



# Kajian Penggunaan Lahan dan Kondisi Topografi di Sub DAS Karang Mumus, Kota Samarinda

*Study of Land Use and Topography Conditions in Sub Karang Mumus Watershed, Samarinda City*

Mislan<sup>1✉</sup>, Nanda Khoirunisa<sup>2</sup>, Rahmiati<sup>2</sup>, Djayus<sup>1</sup>, Supriyanto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia 75119

<sup>2</sup>Program Studi Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia 75119

## ✉ Info Artikel:

Diterima: 7 November 2023

Revisi: 12 Desember 2023

Disetujui: 03 Juni 2024

Dipublikasi: 03 Juli 2024

## 📖 Keyword:

Daerah Aliran Sungai, Sungai Karang Mumus, Penggunaan Lahan, Topografi

## ✉ Penulis Korespondensi:

Mislan

Program Studi Fisika, Fakultas Matematika & Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia 75119

Email: [mislan.jos@fmipa.unmul.ac.id](mailto:mislan.jos@fmipa.unmul.ac.id)



This is an open access article under the [CC-BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) license.

Copyright © 2024 by Authors.

Published by Program Studi

Manajemen Sumberdaya Perairan

Universitas Maritim Raja Ali Haji.

## 📖 How to cite this article:

Mislan, Khoirunisa, N, Rahmiati, Djayus, & Supriyanto. (2024). *Kajian Penggunaan Lahan dan Kondisi Topografi di Sub DAS Karang Mumus, Kota Samarinda*. Jurnal Akuatiklestari, 7(2): 107-115. DOI: <https://doi.org/10.31629/akuatiklestari.v7i2.6397>

## 1. PENDAHULUAN

Isu sumber daya air terus berkembang seiring dengan melonjaknya kerusakan Daerah Aliran Sungai (DAS) di Indonesia dan kejadian banjir yang frekuensinya meningkat (BNPB, 2023). Pasca bencana banjir akan meninggalkan dampak negatif berupa kerusakan sarana/prasarana dan degradasi lingkungan (Miardini *et al.*, 2016; Rosyidie, 2013).

Khusus untuk tujuan jangka panjang, sangat penting dan perlu untuk meminimalkan kerusakan akibat banjir melalui tindakan pencegahan atau preventif. Kejadian banjir di Sungai Karang Mumus sering terjadi akibat pengalihfungsian lahan dan curah hujan yang ekstrim. Sungai Karang Mumus sebagai penopang kehidupan penduduk disepanjang alirannya yang telah mengalami penurunan mutu dan kualitas (Pramaningsih *et al.*, 2020). Sungai Mahakam menjadi muara dari Sungai Karang Mumus yang terletak di hilir dan dipengaruhi oleh fenomena pasang surut. Fenomena yang terjadi di Sub DAS Karang Mumus dapat diteliti dan dicari jalan keluarnya melalui analisis perubahan penggunaan lahan dampaknya terhadap potensi bencana banjir.

Provinsi Kalimantan Timur memiliki banyak DAS yang rusak dan perlu segera direhabilitasi, antara lain Sub DAS Karang Mumus (Daramusseng & Syamsir, 2021; Sukmara *et al.*, 2017). Sungai Karang Mumus adalah cabang dari Sungai Mahakam yang membelah Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur. Bendungan Benanga yang terletak di hulu Sungai Karang Mumus berfungsi sebagai pengatur banjir di Kota Samarinda. Sub DAS Karang Mumus mengalami kerusakan dan degradasi yang ditandai oleh luas daratan yang cukup besar, yaitu 9.106 ha dari total luas DAS sebesar 32.196,3 ha (Daramusseng & Syamsir, 2021; Pramaningsih *et al.*, 2017).

Mayoritas penggunaan lahan pada Sub DAS adalah pemukiman padat penduduk. Pemukiman yang terletak di sepanjang aliran Sungai Karang Mumus masih menggunakan air sungai untuk memenuhi kebutuhan higiene sanitasi. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017, air yang digunakan untuk keperluan higiene sanitasi harus dipergunakan untuk menjaga kebersihan diri seperti mandi dan menyikat gigi, serta mencuci makanan, alat makan, pakaian, dan sebagai bahan baku air minum. Akibatnya, air sungai tercemar oleh limbah domestik yang dibuang ke dalam perairan. Pencemaran yang terjadi oleh pemukiman bantaran dan perubahan penggunaan lahan merupakan penyebab utama degradasi sungai. Menurut Pasal 24 UU RI Nomor 7 Tahun 2004 mengenai sumber daya air, individu ataupun organisasi dilarang mencemari atau menghancurkan sumber daya air. Tindakan yang diambil oleh masyarakat pada dasarnya mencerminkan budaya yang dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti lingkungan, sosial, ekonomi dan budaya, termasuk perilaku masyarakat di Samarinda yang tinggal di tepi Sungai Karang Mumus. Perilaku ini merupakan manifestasi dari hubungan fungsional manusia dengan lingkungan yang mencerminkan budaya.

Penyebab banjir yang terjadi di Sub DAS Karang Mumus adalah terjadi peningkatan lahan kritis, pendangkalan sungai, sampah, berkurangnya kapasitas lebar sungai, intensitas curah hujan yang tinggi dan pengaruh pasang surut di muara Sungai Karang Mumus (Mislan *et al.*, 2018; Sundari, 2021). Kawasan kritis di Sub DAS Karang Mumus seluas 9.106,0 ha atau setara dengan 28,3%. Rusaknya lahan di Sub DAS Karang Mumus disebabkan oleh aktivitas pembukaan lahan secara masif seperti *illegal logging*, tambang batu bara, ekspansi pemukiman, berkurangnya daerah penampungan air banjir (rawa), pengambilalihan daerah sekitar sungai dan pengelolaan limbah yang belum optimal (Ramadhani *et al.*, 2021). Berdasarkan luas lahan kritis yang terus meningkat maka SubDAS Karang Mumus dalam klasifikasi DAS di Kalimantan Timur termasuk DAS/Sub DAS yang dipulihkan.

