

Karakteristik Daerah Aliran Sungai (DAS) Air Bengkulu dan Perubahan Penggunaan Lahannya dalam Kaitannya dengan Kejadian Banjir

Gredia Sekar Saraswati^{1*}, Chay Asdak¹, dan Benny Joy¹

¹Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Sekolah Pascasarjana Universitas Padjadjaran, Indonesia; grediasekar@gmail.com

ABSTRAK

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu areal tempat berlangsungnya proses-proses biofisik hidrologis; yang menerima, mengumpulkan air hujan, sedimen dan unsur hara serta mengalirkannya pada sungai utama ke laut. Salah satu DAS dengan kepadatan penduduknya paling tinggi di Provinsi Bengkulu adalah DAS Air Bengkulu. Perubahan penggunaan lahan tahun 2013-2022 dan hubungannya dengan frekuensi kejadian banjir dianalisis dengan sistem informasi geografis (SIG), data curah hujan harian, dan Statistical Package for the Social Sciences (SPSS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa DAS Air Bengkulu memiliki luas \pm 50.035 ha, keliling 110,63 km, panjang sungai utama 57,91 km, lebar 20,13 km, panjang DAS 37,93 km, ketinggian tempat 0-1.000 mdpl, dan jumlah sungai keseluruhan 14. Bentuk DAS ini termasuk paralel, dengan pola aliran sungai dendritik dan nilai kerapatan sungai 1,06. DAS Air Bengkulu termasuk kategori yang harus dipulihkan karena memiliki lahan kritis yang luas. Dalam kurun waktu 10 tahun penggunaan lahan hutan berkurang seluas 2.684 ha (5,4%), perkebunan sawit bertambah 1.966 ha (3,9%), pemukiman bertambah 2.800 ha (5,6%), lahan pertanian campur bertambah 1.973 ha (3,9%), dan areal pertambangan bertambah 1.637 ha (3,2%). Fluktuasi kejadian banjir yang terjadi di DAS Air Bengkulu dipengaruhi oleh intensitas curah hujan dan penggunaan lahannya. Korelasi luasan lahan pertanian, pemukiman, sawah, perkebunan dan pertambangan bernilai positif terhadap kenaikan nilai debitnya. Sedangkan, korelasi luasan hutan dan semak belukar bernilai negatif terhadap penurunan debit sungainya. Kelas penggunaan lahan dan curah hujan memiliki hubungan yang kuat terhadap debit total, dengan nilai diterminasi 95%.

Kata Kunci: Banjir, DAS Air Bengkulu, karakteristik DAS, perubahan penggunaan lahan

ABSTRACT

A watershed is hydrological biophysical processes occur; receives and collects rainwater, sediment, and nutrients, and drains to the sea. One of the watersheds with the highest population density in Bengkulu Province is the Air Bengkulu watershed. Land use changes from 2013 to 2022 and frequency of flooding were analyzed using a geographic information system (GIS), rainfall data, and the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS). The results showed Air Bengkulu watershed has an area of \pm 50,035 ha, a circumference of 110.63 km, a main river length of 57.91 km, a width of 20.13 km, a watershed length of 37.93 km, an altitude of 0-1,000 meters, and a total of 14 rivers. The shape of watershed is parallel, with a dendritic flow pattern and a river density value of 1.06. The Air Bengkulu watershed is categorized as requiring restoration due to its extensive critical land area. Within 10 years, forest land use decreased by 2,684 ha (5.4%), oil palm plantations increased by 1,966 ha (3.9%), settlements increased by 2,800 ha (5.6%), mixed agricultural land increased by 1,973 ha (3.9%), and mining areas increased by 1,637 ha (3.2%). Fluctuations in flooding are influenced by rainfall intensity and land use. The correlation between the area of agricultural land, settlements, rice fields, plantations, and mining are positive with the discharge values. Meanwhile, the correlation between the area of forest and shrubland is negative with the river discharge. Land use class and rainfall have consistent with total discharge (95%), determination value.

Keywords: Flood, Air Bengkulu Watershade, characteristics of the watershed, land use changes

Citations: Saraswati, G. S., Asdak, C., dan Joy, B. (2025). Karakteristik Daerah Aliran Sungai (DAS) Air Bengkulu dan Perubahan Penggunaan Lahannya dalam Kaitannya dengan Kejadian Banjir. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 23(4), 915-922, doi:10.14710/jil.23.4.915-922

1. PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah satuan wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungai yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alamiah, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (BPDAS Ketahun, 2014). Menurut Asdak (2010) DAS merupakan suatu ekosistem dengan komponen biotis dan abiotis yang saling berinteraksi di dalamnya. Manusia merupakan salah satu komponen biotis penting dalam suatu DAS yang sering kali mempengaruhi ekosistem keseluruhan. Selama hubungan timbal balik antar komponen ekosistem DAS seimbang, ekosistemnya akan stabil; jika hubungan timbal balik antar komponen-komponennya mengalami gangguan, maka akan terjadi gangguan ekologis, seperti peningkatan erosi, pendangkalan sungai, menurunnya kualitas dan kuantitas air serta peningkatan risiko banjir.

DAS sebagai suatu ekosistem merupakan bentang alam yang memiliki peran penting dalam semua sektor kehidupan. Apabila DAS mengalami kerusakan, maka bisa dipastikan semua sektor yang bergantung pada DAS akan terganggu. Oleh karena pentingnya suatu DAS bagi semua sektor pembangunan, maka kelestarian fungsi DAS merupakan tujuan wajib yang harus diwujudkan. Aktivitas pembangunan yang terjadi di wilayah DAS, perlu diatur dan diarahkan secara terpadu dengan melibatkan semua unsur yang terkait dengan pemanfaatan DAS. Prinsip keterpaduan perlu diterapkan dengan berpegang teguh pada kesetaraan dan berkomitmen untuk menerapkan penyelenggaraan pengelolaan sumberdaya alam yang adil, efektif, efisien, berkelanjutan. Menurut Putra, dkk (2019) keberlanjutan suatu DAS dapat tercapai jika aktivitas-aktivitas pengelolaannya dijalankan berdasarkan prinsip kelestarian yang memadukan keseimbangan antara produktivitas dan konservasi tanah air.

