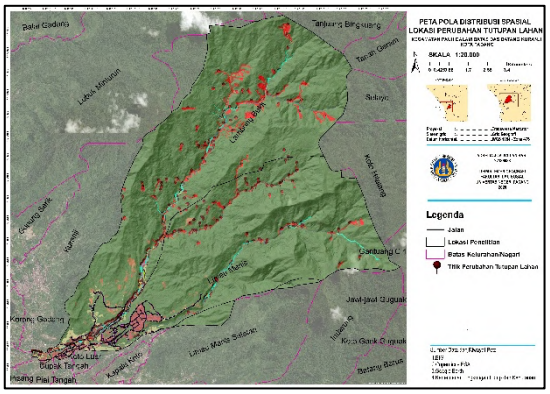
Hasil analisis menunjukkan bahwa Kelurahan Lambung Bukit merupakan wilayah yang mengalami perubahan tutupan lahan terbesar dengan luas 331,96 ha atau sekitar 74,94% dari total perubahan tutupan lahan di wilayah penelitian. Meskipun demikian, jika dibandingkan dengan luas wilayah kelurahannya, perubahan tersebut hanya mencakup sekitar 5,14% dari luas Lambung Bukit. Selanjutnya, Kelurahan Limau Manis mengalami perubahan seluas 108,94 ha atau sekitar 24,59% dari total perubahan dengan persentase 2,10% terhadap luas wilayahnya. Sementara itu, Koto Luar, Binuang Kampung Dalam, dan Cupak Tangah hanya mengalami perubahan dalam luasan yang relatif kecil, yaitu masing-masing 1,54 ha, 1,11 ha, dan 0,45 ha, sedangkan Kelurahan Limau Manis Selatan tidak menunjukkan perubahan tutupan lahan selama periode pengamatan.

Besarnya perubahan tutupan lahan di Kelurahan Lambung Bukit berkaitan dengan letaknya di bagian hulu DAS Batang Kuranji yang didominasi vegetasi, memiliki lereng agak curam hingga sangat curam, serta dilalui oleh Sungai Batang Kuranji beserta anak-anak sungainya.

Kondisi tersebut menyebabkan wilayah ini lebih terdampak aliran banjir bandang yang membawa material batuan, pasir, lumpur, dan kayu sehingga memicu perubahan tutupan lahan. Sebaliknya, wilayah yang berada lebih jauh dari jalur sungai, seperti Limau Manis Selatan, relatif tidak mengalami perubahan. Temuan ini menunjukkan bahwa perubahan tutupan lahan pascabencana dipengaruhi oleh karakteristik geomorfologi wilayah, terutama kondisi topografi dan kedekatan terhadap jaringan sungai.

3. Pola Distribusi Spasial Perubahan Tutupan Lahan

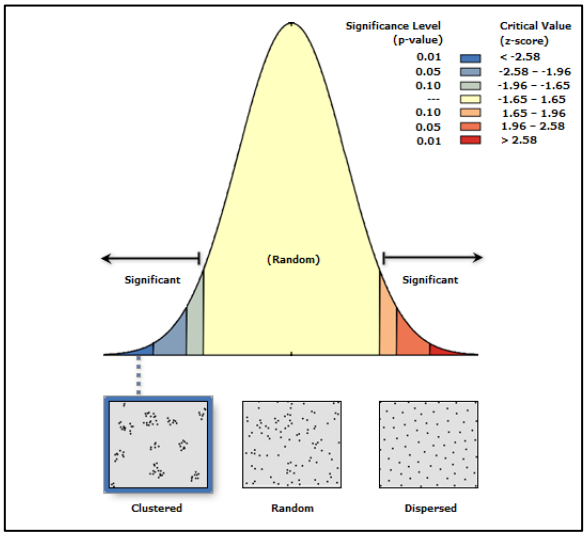
Pola distribusi spasial perubahan tutupan lahan dianalisis menggunakan metode *Average Nearest Neighbor* (ANN) berdasarkan titik hasil konversi (*Feature to Point*) dari poligon perubahan tutupan lahan periode 2025–2026. Titik-titik tersebut merepresentasikan lokasi terjadinya perubahan tutupan lahan yang diperoleh melalui proses *Post Classification Comparison* (PCC). Sebaran lokasi perubahan tutupan lahan di Kecamatan Pauh dalam batas DAS Batang Kuranji disajikan pada gambar berikut:



Gambar 6 Pola Distribusi Spasial Lokasi Perubahan Tutupan Lahan

Berdasarkan gambar diatas, sebaran titik perubahan tutupan lahan tidak menunjukkan pola yang merata, tetapi cenderung terkonsentrasi di sepanjang Sungai Batang Kuranji beserta beberapa anak sungainya. Konsentrasi perubahan paling banyak dijumpai di Kelurahan Lambung Bukit dan Limau Manis, sedangkan wilayah yang berada lebih jauh dari jalur sungai, seperti Limau Manis Selatan, relatif tidak menunjukkan perubahan. Selain mengikuti aliran sungai, sebagian titik perubahan juga berada pada kawasan dengan kemiringan lereng sedang hingga curam di bagian hulu DAS. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa perubahan tutupan lahan pascabencana lebih banyak terjadi pada lokasi yang menerima aliran banjir bandang beserta material sedimen dibandingkan wilayah lain yang tidak terdampak secara langsung. Untuk

mengetahui apakah pola persebaran tersebut bersifat acak atau membentuk pola tertentu, dilakukan analisis statistik menggunakan metode *Average Nearest Neighbor* (ANN). Hasil analisis disajikan pada gambar dibawah inni:



Gambar 7 *Hasil Average Nearest Neighbor* (ANN)

Hasil analisis menunjukkan *Nearest Neighbor Ratio* (NNR) sebesar 0,42, *Z-score* sebesar -18,56, dan *P-value* sebesar 0,000000. Nilai NNR yang lebih kecil dari satu menunjukkan bahwa jarak antar titik perubahan lebih dekat dibandingkan pola acak, sedangkan *Z-score* yang bernilai negatif dan *P-value* < 0,05 menunjukkan bahwa pola tersebut signifikan secara statistik. Dengan demikian, distribusi spasial perubahan tutupan lahan di Kecamatan Pauh dalam batas DAS Batang Kuranji membentuk pola mengelompok *(clustered),* sehingga perubahan tutupan lahan tidak terjadi secara acak maupun merata, tetapi terkonsentrasi pada lokasi-lokasi tertentu

Pola mengelompok tersebut memperkuat hasil analisis perubahan tutupan lahan sebelumnya yang menunjukkan bahwa perubahan terbesar terjadi pada vegetasi menjadi tanah kosong (329 ha) dan vegetasi menjadi badan air (86 ha). Perubahan tersebut umumnya berada di sepanjang kawasan Sungai Batang Kuranji, terutama pada kawasan hulu yang didominasi vegetasi dengan kondisi lereng sedang hingga sangat curam. Karakteristik fisik wilayah tersebut menyebabkan area di sekitar sungai lebih rentan mengalami perubahan akibat aliran banjir yang membawa material berupa batuan, pasir, lumpur, dan kayu. Sebaliknya, wilayah yang berada jauh dari jalur aliran sungai cenderung mempertahankan kondisi tutupan lahannya sehingga perubahan yang terjadi relatif kecil.

Temuan penelitian ini sejalan dengan (Simatupang dkk., 2023) yang menyatakan bahwa pola clustered menunjukkan adanya pengelompokan

objek pada lokasi tertentu akibat dipengaruhi oleh faktor yang sama. Dalam penelitian ini, faktor tersebut adalah kejadian banjir bandang yang menyebabkan perubahan tutupan lahan terkonsentrasi pada wilayah yang terdampak langsung. Hasil penelitian ini juga mendukung pendapat (Valgunadi dkk., 2023) bahwa metode *Average Nearest Neighbor* mampu mengidentifikasi karakteristik persebaran suatu fenomena melalui perbandingan antara jarak rata-rata hasil pengamatan dengan jarak yang diharapkan apabila objek tersebar secara acak. Oleh karena itu, analisis ANN pada penelitian ini tidak hanya menjelaskan besarnya perubahan tutupan lahan, tetapi juga menunjukkan karakteristik persebarannya secara spasial sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam mengidentifikasi wilayah yang lebih rentan mengalami perubahan tutupan lahan pasca bencana di Kecamatan Pauh dalam batas DAS Batang Kuranji.

D. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa kondisi tutupan lahan di Kecamatan Pauh dalam batas DAS Batang Kuranji pada tahun 2025 dan 2026 masih didominasi oleh kelas vegetasi, meskipun luasnya mengalami penurunan setelah kejadian banjir bandang tahun 2025. Hasil analisis menggunakan metode Post Classification Comparison (PCC) menunjukkan bahwa perubahan tutupan lahan terjadi pada area seluas 443 ha (3,71%), sedangkan 11.493 ha (96,29%) tetap mempertahankan kelas tutupan lahannya. Perubahan yang paling dominan berupa konversi vegetasi menjadi tanah kosong seluas 329 ha dan vegetasi menjadi badan air seluas 86 ha, yang sebagian besar terkonsentrasi di sepanjang Sungai Batang Kuranji, terutama di Kelurahan Lambung Bukit dan Limau Manis. Selanjutnya, analisis Average Nearest Neighbor (ANN) menghasilkan Nearest Neighbor Ratio (NNR) sebesar 0,42, Z-score sebesar −18,56, dan P-value sebesar 0,000000, yang menunjukkan bahwa distribusi spasial perubahan tutupan lahan membentuk pola mengelompok (clustered). Pola tersebut mengindikasikan bahwa perubahan tutupan lahan pascabencana tidak terjadi secara merata, tetapi terkonsentrasi pada wilayah yang memiliki kedekatan dengan jaringan

sungai dan karakteristik topografi yang lebih rentan terhadap dampak banjir bandang.

Berdasarkan hasil penelitian, pemantauan kondisi tutupan lahan di Kecamatan Pauh dalam batas DAS Batang Kuranji perlu dilakukan secara berkala dengan memanfaatkan data penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) agar informasi mengenai dinamika tutupan lahan selalu tersedia sebagai dasar pengelolaan wilayah. Wilayah yang mengalami perubahan tutupan lahan paling dominan, khususnya Kelurahan Lambung Bukit serta kawasan di sepanjang Sungai Batang Kuranji dan anak-anak sungainya, perlu diprioritaskan dalam kegiatan pemantauan, rehabilitasi lahan, dan pengelolaan kawasan guna mengurangi potensi degradasi lingkungan pascabencana. Selain itu, informasi mengenai pola distribusi spasial perubahan tutupan lahan yang membentuk pola mengelompok *(clustered)* dapat dimanfaatkan sebagai dasar dalam penyusunan prioritas pemantauan lingkungan dan mitigasi bencana, terutama pada wilayah yang berpotensi mengalami perubahan tutupan lahan secara berulang.

DAFTAR PUSTAKA

Jauhari, R. S., Iskandarsyah, T. Y. W. M., & Listiawan, Y. (2024). Analisis Perubahan Tutupan Lahan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Citeureup Menggunakan Supervised Classification dan Validasi Citra Google Earth. *Padjadjaran Geoscience Journal, 8*(2), 1992–1998.

Phiri, D., Simwanda, M., Salekin, S., Nyirenda, V. R., Murayama, Y., & Ranagalage, M. (2020). Sentinel-2 data for land cover/use mapping: A review. *Remote sensing, 12*(14), 2291.

Rakuasa, H., & Pakniany, Y. (2022). Spatial dynamics of land cover change in Ternate Tengah District, Ternate City. In *Forum Geografi* (Vol. 36, No. 2).

Rakuasa, H., Salakory, M., & Latue, P. C. (2022). Analisis dan prediksi perubahan tutupan lahan menggunakan model celular automata-markov chain di das wae ruhu kota ambon. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan, 9*(2), 285-295.

Siagian, M. T., Sinaga, N., & Djuunaa, I. A. (2021). Analisis Perubahan Tutupan Lahan pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Pami di Kabupaten Manokwari. *Jurnal Kehutanan Papuasia*, 7(1), 121-134.

Simatupang, N. B., Pratiwi, N., & Rahmah, S. (2023). Analisis pola persebaran mall di Jakarta Pusat dengan menggunakan metode Average Nearest Neighbor (ANN). *Jurnal Sains Geografi, 1*(1), 56-61.

Valgunadi, A. N., Zidanarta, M. B., & Rahmalia, A. (2023). Analisis Hotspot (Getis Ord Gi*) Dan Average Nearest Neighbour (ANN) Pada Sebaran Pariwisata di Kabupaten Wonosobo. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha, 11*(2), 204-214.