Penelitian mengenai analisis penggunaan lahan dan topografi di Sub Daerah Aliran Sungai (DAS) Karang Mumus menggunakan citra satelit Landsat 8 memiliki urgensi yang sangat penting dalam konteks pemahaman dan pengelolaan lingkungan. DAS Karang Mumus memiliki peran krusial dalam menyediakan sumber daya air dan keberlanjutan lingkungan bagi penduduk Kota Samarinda. Namun, perubahan dalam penggunaan lahan dan topografi di wilayah ini telah menjadi sumber kekhawatiran yang mendalam, terutama dengan adanya peningkatan pembangunan dan pengalihan fungsi lahan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan data yang akurat dan luas untuk menganalisis perubahan tersebut secara komprehensif. Tujuan utamanya adalah untuk memberikan landasan ilmiah bagi pengambilan kebijakan yang tepat dalam pengelolaan dan pelestarian DAS Karang Mumus, serta untuk meminimalkan risiko bencana alam, seperti banjir. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya relevan secara akademis, tetapi juga memiliki implikasi praktis yang besar dalam upaya menjaga keberlanjutan lingkungan dan kesejahteraan masyarakat setempat.

## 2. METODE

### 2.1. Perubahan Tutupan Lahan

Metode yang digunakan dalam menentukan penggunaan lahan di lokasi penelitian dilakukan dengan metode supervised classification pada citra Landsat 8 OLI/TIRS yang berasal dari *United Stated Geological Survey (USGS) Earth Explorer* (Septiani *et al.*, 2019). Wilayah penelitian terletak di area Sub DAS Karang Mumus yang membentang sepanjang 37,65 km, dari pertemuan Sungai Mahakam hingga Bendungan Benanga. Pengolahan Citra Landsat 8 menggunakan *Software ArcGIS* dan dipotong sesuai dengan bentuk wilayah penelitian untuk menyederhanakan area penelitian yang awalnya mencakup *path* dan *row area* Provinsi Kalimantan Timur. Hal ini dilakukan agar citra dapat difokuskan pada penelitian yang akan dilakukan di area Sub DAS Karang Mumus.

### 2.2. Koreksi Radiometrik Citra Satelit

Pengoreksian radiometrik bertujuan untuk memperbaiki kualitas visual citra dan menyesuaikan nilai piksel yang tidak sesuai dengan nilai pantulan spektral objek yang sebenarnya. Persamaan 1 (Chander *et al.*, 2009), yang digunakan untuk pengoreksian radiometrik adalah sebagai berikut.

$$P = Mp \times Qcal + Al \quad (1)$$

Keterangan:  $Mp$  merupakan nilai *reflectan multi band*;  $Q_{cal}$  adalah nilai piksel (DN)/ and pada citra; dan  $A_l$  merupakan nilai *reflectan add band*.

### 2.3. Pengolahan Data

Pada umumnya, citra Landsat 8 harus dilakukan koreksi radiometrik pada level atmosfer karena citra yang dihasilkan rentan terhadap kesalahan radiasi akibat hamburan atmosfer. Dalam penelitian ini, pengoreksian atmosfer dilakukan menggunakan metode *Dark Object Subtraction* (DOS). DOS mengasumsikan bahwa nilai digital obyek tergelap di permukaan bumi haruslah nol, namun kenyataannya nilai digital pada masing-masing band di sebuah citra satelit tidak selalu nol. Pengoreksian atmosfer dengan metode *Dark Object Subtraction* (DOS) menggunakan Persamaan 2 (Ekadinata et al., 2008) sebagai berikut:

$$DOS = Band - (mean - (2 \times deviasi)) \quad (2)$$

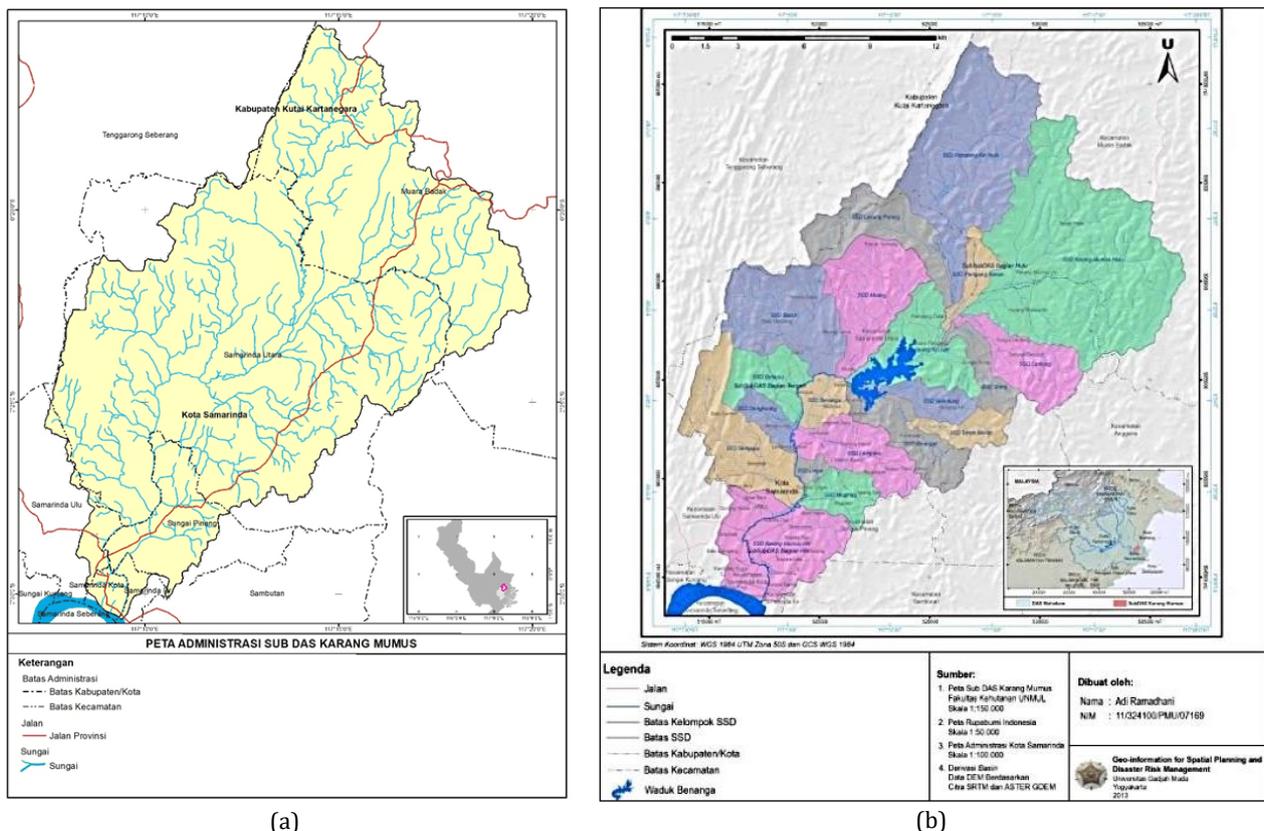
Keterangan: *Band* merupakan saluran pada citra; *Mean* adalah nilai rata-rata; *Deviasi* adalah nilai standar deviasi.