Pengelolaan suatu DAS, selain menerapkan prinsip keterpaduannya, juga harus karakteristik biofisik suatu DAS, yakni gambaran spesifik DAS yang dicirikan oleh parameter-parameter yang berkaitan dengan morfologi DAS (topografi, tanah, geologi, vegetasi, penggunaan lahan), morfometri DAS, hidrologi, dan manusia (Antoko dan Sukmana, 2007). Morfometri menggambarkan keadaan jaringan alur sungai secara kuantitatif pada suatu DAS, seperti: luas DAS, keliling DAS, panjang dan lebar DAS, bentuk DAS, pola pengaliran dan panjang sungai (BPDAS Ketahun, 2014).

Kondisi karakteristik biofisik DAS ini akan mempengaruhi pola aliran dalam sungai dan laju aliran volume permukaan. Bentuk DAS yang memanjang dan sempit cenderung menghasilkan laju aliran permukaan lebih kecil dibandingkan dengan DAS yang melebar. Pada bentuk DAS yang melebar, datangnya aliran permukaan dari semua titik tidak

terpaut banyak, artinya air dari hulu sudah tiba sebelum aliran dari mengecil/habis.

Parameter-parameter karakteristik DAS ada yang bersifat statis (sulit untuk berubah) seperti : geologi, jenis tanah, topografi, morfometri DAS; dan ada juga yang bersifat dinamis (mudah mengalami perubahan), seperti: curah hujan dan penggunaan lahan (tutupan vegetasi). Menurut Antoko dan Sukmana (2007), sistem lahan yang dominan pegunungan dan perbukitan dengan ketererangan 40-60% serta curah hujan tinggi akan berpotensi menyebabkan terjadinya bencana banjir dan longsor jika penggunaan lahan dan kegiatan manusianya tidak mendukung upaya mitigasi bencana.

Menurut Dasyanto dan Riyanto (2006), faktor yang mendorong meningkatnya tingkat kekritisian lahan suatu DAS adalah terjadinya perubahan penggunaan lahan alami menjadi buatan, yang cenderung menurunkan daya dukung DAS-nya. Perubahan penggunaan lahan menyebabkan terjadinya penurunan fungsi DAS karena tidak memperhatikan konservasi tanah dan air, berupa erosi dan sedimentasi (Wibowo, dkk., 2015). Konversi lahan pertanian, hutan, padang rumput, dan lahan basah menjadi lahan terbuka atau pemukiman akan menyebabkan peningkatan aliran air di permukaan tanah, yang dapat mengubah kondisi hidrologi alami suatu DAS, karena menurunnya kemampuan infiltrasi tanah dan meningkatnya aliran air permukaan (Nilda, dkk. 2015). Perubahan tata guna lahan akan mempengaruhi kelestarian suatu DAS sehingga mengakibatkan perubahan keseimbangan tata air, utamanya besarnya debit aliran dan sedimentasi sungai (Asdak, 2010).

Menurut Ruspindi dkk. (2013), kejadian banjir berhubungan erat dengan curah hujan yang tidak mampu terserap tanah karena daerah resapan air yang berkurang. Kondisi penutupan lahan (*land cover*) merupakan indikator penting dalam mengenali kondisi keseluruhan DAS, terutama dalam kaitannya dengan daerah resapan air. La Baco, dkk. (2011) menyatakan bahwa seiring dengan penurunan luas hutan dan peningkatan luas penggunaan lahan lain, menyebabkan koefisien aliran permukaan dan debit maksimum meningkat berpotensi menyebabkan banjir.

DAS Air Bengkulu merupakan DAS lintas kabupaten yang statusnya sebagai DAS yang perlu dipulihkan daya dukungnya (BPDAS, 2014). Aliran sungai DAS ini melalui ibu kota Provinsi Bengkulu. Kondisi DAS Air Bengkulu mengalami degradasi yang cukup tinggi, kemungkinan karena merupakan DAS dengan penduduk terpadat di Provinsi Bengkulu. Menurut Bursamin (2018) degradasi lahan di DAS Air Bengkulu disebabkan oleh berbagai aktivitas masyarakat di dalamnya. Berkenaan dengan latar belakang di atas, penelitian ini melakukan pengkajian dalam menganalisis karakteristik DAS Air Bengkulu dan perubahan penggunaan lahannya dari tahun 2013-2022 serta keterkaitannya dengan kejadian banjir dengan mengamati debit sungainya.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di DAS Air Bengkulu, tahun 2023 dengan klasifikasi penggunaan lahan mengacu pada kelas penutupan lahan Kementerian Lingkungan Hidup tahun 2012-2022, yang dibagi menjadi 2 kelas utama, yakni kelas hutan dan kelas non hutan menggunakan pemetaan dengan teknik sistem informasi geografis (SIG) dan survey lapangan. Kelas hutan terdiri dari hutan lahan kering primer, hutan lahan kering sekunder, hutan mangrove primer, hutan mangrove sekunder, hutan rawa primer dan hutan rawa sekunder dan hutan tanaman. Kelas non hutan terdiri dari perkebunan, semak belukar, semak belukar rawa, savanna/padang rumput, pertanian lahan kering, pertanian lahan kering campur, sawah, tambak, pemukiman, permukiman transmigrasi, lahan terbuka, areal pertambangan, tubuh air/pengairan tawar, rawa, bandara/pelabuhan, dan awan (Tosiani, 2020).