Metode yang digunakan untuk mengklasifikasikan penutup lahan adalah *maximum likelihood*, *minimum distance*, *k-means* dan ISODATA. *Maximum likelihood classification* (MLC) memperoleh nilai probabilitas maksimum dan digunakan untuk menghasilkan klasifikasi dengan memperhitungkan area pelatihan (Sampurno & Thoriq, 2016). Riset serupa yang dilakukan menunjukkan *maximum likelihood* menghasilkan nilai akurasi rata-rata sebesar 85,04%, 94,04%, dan 99,61% pada wilayah penelitian berkarakteristik heterogen (Muhammad et al., 2016; Yousefia et al., 2015).

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Kondisi Sub DAS Karang Mumus

Secara administratif, wilayah Sub DAS Karang Mumus berada di 2 (dua) kabupaten/kota yaitu mayoritas terletak di Kota Samarinda dan sebagian kecil di Kabupaten Kutai Kartanegara (Gambar 1a.). Di Kota Samarinda, sebagian besar terletak di Kecamatan Samarinda Utara dan sedikit di Kecamatan Sungai Pinang, Samarinda Ulu, Samarinda Ilir, Samarinda Kota, dan Sambutan. Pada wilayah Kabupaten Kutai Kartanegara, keseluruhannya terletak di Kecamatan Muara Badak (Ramadhani et al., 2021).

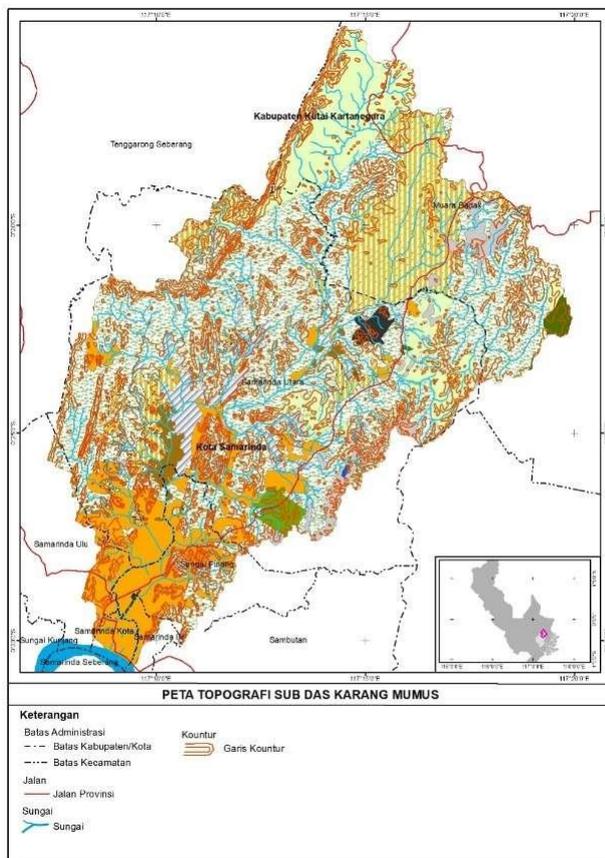


Gambar 1. a) Peta Administrasi Sub DAS Karang Mumus; dan b) Peta Sub DAS Karang Mumus

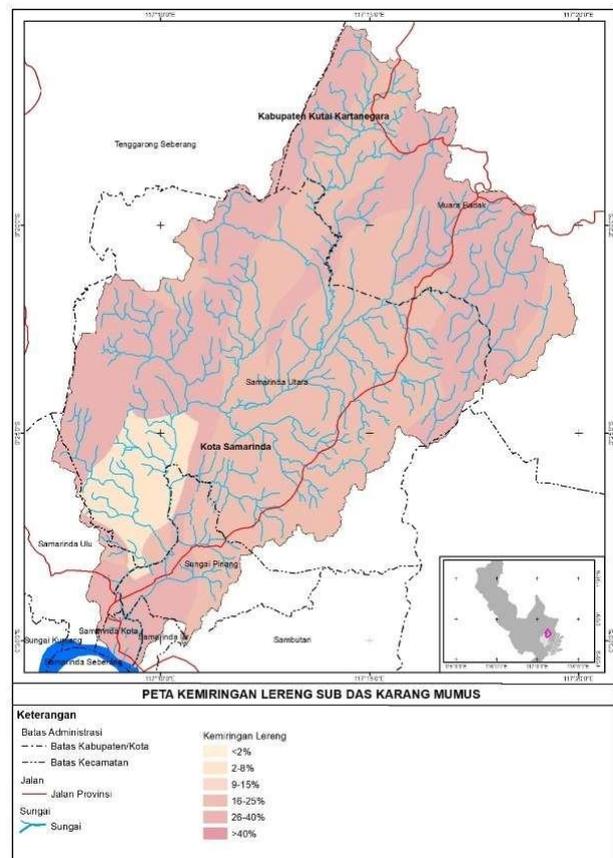
Sub DAS Karang Mumus memiliki luas 317,42 km<sup>2</sup> atau 31,742 ha dengan keliling sebesar 103,26 km. Bentuk aliran sungai adalah radial atau menyebar yang mana menyerupai kipas. Hal ini menyebabkan aliran air yang berasal dari beberapa anak sungai dapat terkontraksi pada satu titik tertentu dan mengakibatkan banjir besar pada pertemuan anak-