Data banjir tahunan (debit tinggi) dan curah hujan di DAS Air Bengkulu diperoleh dari Balai Wilayah Sungai VII Bengkulu. Data banjir harian diperoleh dari stasiun pengamatan debit sungai air Bengkulu bagian hilir, sedangkan data curah hujan berasal dari rata-rata data curah hujan pada 3 stasiun pengamatan yang berada di DAS Air Bengkulu, yakni Stasiun Bajak, Stasiun Taba Mutung dan Stasiun Tanjung Jaya. Curah hujan rata-rata wilayah dihitung menggunakan metode *polygon thiesen*.

Analisis hubungan/keterkaitan antara kejadian banjir dengan curah hujan dan berbagai penggunaan lahan digunakan analisis regresi linier berganda pada aplikasi program *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS). Analisis kuantitatif dilakukan terhadap debit sungai, curah hujan, dan perubahan luas penggunaan lahan. Curah hujan menjadi peubah independen (X_1) dan perubahan penggunaan lahan menjadi peubah independent (X_2, X_3, X_n), sementara debit sungai menjadi peubah dependen (Y), dengan persamaan sebagai berikut:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots + b_nX_n + \epsilon$$

dengan:

- | | |
|----------------------|--------------------------|
| Y : Debit aliran | X_5 : Hutan |
| a : Curah Hujan | X_6 : Perkebunan |
| X_1 : Pertanian | X_7 : Belukar Tua |
| X_2 : Sawah | X_8 : Pemukiman |
| X_3 : Belukar Tua | b : Koefisien regres |
| X_4 : Pertambangan | ϵ : Faktor lain |

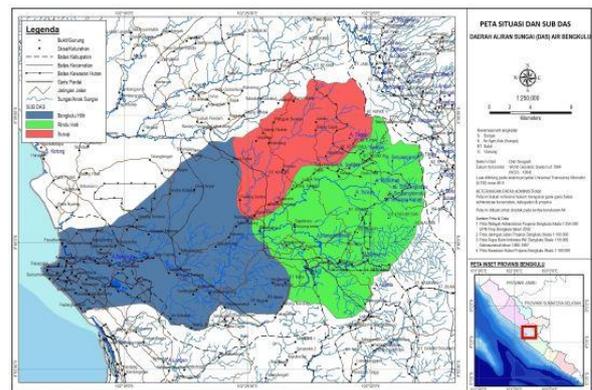
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik DAS Air Bengkulu

DAS Air Bengkulu berada pada wilayah pemerintahan Kabupaten Bengkulu Tengah dan Kota Bengkulu. Secara geografis, terletak pada posisi 102°14'48.962"-102°35'5.992" BT dan 3°37'8.705"-3°50'30.802"LS. Daerah yang berada di Kabupaten Bengkulu Tengah termasuk dalam katagori DAS bagian hulu dan tengah, sedangkan yang berada di

Kota Bengkulu termasuk dalam DAS katagori bagian hilir.

Hasil pengukuran menggunakan GIS, diketahui bahwa luas DAS Air Bengkulu memiliki luas sekitar 50.035 ha. Berdasarkan perbandingan antara panjang dan lebar DAS, dapat ditentukan bahwa bentuk DAS Air Bengkulu adalah memanjang dengan dua percabangan sungai ordo 1 di bagian hulu. Semakin memanjang suatu DAS, maka waktu yang dibutuhkan oleh air hujan yang jatuh di wilayah hulu ke *outlet* DAS akan semakin lama—Bentuk DAS Air Bengkulu termasuk bentuk DAS paralel, dengan corak terdapat dua jalur aliran sungai yang sejajar dan menyatu di bagian hilir. Banjir biasanya terjadi di titik pertemuan anak sungai ini. Dua anak sungai yang menyatu menjadi Sungai Air Bengkulu adalah anak sungai Rindu Hati dan Anak Sungai Susup yang keduanya terletak di Kabupaten Bengkulu Tengah. Kedua anak sungai utama ini merupakan batas terbaginya DAS Air Bengkulu menjadi tiga sub DAS, yakni Sub DAS Susup, sub DAS Rindu Hati dan sub DAS Bengkulu Hilir. Dalam upaya pengelolaan DAS, ketiga sub DAS ini merupakan satu kesatuan yang tidak terpisahkan dan mempunyai hubungan sebab akibat di antara sub DAS-sub DAS tersebut (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Bentuk dan Sub DAS Air Bengkulu

Berdasarkan Gambar 1, terlihat bahwa pola aliran sungai DAS Air Bengkulu pada umumnya menyerupai percabangan pohon (pola dendritik). Pola aliran ini sangat ditentukan oleh faktor geologi dan kelerengan karena sebagian wilayah DAS Air Bengkulu perbukitan dan pegunungan. Pola aliran dendritik biasanya dikontrol oleh litologi pembentukan satuan morfologi dan struktur batuan yang ada. Pola aliran pada bagian hilir tidak jelas dan tidak alamiah lagi karena kemiringan lerengnya termasuk kategori datar dan adanya campur tangan manusia seperti untuk kebutuhan irigasi/ pengairan. Menurut Primanggara dan Suprpto (2014), pola dendritik bentuknya seperti percabangan pohon yang tidak teratur dengan arah dan sudut yang beragam serta berkembang pada batuan yang homogen dan tidak terkontrol oleh struktur, umumnya pada batuan sedimen dengan perlapisan horisontal, atau pada batuan beku dan batuan kristalin yang homogen. Menurut Shofwan, dkk (2022) pada pola aliran

dendritik umumnya akan terjadi peningkatan aliran pada titik pertemuan anak-anak sungai yang akan mengalir ke induk sungai. Pola aliran ini berkembang di batuan yang homogen dan tidak terkontrol oleh struktur, umumnya pada batuan sedimen dengan perlapisan horisontal, atau pada batuan beku.

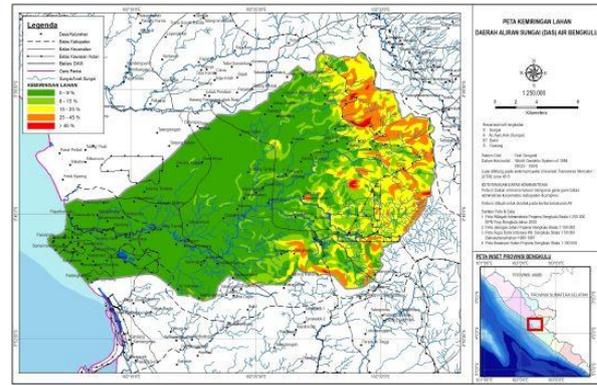
Panjang sungai utama di DAS Bengkulu sebesar 57,9 km, yang merupakan gabungan dari panjang sungai Rindu Hati, panjang sungai Air Susup, dan panjang sungai Air Bengkulu. Alur sungai dalam suatu DAS dapat dibagi dalam beberapa orde sungai. Orde sungai adalah posisi percabangan alur sungai di dalam urutannya terhadap induk sungai di dalam suatu DAS. Semakin banyak jumlah orde sungai akan semakin luas pula DAS nya dan akan semakin panjang pula alur sungainya. Sungai-sungai yang termasuk ordo 1 di DAS Air Bengkulu adalah Sungai Susup, Sungai Rindu Hati dan Sungai Air Bengkulu. Indeks kerapatan sungai di DAS Air Bengkulu adalah 1,06. Ini berarti bahwa indeks kerapatan sungai-nya termasuk dalam kriteria sedang dengan kondisi drainasenya DAS-nya jarang mengalami genangan. Kerapatan aliran sungai menggambarkan kapasitas penyimpanan air permukaan dalam cekungan-cekungan seperti danau, rawa dan badan sungai yang mengalir di suatu DAS. Kerapatan daerah aliran merupakan faktor penting dalam menentukan kecepatan air larian. Semakin tinggi kerapatan daerah aliran maka semakin besar pula kecepatan air larian untuk curah hujan yang sama (Utama, dkk. 2016). Berikut dimensi pengukuran fisik DAS Air Bengkulu.

Tabel 1. Dimensi Pengukuran DAS Air Bengkulu

Karakteristik DAS	Satuan	Nilai
Luas DAS	Ha	50.035
Keliling DAS	Km	110,63
Lebar DAS	Km	20,13
Panjang DAS	Km	37,93
Panjang sungai utama	Km	57,91
Panjang sungai total	Km	550,42
Jumlah sungai total	Buah	14
Altitude daerah hulu (mak)	M dpl	1
Altitude daerah hilir (min)	M dpl	0

Sumber: Pengolahan data, 2023

Kelerengan DAS Air Bengkulu didominasi oleh wilayah datar (0–8%) terutama di daerah hilir. Pada daerah hulu DAS-nya topografinya berupa perbukitan yang berombak dengan punggung bukit curam hingga sangat curam, yang statusnya merupakan kawasan lindung. Pada bagian tengah dan hilir merupakan kawasan yang topografinya bergelombang dengan landai sampai datar.



Gambar 2. Peta Kemiringan Lahan DAS Air Bengkulu

Gambar 2 menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah DAS Bengkulu kelerengannya datar (0-8%), tersebar merata di bagian tengah dan hilir DAS. Kelerengan yang curam dan sangat curam terletak di daerah hulu DAS yang sebarannya berupa spot-spot di berbagai tempat. Kondisi kelas kelerengan dan luasannya di DAS Air Bengkulu disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Luasan Kelerengan Lahan di DAS Air Bengkulu

Kelas Kelerengan	Luas (Ha)	Persentase (%)
Datar (0-8%)	34.064,84	68,08
Landai (8-15%)	3.100,45	6,20
Agak curam (15-25%)	3.818,03	7,63
Curam (25-45%)	6.932,16	13,85
Sangat Curam (>45%)	2.119,52	4,24
	50.035,00	100,00

Sumber: Pengolahan data, 2023

Menurut Antoko dan Sukmana (2007), lahan dengan kelerengan >40% sebaiknya dialokasikan sebagai kawasan lindung karena kondisinya yang rentan terhadap degradasi lahan dan erosi serta peranannya yang penting bagi tata air. Tutupan lahan pada areal dengan kelerengan lahan > 40% ini semestinya berupa tutupan hutan. Dijelaskan lebih lanjut bahwa untuk lahan pertanian dengan kemiringan lahan >15% perlu diterapkan praktik konservasi tanah dan air seperti pembuatan teras atau guludan.

Berdasarkan data curah hujan Tahun 2013 – 2022 dari 3 stasiun curah hujan di DAS Air Bengkulu, diketahui bahwa rata-rata curah hujan di DAS Air Bengkulu selama 10 tahun adalah 3.274,38 mm/th atau rata-rata 274,8 mm/bulan. Pada tahun 2022, terdapat 11 bulan basah (lebih besar dari 200 mm), dengan curah hujan bulanan maksimum jatuh pada bulan Oktober (1.045 mm per bulan).

3.2. Penggunaan Lahan di DAS Air Bengkulu

Hasil analisis GIS pada peta landsat liputan tahun 2022 yang dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan dan hasil peninjauan lapangan tahun 2023 di DAS Air Bengkulu, diketahui bahwa penggunaan lahan di dalam DAS ini berupa hutan sekunder, semak belukar, perkebunan, pemukiman, tanah terbuka, badan air, belukar rawa, pertanian lahan kering campur, sawah, dan areal pertambangan.

Luasan dan persentasi untuk masing-masing kategori penggunaan lahan disajikan pada Tabel 3.