anak sungainya. Sub DAS Karang Mumus memiliki 20 Sub-Sub DAS (SSD) (Gambar 1b.) yang dapat dikelompokkan menjadi kelompok SSD di bagian hulu (10 SSD) dengan luas 190,70 km<sup>2</sup> (60,31%), kelompok SSD di bagian tengah (9 SSD) dengan luas 101,96 km<sup>2</sup>, dan kelompok SSD di bagian hilir (1 SSD) dengan luas 23,56 km<sup>2</sup>. Aliran Sub DAS Karang Mumus memiliki panjang 37,65 km yang terdiri atas bagian hulu, tengah hilir, yaitu: bagian hulu sepanjang 20,66 km atau sebanyak 54,86%, aliran tengah sepanjang 10,05 km dengan presentase 26,68%, dan bagian hilir sepanjang 6,95 km atau 18,45% dari aliran utamanya.

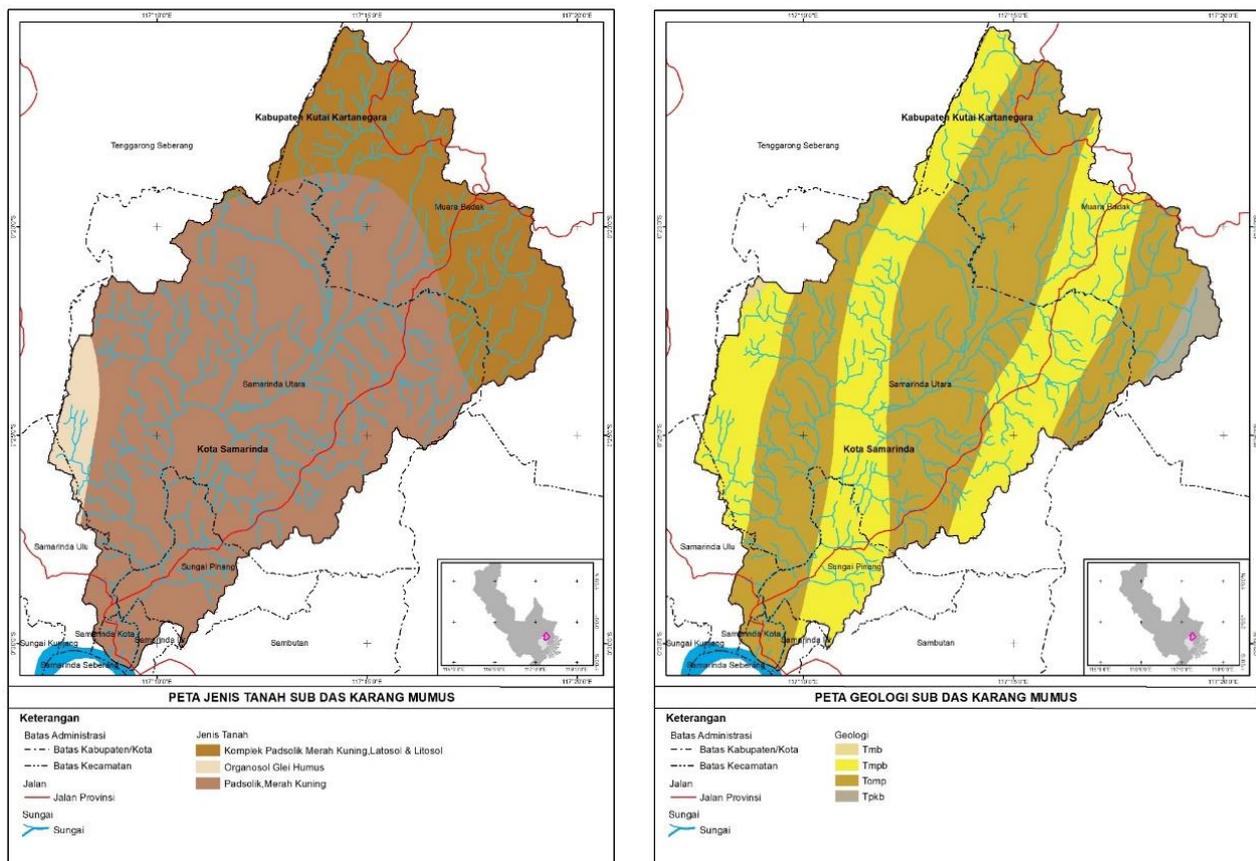
Berdasarkan pembentukan geomorfologi pada kondisi topografi, kemiringan lereng, geologi, dan jenis tanah di Sub DAS Karang Mumus sangat bervariasi. Variasi elevasi pada wilayah penelitian yaitu antara 0 mdpl hingga 255 mdpl dengan elevasi rata-rata 45,33 m, dengan mayoritas elevasi 0-25 m (31,51%) dan 25-50 m (31,31%) yang mendominasi. Pada Gambar 2a., menunjukkan wilayah selatan lebih landai dan berelevasi rendah kemudian di wilayah barat dan utara garis kontur cenderung kompleks. Kemiringan lereng pada Sub DAS Karang Mumus didominasi dengan topografi landai yang mana 43,81% wilayahnya berada pada kelas lereng 8-15%. Wilayah dengan klasifikasi datar (0-8%) sebesar 21,83%, selebihnya termasuk dalam kelas agak curam, curam dan sangat curam (21,83%) (Gambar 2b.). Formasi geologi pada gambar Gambar 2c., yang tersebar di wilayah penelitian adalah Formasi Kampung Baru (35,48), Formasi Balikpapan (28,80%), Formasi Aluvium (25,86%), dan Formasi Pulau Balang (9,87%). Kondisi formasi yang ada merupakan perselingan batu pasir kuarsa, batu pasir yang memiliki sisipan batubara. Adapun komposisi tanahnya mayoritas adalah podsol berwarna merah kuning dan rentan erosi tertelak pada bagian tengah (Gambar 2d.). Pada bagian utara jenis tanah adalah kompleks podsol berwarna merah kuning latosol dan litosol, hanya sedikit pada sisi barat daya tanah berjenis organosol humus.



(a)



(b)



(c) (d)  
**Gambar 1.** Kondisi Geomorfologi Sub DAS Karang Mumus, a) Peta Kemiringan Lereng; dan b) Peta Topografi; c) Peta Geologi; dan d) Peta Jenis Tanah

### 3.2. Penggunaan Lahan di Sub DAS Karang Mumus

Hasil pengolahan citra yang tersedia dan digunakan data Landsat 8 Tahun 2018 dan Tahun 2020. Luas Sub DAS Karang Mumus sekitar 31.742,68 Ha atau 317,428 km<sup>2</sup>. Penggunaan lahan terbagi atas 13 jenis di Sub DAS Karang Mumus, yang terluas adalah semak/belukar, diikuti permukiman, pertanian lahan kering campur semak, kemudian yang terkecil adalah tubuh air. Data penggunaan lahan Tahun 2018 dan 2020 disajikan pada Tabel 1.

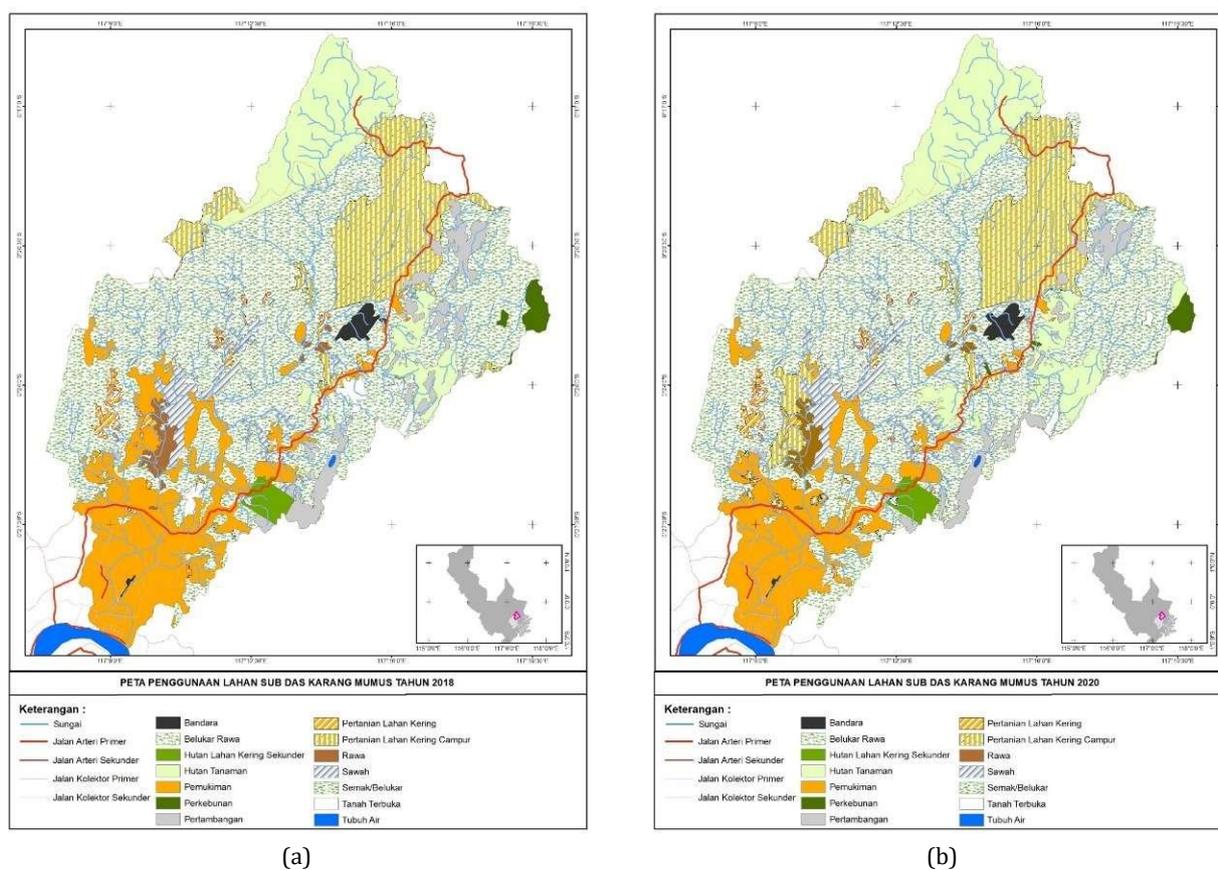
**Tabel 2.** Penggunaan Lahan di Sub DAS Karang Mumus Tahun 2018 dan 2020

Penggunaan Lahan	2018 (Ha)	2020 (Ha)
Bandara	194,58	200,60
Semak/Belukar	15.533,49	16.227,53
Hutan Lahan Kering Sekunder	287,62	287,62
Hutan Tanaman	3.455,37	3.838,77
Lahan Terbuka	331,63	78,21
Pemukiman	5.039,24	4.112,34
Perkebunan	237,87	169,47
Pertambangan	1.303,53	925,68
Pertanian Lahan Kering	353,26	373,32
Pertanian Lahan Kering Campur Semak	3.725,84	4.270,91
Rawa	333,48	333,48
Sawah	911,36	889,36
Tubuh Air	35,40	35,40
<b>JUMLAH</b>	<b>31.742,68</b>	<b>31.742,68</b>

Sumber: Pengolahan Citra LANDSAT tahun 2018 dan tahun 2020

Berdasarkan Tabel 1., penggunaan lahan yang mengalami peningkatan adalah bandara, semak/belukar, hutan tanaman dan pertanian lahan kering campur semak. Disisi lain, sawah, pertambangan, lahan terbuka dan perkebunan mengalami penyempitan dan pengurangan luasan (Gambar 3a. dan 3b.). Perubahan penggunaan lahan tersebut sangat berpengaruh terhadap koefisien aliran limpasan dan besarnya resapan air di Sub DAS Karang Mumus. Tutupan lahan dengan data citra satelit Landsat 8 OLI/TIRS juga dapat dianalisis dengan berbagai metode. Salah satu metode yang

umum digunakan adalah dengan analisis *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dengan berfokus pada indeks kerapatan vegetasi (Nurul *et al.*, 2021).