Penggunaan lahan di DAS Air Bengkulu sebagian besar berupa pertanian lahan kering campur (80,28%) dan areal pemukiman/lahan terbangun (7,42%). Bentuk penggunaan lainnya yang cukup luas adalah perkebunan (3,93%), areal pertambangan (3,23%), dan lahan sawah (2,70%). Penggunaan lainnya seperti: tanah terbuka, semak belukar, hutan lahan kering skunder, dan belukar rawa memiliki luasan kurang dari 1% dan tersebar di beberapa lokasi. Peta penggunaan lahan/tutupan vegetasi tahun 2002 memperlihatkan adanya penggunaan lahan berupa lahan hutan skunder seluas 6 ha. Data penggunaan lahan berupa hutan ini dari tahun 2014-2021 tidak ada lagi di DAS Air Bengkulu. Kondisi ini menunjukkan bahwa telah ada upaya untuk merevegetasi atau merubah lahannya menjadi hutan.

Tabel 3. Luas penggunaan lahan di DAS Air Bengkulu.

Kategori Penggunaan Lahan	Luas (ha)	Persen (%)
Hutan sekunder lahan kering	6	0,01
Semak belukar	187	0,37
Perkebunan	1.966	3,93
Pemukiman	3711	7,42
Tanah terbuka	244	0,49
Badan air	316	0,63
Belukar rawa	467	0,93
Pertanian lahan kering campur	40.170	80,28
Sawah	1.351	2,70
Areal pertambangan	1.617	3,23
	50.035	100,00

Sumber: olahan data Peta Shp KLHK, 2023

Luas kawasan hutan di DAS Air Bengkulu adalah 12.515 ha. Sebagian besar telah rusak, yang salah satu akibatnya karena kegiatan pertambangan, dampak perubahan status hutan lindung menjadi hutan produksi (Satmaidi, dkk, 2018). Kawasan hutan di DAS Air Bengkulu terdiri dari berbagai fungsi hutan, yakni: hutan lindung Bukit Daun, hutan produksi Rindu Hati, Taman Buru Semidang Bukit Kabu, Cagar Alam Danau Dusun Besar, Taman Hutan Raya Rajalelo dan Taman Wisata Alam Pantai Panjang Pulau Baai (BPDAS, 2014).

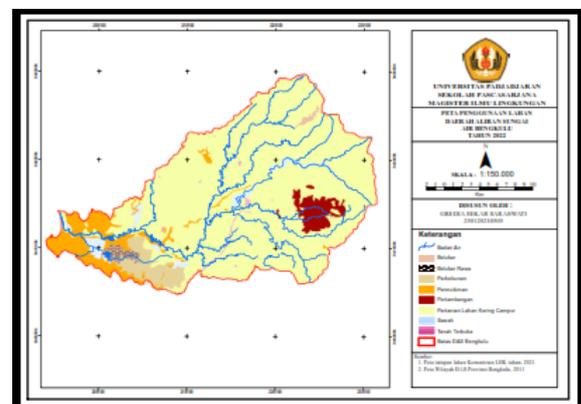
Kawasan hutan yang terdapat di DAS Air Bengkulu telah berubah penggunaannya menjadi berbagai kepentingan, seperti untuk pemukiman, pertambangan, lahan pertanian kering campur, dan belukar. Idealnya, untuk wilayah hulu DAS, penggunaan lahan berupa hutan harus dipertahankan. Menurut Wydiantara, dkk (2015), kerusakan hutan telah menyebabkan keseimbangan lingkungan hidup DAS menjadi rusak, sehingga sering erosi, banjir, kekeringan, pendangkalan sungai dan waduk. Berkurangnya penggunaan lahan berupa tegakan (hutan), yang diikuti dengan meningkatnya lahan terbangun dan lahan pertanian akan meningkatkan laju erosi lahan dan sedimentasi (Apriliyana, 2015).

Lahan pertanian kering campur di DAS ini berupa kebun garapan masyarakat yang ditanami berbagai jenis tanaman, dengan kopi (*Coffea canephora*)

sebagai tanaman pokoknya. Pemanfaatan areal peruntukan lain (APL) yang dijadikan kebun kopi dan kebun komoditas lainnya akan menjadi sumber pendapatan bagi masyarakat. Hal ini dikarenakan, sebagian besar masyarakat Bengkulu bermata pencaharian sebagai petani dengan komoditas utamanya kopi. Permasalahan lingkungan akan muncul ketika masyarakat menggarap kawasan hutan menjadi kebun kopi. Menurut Senoaji (2009), membuka lahan hutan menjadi kebun cukup banyak dilakukan oleh petani di Provinsi Bengkulu.

Hasil pengolahan data analisis GIS, luas areal pertambangan yang berada di DAS Air Bengkulu sampai dengan tahun 2022 sebesar 1.167 ha, dari luas konsesi pertambangan seluruhnya 21.694 ha. Kondisi ini menunjukkan bahwa masih terdapat potensi besar untuk memperluas bukaan lahan untuk kegiatan pertambangan batu bara. Satmaidi, dkk. (2018) menjelaskan bahwa terdapat sejumlah Ijin Usaha Pertambangan (IUP) batu bara yang beroperasi di wilayah hulu DAS Air Bengkulu. Seluruh aktivitas pertambangan batubara tersebut telah mengakibatkan rusaknya kawasan hutan lindung dan hutan lainnya yang berada di bagian hulu DAS Air Bengkulu.

Pemukiman atau lahan terbangun di DAS Air Bengkulu luasnya sekitar 3.711 ha (7,42%). Pemukiman ini tersebar di Kabupaten Bengkulu Tengah dan Kota Bengkulu yang menjadi wilayah administrasi DAS Air Bengkulu. Meningkatnya lahan pemukiman atau lahan terbangun akan mempengaruhi tata air di suatu wilayah DAS. Menurut Apriliyana (2015), sejalan dengan meningkatnya lahan terbangun menyebabkan luasan wilayah tangkapan air DAS berkurang dan akan meningkatkan laju erosi dan sedimentasi. Suharini dan Setyowati (2011) menjelaskan bahwa perubahan penggunaan lahan menjadi pemukiman akan terus terjadi, sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk yang akan membutuhkan lahan untuk tempat tinggal dan menjalankan segala aktivitas kehidupannya, seperti lahan untuk perkebunan, bangunan fasilitas umum, dan sebagainya. Berikut peta penggunaan lahan di DAS Air Bengkulu.