Gambar 3. a) Peta Penggunaan Lahan Tahun 2018; b) Peta Penggunaan Lahan Tahun 2020

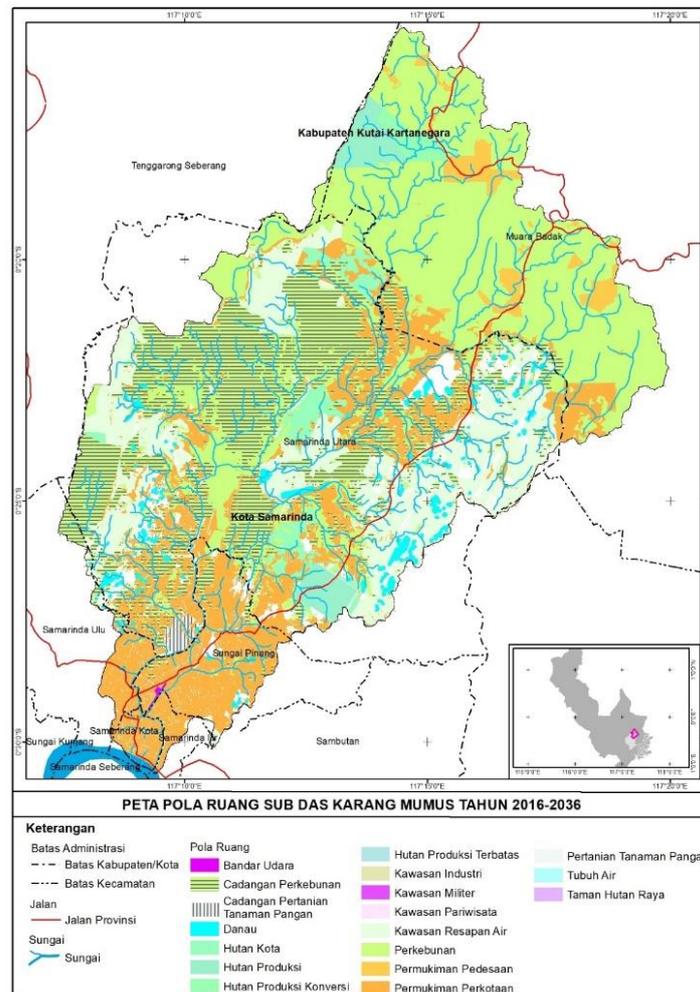
Koefisien air limpasan akan semakin meningkat jika penggunaan lahan yang berkembang cenderung ke arah air sehingga air yang masuk ke tanah semakin berkurang. Kecenderungan ini akan semakin terwujud dikarenakan perluasan lahan untuk permukiman dan cadangan perkebunan berdasarkan Pola Ruang di Sub DAS Karang Mumus periode 2016-2036 cukup luas (Gambar 4.). Perubahan penggunaan lahan dapat mengubah perilaku air atau karakteristik hidrologi dalam hal ini limpasan permukaan (Darwin *et al.*, 2021). Perhitungan koefisien limpasan Tahun 2021 di Sub DAS Karang berdasarkan jenis penggunaan lahan dan jenis tanahnya. Hasilnya koefisien limpasan komposit untuk rata-rata di Sub DAS Karang Mumus adalah 0,51.

Beberapa penelitian analisis perubahan tutupan/penggunaan lahan terhadap kondisi debit aliran DAS diantaranya adalah Paimin *et al.* (2012), menyatakan bahwa makin luas kawasan hutan di daerah aliran sungai, maka tingkat kekeruhan semakin rendah. Pengaruh tersedianya kawasan hutan mencapai titik hampir konstan antara 31%-35% terhadap tingkat kekeruhan air sungai. Kondisi terkini air di Sub DAS Karang Mumus terlihat kotor, keruh, sebagian berwarna hitam, dan berbau disebabkan dengan sampah dan limbah rumah tangga permukiman yang terletak di bantaran sungai (Daramusseng & Syamsir, 2021; Diansyukma *et al.*, 2021; Pramaningsih *et al.*, 2017).

Luasan jenis penggunaan lahan juga berpengaruh terhadap debit puncak yaitu berpengaruh sebesar 32,4%, yang didominasi oleh lahan kosong serta terbangun (Fauzi *et al.*, 2018). Hal ini berkaitan dengan kemampuan lahan untuk menyerap air permukaan. Perubahan penggunaan lahan menjadi lahan kosong maupun terbangun atau permukiman akan meningkatkan debit sungai (Dharma *et al.*, 2021; Nugroho *et al.*, 2018). Peningkatan debit akan menjadi penyebab potensi luapan sungai yang kemudian menjadi bencana banjir. Faktor lain yang juga berpengaruh selain perubahan penggunaan lahan adalah kualitas hidrologi sungai yang semakin menurun serta kapasitas sungai akibat penumpukan sampah dan limbah rumah tangga.

Terkait dengan keberadaan hutan, Pudjiharta (2008) berpendapat bahwa faktor-faktor seperti curah hujan, sifat tanah, geologi dan kemiringan lereng mempengaruhi fungsi hutan dalam hidrologi banjir. Dengan kata lain, pengelolaan dan pelestarian hutan sangat dibutuhkan untuk menjaga kelestarian DAS dan memitigasi bencana. Hal ini sejalan dengan pendapat para ahli yang menyatakan peranan tutupan lahan hutan berpengaruh dalam mengatur tata air pada DAS berlaku pada luasan sempit (<100 km<sup>2</sup>), luasan sedang (100 km<sup>2</sup>-500 km<sup>2</sup>), tetapi tidak berlaku untuk DAS dengan luasan >500 km<sup>2</sup> (FAO, 2005; Kiersch, 2001; Salleh *et al.*, 2013). Pada luasan DAS sedang, peranan paling dominan adalah eksistensi hutan untuk menjaga keberlangsungan DAS. Aksi reboisasi dan penghutanan kembali (*afforestation* atau

*reforestation*) sebaiknya dilaksanakan pada DAS maupun sub DAS yang berkontribusi dan dalam kondisi buruk dalam menjaga tata air DAS. Sub DAS Karang Mumus dengan luasan 317,42 km<sup>2</sup> termasuk dalam luasan sedang, sehingga aksi penghutanan kembali menjadi sebuah urgensi terutama pada lahan kosong dan lahan kritis.



**Gambar 4.** Peta Pola Tata Ruang Sub DAS Karang Mumus Tahun 2016-2036

Perubahan tata guna lahan dalam pengembangan wilayah perkotaan tentunya mutlak dan tidak dapat dihindarkan, fenomena deforestasi hutan yang berubah menjadi permukaan kedap berupa perumahan, jalan-jalan, tempat parkir, bandara, dan sebagainya. Dampak yang nyata adalah peningkatan kejadian serta intensitas bencana banjir. Dampak perubahan tutupan lahan secara besar-besaran dapat dilihat pada perubahan fungsi hidrologi DAS yang dimulai dari berkurangnya intensitas curah hujan regional kemudian diikuti oleh hasil dan kualitas air DAS.

Hasil studi jangka panjang yang dilakukan di berbagai wilayah dunia menunjukkan bahwa peningkatan jumlah aliran air disebabkan oleh: 1) Hutan ditebangi atau berkurangnya tutupan vegetasi secara signifikan; 2) Berubahnya jenis vegetasi dari tanaman yang berakar dalam menjadi tanaman berakar dangkal; dan 3) Vegetasi tutupan lahan berubah menjadi tanaman dengan tingkat intersepsi yang lebih rendah (Bosch & Hewlett, 1982; Hibbert, 1983). Tutupan lahan semak belukar dan pertanian lahan kering campur semak meningkat secara signifikan di Sub DAS Karang Mumus (Tabel 1.), hal ini dapat meningkatkan jumlah aliran air karena vegetasi tutupan lahan memiliki intersepsi yang rendah. Hubungan pembalakan hutan, perubahan jenis vegetasi hutan dan air larian di daerah tropis belum banyak diketahui, disebabkan penelitian tentang simulasi daerah tangkapan air dalam hubungannya dengan aliran belum banyak dilakukan termasuk yang terkait dengan perubahan iklim.

#### 4. SIMPULAN

Penggunaan lahan antara Tahun 2018 hingga Tahun 2020 di Sub DAS Karang Mumus mengalami perubahan. Walaupun tidak signifikan pada semua kelas tutupan lahan namun meningkatnya tutupan lahan berupa semak belukar dan pertanian lahan kering campur semak menyebabkan semakin berkurangnya tingkat intersepsi yang lebih rendah daripada hutan primer. Perubahan penggunaan lahan tersebut sangat berpengaruh terhadap koefisien aliran limpasan dan besarnya resapan air di Sub DAS Karang Mumus. Hasilnya koefisien limpasan komposit untuk rata-rata di Sub DAS Karang Mumus adalah 0,51. Jenis penggunaan lahan yang mengalami penyempitan diantaranya adalah sawah, pertambangan, lahan terbuka dan perkebunan namun tidak berdampak signifikan. Kondisi topografi di Sub DAS Karang

Mumus adalah landai dan datar dengan rata-rata elevasi pada ketinggian 45,33 mdpl. Formasi Aluvium mendominasi namun formasi lainnya terdiri dari perselingan batubapasis kuarsa dengan sisipan batubara dan komposisi tanahnya mayoritas terdiri dari podsolik merah kuning dan rentan terhadap erosi. Laju perubahan penggunaan lahan yang terjadi serta kondisi topografi di Sub DAS Karang Mumus dapat meningkatkan potensi bencana banjir di masa depan apabila tidak ada perencanaan dan aksi preventif dalam melakukan mitigasi bencana.

## 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih terutama pada pihak yang telah mendukung dan penelitian ini berjalan atas hibah dana dari Skim Bantuan Dana Penelitian Pendanaan BOPTN Tahun Anggaran 2022, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman (1645/UN17.7.PP/2022). Data penelitian ini dilindungi Surat Pencatatan Hak Cipta dengan Nomor Pencatatan: 000435620.