Gambar 3. Peta Penggunaan lahan DAS Air Bengkulu

Telah dikemukakan di atas bahwa perubahan penggunaan lahan utamanya berkurangnya tutupan hutan atau tataguna lain berfungsi menyerupai hutan diduga akan mengakibatkan terjadinya penurunan debit minimum di musim kemarau dan peningkatan debit maksimum di musim hujan. Alih fungsi lahan di daerah penelitian dapat dilihat pada data tahun 2013 – 2022 yang menunjukkan perubahan penggunaan lahan di DAS Air Bengkulu (Tabel 4).

Analisis perubahan penggunaan lahan DAS Air Bengkulu dilakukan dengan membandingkan peta penggunaan lahan tahun 2013 dan 2022 yang dikeluarkan oleh Badan Planologi KLHK. Dalam kurun waktu tersebut terdapat perubahan penggunaan lahan. Kawasan hutan berkurang 2.684 ha, semak belukar berkurang 6120 ha, perkebunan bertambah 1.966 ha, pemukiman bertambah 2.800 ha, lahan bekas pertambangan bertambah 1.617 ha dan pertanian lahan kering campur bertambah 1.973 ha. Urutan persentase terbesar perubahan lahan adalah: berkurangnya semak belukar (-12,2%), bertambahnya areal pemukiman (5,6%), berkurangnya hutan (5,4%), bertambahnya perkebunan dan lahan pertanian (3,9%) dan bertambah pertambangan (3,2%).

Tabel 4. Luas dan presentase Perubahan Penggunaan Lahan di DAS Air Bengkulu 2013-2022

Kategori Penggunaan Lahan	Tahun		Perubahan	
	2013	2022	Δ (ha)	Δ (%)
Hutan sekunder	2.690	6	-2.684	-5,4
Semak belukar	6.309	187	-6.120	-12,2
Perkebunan	0	1.966	1.966	3,9
Pemukiman	911	3711	2.800	5,6
Tanah terbuka	797	244	-553	-1,1
Badan air	291	316	25	0,00
Belukar rawa	298	467	467	0,9
Pertanian campur	38.197	40.170	1.973	3,9
Sawah	842	1.351	509	1,0
Areal pertambangan	0	1.617	1.617	3,2
Total	50.035	50.035		

Sumber: Olah data, 2023

Tampak, berkurangnya luas hutan, utamanya di hulu DAS, dan bertambahnya luas pertambangan dan perkebunan serta luas permukiman mengakibatkan peningkatan aliran permukaan, dan dengan demikian, berpotensi untuk terjadinya banjir. Hal tersebut di atas sesuai dengan hasil penelitian Dasanto dan Risyanto (2006), bahwa penyusutan luas lahan hutan yang diikuti dengan meningkatnya pemukiman di DAS Ciliwung Hulu meningkatkan air limpasan permukaan dan mengurangi laju infiltrasi.

3.3. Banjir di DAS Air Bengkulu

Banjir merupakan satu fenomena alam yang terjadi akibat intensitas curah hujan yang tinggi sehingga lingkungan tidak mampu menampung air berlebih (Damayanti, dkk., 2020), sehingga terjadi penggenangan air akibat meluapnya air yang melebihi kapasitas pembuangannya di suatu wilayah (Rahayu dkk., 2009). Menurut Kodoatie dan Syarief (2006), faktor penyebab terjadinya banjir di antaranya adalah

perubahan tana guna lahan, pembuangan sampah sembarangan, erosi dan sedimentasi, keberadaan kawasan kumuh di sepanjang sungai, sistem pengendalian banjir yang tidak tepat, curah hujan tinggi, fisiografi sungai, kapasitas sungai yang tidak memadai, pengaruh air pasang laut, penurunan tanah, dan kerusakan bangunan pengendali banjir.

Kota Bengkulu, sebagai bagian dari DAS Hilir Air Bengkulu, merupakan daerah yang jaraknya tidak terlalu jauh antara hulu dan hilir (maks 57,91 km), sehingga pada saat turun hujan di bagian hulu akan cepat mengalir ke bagian hilir melalui aliran sungai, baik Sungai Susup ataupun Sungai Rindu Hati. Jika dikedua anak sungai utama turun hujan deras, suplai air ke daerah hilir di Kota Bengkulu akan melimpah, dan terjadi banjir di beberapa lokasi. Menurut Sidiq, dkk (2022), banjir genangan terjadi dikarenakan oleh limpasan air sungai, curah hujan yang tinggi, drainase yang kapasitasnya tidak mencukupi, dan terjadi perubahan penggunaan lahan dari areal resapan air menjadi lahan terbangun.

Frekuensi banjir di Kota Bengkulu, DAS hilir Air Bengkulu, cukup bervariasi setiap tahunnya. Dalam sepuluh tahun terakhir, frekuensi banjir yang terjadi bervariasi; terdapat tahun-tahun yang terjadi banjir, namun terdapat juga tahun-tahun yang terjadi banjir. Terjadnya variasi kejadian banjir setiap waktunya disebabkan oleh faktor-faktor penyebab banjir yang dinamis yakni intensitas curah hujan yang tinggi dan perubahan penggunaan lahan.

Tabel 5. Frekuensi Banjir di DAS Air Bengkulu.

No	Tahun Banjir	Tanggal Banjir	Frekuensi tahunan	Curah Hujan
1	2013	26 April 2013	1	48,1
2	2014	23 Jan 2014	3	80,6
		14 Agust 2014		40
3	2015	29 November 2014	1	120
		14 Des 2015		140
4	2016	24 Maret 2016	2	200,9
		11 Mei 2016		240,4
5	2017	7 Maret 2017	2	123
		21 Sept 17		220,8
6	2018	13-14 Des 2018	1	80,6
		24 April 19		177
7	2019	9 Juli 2019	2	124
		8 Okt 2020		82,3
8	2020	24 Nov 20	3	137
		29 Nov 20		82,1
9	2021	29-30 Sept 2021	3	100,4
		14 Okt 2021		94,6
10	2022	18 Okt 2021	5	149
		6 Feb 22		91,5
10	2022	29 Juni 2022	5	130,4
		21 Agust 2022		180,7
		29 Agust 2022		180,9
		1 Sept 2022		160,7

Sumber: Olah data, 2023

Analisis perubahan penggunaan lahan DAS Air Bengkulu dilakukan dengan membandingkan peta penggunaan lahan tahun 2013 dan 2022 yang dikeluarkan oleh Badan Planologi KLHK. Dalam kurun waktu tersebut terdapat perubahan penggunaan

lahan. Kawasan hutan berkurang 2.684 ha, semak belukar berkurang 6120 ha, perkebunan bertambah 1.966 ha, pemukiman bertambah 2.800 ha, lahan bekas pertambangan bertambah 1.617 ha dan pertanian lahan kering campur bertambah 1.973 ha. Urutan persentase terbesar perubahan lahan adalah: berkurangnya semak belukar (-12,2%), bertambahnya areal pemukiman (5,6%), berkurangnya hutan (5,4%), bertambahnya perkebunan dan lahan pertanian (3,9%) dan bertambah pertambangan (3,2%).

Hasil analisis menunjukkan bahwa kejadian banjir dapat dijelaskan, antara lain, dari hubungan antara variabel debit aliran dengan variabel curah hujan yang dianalisis menggunakan korelasi *pearson* pada taraf signifikansi 0,05 menunjukkan bahwa debit total mempunyai korelasi positif dengan hari hujan, curah hujan total, curah hujan rerata dan jumlah bulan basah; sedangkan jumlah bulan kering mempunyai korelasi negatif.

Setiap jenis penggunaan lahan mempunyai nilai hubungan yang berbeda terhadap debit total. Lahan pertanian, perkebunan, pemukiman, sawah, dan areal pertambangan mempunyai nilai koefisien korelasi berbeda terhadap banjir. Nilai korelasi lahan pertanian 0,27, pemukiman 0,71, sawah 0,56, perkebunan 0,66, dan pertambangan 0,71. Korelasi positif menandakan bahwa terjadi hubungan searah antara variabel penggunaan lahan pertanian, perkebunan, areal pemukiman, pertambangan, dan sawah dengan kejadian banjir, sehingga apabila terjadi peningkatan luas penggunaan lahan pada areal tersebut, maka debit aliran rata-rata tahunan juga akan meningkat.

Penggunaan lahan lain, seperti belukar dan hutan mempunyai nilai korelasi negatif terhadap banjir, yakni -0,64 dan -0,35. Maknanya, apabila terjadi peningkatan luas kelompok penggunaan lahan pada areal tersebut, maka debit aliran rata-rata tahunan di daerah hilir Sungai Bengkulu cenderung menurun.

Secara keseluruhan, hasil analisis regresi linier berganda dan korelasi *pearson* hubungan antara debit total dengan curah hujan dan penggunaan lahan disajikan sebagai berikut, dengan melakukan uji kesesuaian model (uji F) dan uji parsial (uji t) untuk menentukan keterkaitan variabel curah hujan dan luas kelompok tataguna lahan berpengaruh secara signifikan.

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	1699230590.263	8	212403823.783	1.110	.630 ^a
Residual	191297635.968	1	191297635.968		
Total	1890528226.231	9			

- Dependent Variable: Debit tahunan
- Predictors: (Constant), Pemukiman, Curah hujan, Pertanian, Belukar rawa, hutan, Pertambangan, Sawah, Belukar tua

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta				Tolerance	VIF
1	(Constant)	-2352969.852	7797336.614					
	Curah hujan	14.827	10.660	.736	1.391	.397	.362	2.768
	Pertanian	60.580	159.801	4.324	.379	.769	.001	1285.60
	Sawah	-655.723	725.873	-8.974	-.903	.532	.001	975.17
	Belukar tua	35.848	128.644	6.913	.279	.827	.000	6082.94
	Pertambangan	205.047	117.134	9.094	1.751	.330	.004	266.70
	hutan	108.171	87.217	6.347	1.240	.432	.004	258.83
	Belukar rawa	489.101	655.788	6.427	.746	.592	.001	733.78
	Pemukiman	53.853	230.229	4.103	.234	.854	.000	3040.84

a. Dependent Variable: Debit tahunan

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.948 ^a	.899	.089	13831.03886	3.042

a. Predictors: (Constant), Pemukiman, Curah hujan, Pertanian, Belukar rawa, hutan, Pertambangan, Sawah, Belukar tua

b. Dependent Variable: Debit tahunan

Dari hasil analisis regresi, diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$Y = -2352969,85 + 14,83 X_1 + 60,58 X_2 - 655,72 X_3 + 35,84 X_4 + 205,05 X_5 + 108,71 X_6 + 489,10 X_7 + 53,85 X_8 + \epsilon$$

dengan:

- Y : Debit aliran
- a : Curah Hujan
- X₁ : Pertanian
- X₂ : Sawah
- X₃ : Belukar Tua
- X₄ : Pertambangan
- X₅ : Hutan
- X₆ : Perkebunan
- X₇ : Belukar Tua
- X₈ : Pemukiman
- b : Koefisien regres
- ε : Faktor lain

Konstanta Y bernilai negatif dikarenakan rentan yang cukup jauh antara X (variabel independen) dan Y (variabel respons), namun tidak mempengaruhi dan bisa diabaikan selama model regresi yang anda uji sudah memenuhi asumsi (misal normalitas untuk regresi sederhana) atau asumsi klasik lainnya untuk regresi ganda (William, 2011). Sedangkan nilai (X₃) yang juga negatif menandakan adanya factor berlawanan arah dan pengaruhnya terhadap konstanta. Nilai korelasi R Kuadrat (R²) = 0.899 diperoleh nilai koefisien determinasi. R square (koefisien determinasi) dalam hal ini variasi dari variabel terikat (Debit aliran-sebagai variabel Y) dapat dijelaskan oleh variabel bebas (curah hujan dan kelas luas penggunaan lahan-sebagai variabel X), yaitu sebesar 89.9%. sedangkan sisanya 10,1% dipengaruhi oleh faktor yang lain.