## 6. REFERENSI

- BNPB. (2023). RBI - Risiko Bencana Indonesia 'Memahami Risiko Sistematis di Indonesia'. BNPB.
- Bosch, J.M., & Hewlett, J.D. (1982). A Review of Catchment Experiment to Determine the Effect of Vegetation Changes on Water Yield and Evapotranspiration. *Journal of Hydrology*. 55: 3-23.
- Chander, G., Markham, B.L., & Helder, D.L. (2009). Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. *Remote Sensing of Environment*. 113(5): 893-903. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2009.01.007>
- Daramusseng, A., & Syamsir, S. (2021). Studi Kualitas Air Sungai Karang Mumus Ditinjau dari Parameter Escherichia coli Untuk Keperluan Higiene Sanitasi. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*. 20(1): 1-6. <https://doi.org/10.14710/jkli.20.1.1-6>
- Darwin, Syahrul, & Basri, H. (2021). Analisis Karakteristik Hidrologi DAS Krueng Aceh, Provinsi Aceh (Studi Kasus Sub DAS Krueng Jreu dan Sub DAS Krueng Khea). *Rona Teknik Pertanian*. 14(1): 58-72.
- Dharma, I.G.A., Waspodo, R.S.B., & Pandjaitan, N. (2021). Analisis Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Debit Sungai (Studi Kasus: Sub DAS Cikeas). *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. 6(2): 121-132. <https://doi.org/10.29244/jsil.6.2.121-132>
- Diansyukma, A., Saraswati, S.P., & Yuliansyah, A.T. (2021). Analysis of the Carrying Capacity and the Total Maximum Daily Loads of the Karang Mumus Sub-watershed in Samarinda City Using the WASP Method. *Journal of the Civil Engineering Forum*. 7(2). <https://doi.org/10.22146/jcef.62826>
- Ekadinata, A., Dewi, S., Hadi, D.P., Nugroho, D.K., & Johana, F. (2008). *Sistem Informasi Geografis untuk Pengelolaan Bentang Lahan Berbasis Sumber Daya Alam*. World Agroforestry Centre.
- Fauzi, R.G.N., Utomo, D.H., & Taryana, D. (2018). Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Debit Puncak di Sub DAS Penggung Kabupaten Jember. *Jurnal Pendidikan Geografi*. 23(1): 50-61.
- Hibbert, A.R. (1983). Water Yield Improvement Potential by Vegetation Management on Western Rangelands. *Water Resource Bulletin*. 19(3).
- Kiersch, G.A. (2001). Development of engineering geology in western United States. *Engineering Geology*. 59 (2001) 1+49, 59, 1-49.
- Miardin, A., Gunawan, T., & Murti, S.H. (2016). Kajian Degradasi Lahan sebagai Dasar Pengendalian Banjir di DAS Juwana. *Majalah Geografi Indonesia*. 30(2): 134-141
- Mislan, Sudaryanto, Ayub, S.O., & Hadiati, D.S. (2018). Penyusunan Aksi Restorasi Sub DAS Karang Mumus dalam Perspektif Ketahanan Air. *Seminar Nasional Geografi UMS IX Surakarta*.
- Muhammad, A.M., Rombang, J.A., & Saroinsong, F.B. (2016). Identifikasi Jenis Tutupan Lahan di Kawasan KPHP Poigar dengan Metode Maximum Likelihood Cocos, 7(2).
- Nugroho, S.P., Tarigan, S.D., & Hidayat, Y. (2018). Analisis Perubahan Penggunaan Lahan dan Debit Aliran di Sub DAS Cicatih. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*. 8(2): 258-263. <https://doi.org/10.29244/jpsl.8.2.258-263>
- Nurul, M., Prasiarnatri, N., Elvira, W.V., Safitri, W., & Prabowo, R. (2021). Kondisi Tutupan Lahan di Kabupaten Tangerang Berdasarkan Indeks Vegetasi. *Jurnal Geosains dan Remote Sensing*. 2(1): 1-7. <https://doi.org/10.23960/jgrs.2021.v2i1.39>
- Paimin, Pramono, I.B., Purwanto, & Indrawati, D.R. (2012). *Sistem Perencanaan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi (P3KR).
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum, (2017). <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/112092/permenkes-no-32-tahun-2017>
- Pramaningsih, V., Suprayogi, S., & Purnama, I.L.S. (2020). Pollution Load Capacity Analysis of BOD, COD, and TSS in Karang Mumus River, Samarinda. *Indonesian Journal of Chemistry*. 20(3). <https://doi.org/10.22146/jjc.44296>
- Pramaningsih, V., Suprayogi, S., & Setyawan Purnama, I.L. (2017). Kajian Persebaran Spasial Kualitas Air Sungai Karang Mumus, Samarinda, Kalimantan Timur. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*. 7(3): 211-218. <https://doi.org/10.29244/jpsl.7.3.211-218>
- Pudjiharta, A. (2008). Pengaruh Pengelolaan Hutan Pada Hidrologi. *Info Hutan*. V(2): 141-150.
- Ramadhani, E., Suprayogi, S., & Hadi, M.P. (2021). Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Limpasan Menggunakan Multidata Iklim Satelit di Sub DAS Samin. *Media Komunikasi Geografi*. 22(1). <https://doi.org/10.23887/mkg.v22i1.30589>
- Rosyidie, A. (2013). Banjir: Fakta dan Dampaknya, Serta Pengaruh dari Perubahan Guna Lahan. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*. 24(3): 241 - 249.
- Salleh, D., Junaidi, N.H., & Rameli, N. (2013). Towards Integrated Urban Water Managemet in Malaysia Konferensi Antar Universiti Se Borneo-Kalimantan Ke-7,
- Sampurno, R.M., & Thoriq, A. (2016). Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Citra Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) di Kabupaten Sumedang. *Jurnal Teknotan*. 10(2): 61-70.
- Septiani, R., Citra, I.P.A., & Nugraha, A.S.A. (2019). Perbandingan Metode Supervised Classification dan Unsupervised

- Classification terhadap Penutup Lahan di Kabupaten Buleleng. *Jurnal Geografi*. 16(2): 90-96. <https://doi.org/10.15294/jg.v16i2.19777>
- Sukmara, R.B., Wu, R.-S., & Ariyaningsih. (2017). Analysis of Flood Discharge Reduction in Karang Mumus River, Samarinda City, Indonesia. *Environmental Resources Sustainable Development Seminar*. Taiwan.
- Sundari, Y. S. (2021). Evaluasi Banjir Akibat Pengaruh Biofisik Pada Alur Sungai Karang Mumus di Kota Samarinda. *Kurva S: Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknik Sipil*. 9(3): 161-165. <https://doi.org/10.31293/teknikd>
- Undang-undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air, (2004). <https://jdih.esdm.go.id/peraturan/UU-7-2004.pdf>
- Yousefia, S., Mirzaeeb, S., Tazehc, M., Pourghasemia, H., & Karimid, H. (2015). Comparison of Different Algorithms for Land Use Mapping in Dry Climate using Satellite Images: A Case Study of the Central Regions of Iran. *Desert*. 20(1): 1-10.