4. KESIMPULAN

DAS Air Bengkulu memiliki luas 50.035 ha dengan panjang sungai utamanya 57,91 km. Sebagian besar wilayahnya datar, hanya sekitar 25% yang termasuk kategori agak curam-curam dengan ketinggian tempat 0 – 1.000 meter dpl. Bentuk DAS ini termasuk paralel, dengan pola aliran sungainya dendritik dan nilai kerapatan sungai 1,06.

Selama periode 10 tahun (2013-2022) telah terjadi perubahan penggunaan lahan berupa: penambahan pemukiman seluas 5,6%, pengurangan tutupan hutan seluas 5,4%, penambahan lahan perkebunan dan lahan pertanian kering campur seluas 3,9% dan penambahan lahan pertambangan seluas 3,2%. Perubahan tataguna lahan dari yang

kondusif meningkatkan infiltrasi (mengurangi aliran permukaan) menjadi tataguna lahan lain.

Fluktuasi kejadian banjir yang terjadi di DAS Air Bengkulu berdasarkan uji korelasi positif-negatif dipengaruhi oleh intensitas curah hujan dan tutupan lahan pemukiman, perkebunan, sawah, dan areal pertambangan menunjukkan korelasi positif terhadap kejadian banjir. Sedangkan tutupan hutan, semak belukar, dan belukar rawa mempunyai nilai korelasi negatif, artinya peningkatan tutupan lahan tersebut cenderung menurunkan besarnya debit aliran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah berperan serta hingga terlaksananya kegiatan penelitian dan penulisan artikel ilmiah ini, terutama Sekolah Magister Ilmu Lingkungan Universitas Padjadjaran, BPDAS Ketahun, Forum DAS Bengkulu, dan BWS 7 Bengkulu.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriliyana, D. 2015. Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Sub DAS Rawapening terhadap Erosi dan Sedimentasi Danau Rawapening. *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota* 11 (1):103-116.
- Asdak, C. 2010. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Air Sungai: Edisi Revisi Kelima. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press Yogyakarta.
- Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Ketahun. Bengkulu. 2014. Rencana Tindak Pengelolaan DAS Air Bengkulu.
- Bursamin, Utama, SP. Barchia, MF. 2018. Analisis Keberlanjutan Pengelolaan Lingkungan Daerah Aliran Sungai Air Bengkulu Berbasis Kemasyarakatan. *Naturalis* 7 (2):9-19.
- Darwin, Syahrul, dan Basri, H. 2021. Analisis Karakteristik Hidrologi DAS Krueng Aceh Provinsi Aceh (Studi Kasus Sub DAS Krueng Jreu dan Krueng Krea). *Jurnal Rona Teknik Pertanian* 14 (1): 58-72.
- Damayanti, A., Sahasrakirana, R.I., dan Septiani, A.V. 2020. Pengaruh Jumlah Produksi Sampah, Banyaknya Pemukiman di Bantaran Sungai, dan Banyaknya Lereng Terhadap Jumlah Desa yang Terkena Banjir. *Statistika* 20 (1):31-44.
- Dasanto dan Risyanto. 2006. Evaluasi Dampak Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Volume Limpasan Studi Kasus: DAS Ciliwung Hulu, Jawa Barat. *Jurnal Agromet Indonesia* 20 (2):1-13.
- Imbiri, S. 2015. Pengelolaan Kawasan Hutan Taman Wisata Alam Gunung Meja di Kabupaten Manokwari. *Jurnal Kehutanan Papua* Vol. 1 No. 1. Hal. 36-52.
- Kaban, H.M.S. 2008. Kerangka Kerja Pengelolaan Daerah Aliran Sungai di Indonesia: Amanah Instruksi Presiden No. 5 Tahun 2008 tentang Fokus Program Ekonomi Tahun 2008-2009. Jakarta.
- Kodoatie, R.J., Sjarief, R. 2006. Pengelolaan Sumber daya Air Terpadu. Andi Offset. Yogyakarta.
- La Baco, Sinukaban N, Purwanto YJ, Sanim B, Tarigam SD. 2011. Analisis Alternatif Penggunaan Lahan Untuk Menjamin Ketersediaan Air di Das Konaweha Provinsi Sulawesi Tenggara. *Sains Tanah. Jurnal Ilmiah Ilmu Tanah dan Agroklimatologi*, 8(2):73-88.
- Nilda, Adnyana, I.W.S., Merit, I.N. 2015. Analisis Perubahan Penggunaan Lahan dan Dampaknya Terhadap Hasil Air Di DAS Cisadane Hulu. *Ecotrophic* 9 (1):35-45.
- Primanggara, D. dan Suprpto. 2014. Study Morfometri dan Morfologi DAS Way Mesuji. *TekTan* 6 (1):57-70.
- Putra, D.A., Utama. S.P., dan Mersyah, R. 2019. Pengelolaan Sumberdaya Alam berbasis Masyarakat dalam Upaya Konservasi Daerah Aliran Sungai Lubuk Langkap Desa Suka Maju Kecamatan Air Nipis Kabupaten Bengkulu Selatan. *Jurnal NATURALIS* 8 (1): 77-86.
- Rahayu, H.P. 2009. Banjir dan Upaya Penanggulangannya. Pusat Mitigasi Bencana (PMB-ITB). Bandung.
- William Mendenhall. 2011. A Second Course in Statistics: Regression Analysis [7th (Seventh) Edition]. Prentice Hall.