

PETA KERAWANAN BANJIR SUB DAS CILUTUNG BERDASARKAN DATA GEOSPASIAL

Map of Cilutung Sub-watershed Flood Susceptibility Based on Geospatial Data

Ing Nasihin^{1*}, Dede Kosasih², dan Rahman²

¹ Program Studi Ilmu Lingkungan, Fakultas Kehutanan, Universitas Kuningan

² Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Kuningan

*Email: ing.nasihin@uniku.ac.id

Diterima : 23/11/2021, Direvisi :02/03/2022, Disetujui : 13/06/2022

ABSTRACT

Flood is a natural phenomenon that causes material and non-material losses. The availability of geospatial information can be used to analyze the level of flood susceptibility. The purpose of this study was to identify and map flood-prone areas in the Cilutung sub-watershed based on geospatial data, namely land use and land cover, soil type, slope class, and rainfall. The method used in this study is weighting and scoring with the application of geographic information systems (GIS). Based on the analysis, we found four classes of flood susceptibility, namely medium class 22,579 ha (36%), vulnerable class 18,543 ha (30%), less vulnerable class 17,883 ha (29%), and safe class 2,979 ha (5%). The distribution of flood susceptibility areas is almost spread throughout the Cilutung sub-watershed including the districts of Argapura, Banjaran, Bantarujeg, Cikijing, Cingambul, Lemahsugih, Maja, Majalengka, Malausma, Panyingkiran, Talaga, Cisitu, Jatigede, Jatigede, Tomo, and Wado. Land use and land cover factors are the main parameters that affect the level of flood susceptibility. Revegetation in areas with steep slopes and open land using woody tree species is an alternative to minimize flooding.

Keyword; *Flood, Flood Susceptibility, GIS, Geospatial, Watershed*

ABSTRAK

Banjir merupakan fenomena alam yang menyebabkan kerugian baik materiil ataupun non materiil. Ketersediaan informasi geospasial dapat dimanfaatkan untuk melakukan analisis tingkat kerawanan banjir. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan memetakan kawasan rawan banjir pada Sub DAS Cilutung berdasarkan data geospasial, yaitu kondisi tutuoan dan penggunaan lahan, jenis tanah, kelas lereng, serta curah hujan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pembobotan dan skoring dengan aplikasi sistem informasi geografis (SIG). Berdasarkan analisis didapatkan 4 kelas kerawanan banjir, yaitu kelas sedang 22.579 ha (36%), kelas rentan 18.543 ha (30%), kelas kurang rentan 17.883 ha (29%), dan kelas aman 2.979 ha (5%). Persebaran wilayah rawan banjir hampir tersebar di seluruh wilayah Sub DAS Cilutung meliputi Kec Argapura, Banjaran, Bantarujeg, Cikijing, Cingambul, Lemahsugih, Maja, Majalengka, Malausma, Panyingkiran, Talaga, Cisitu, Jatigede, Jatinunggal, Tomo, dan Wado. Faktor tutupan dan penggunaan lahan merupakan parameter utama yang mempengaruhi tingkat kerawanan banjir. Revegetasi pada areal-areal

dengan tingkat kemiringan curam dan lahan terbuka dengan menggunakan jenis pohon berkayu merupakan salah satu alternatif untuk meminimalisir terjadinya banjir.

Kata Kunci; Banjir, Kerawanan Banjir, GIS, Geospasial, DAS

PENDAHULUAN

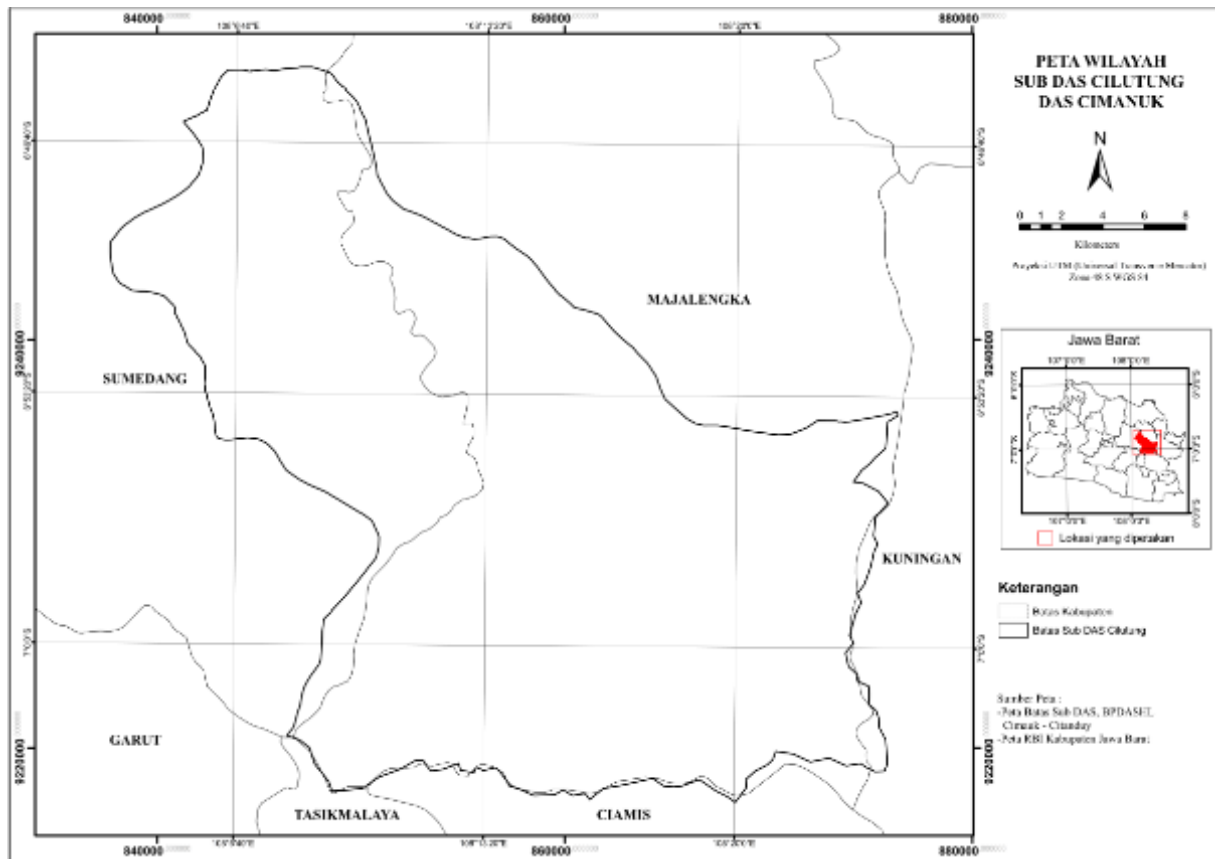
Banjir adalah keadaan daratan yang tergenang air dengan jumlah yang besar. Kondisi ini terjadi akibat fenomena alam berupa hujan lebat yang meningkatkan volume limpasan di daratan ataupun di sungai (Ali Haghizadeh et al., 2017). Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya banjir antara lain adalah meteorologi, hidrologi, geomorfologi serta faktor antropogenik (Roy et al., 2020). Banjir merupakan bencana alam dahsyat yang paling sering terjadi (Shen et al., 2019). Banjir menyebabkan kerugian materiil dan non materiil, termasuk kerugian sosial ekonomi dan kerusakan lingkungan (Bui et al., 2019; Chowdhuri et al., 2020). Di seluruh dunia dalam kurun waktu 10 tahun dari tahun 2005-2015, banjir telah mengakibatkan kerugian sebesar US\$ 75 miliar dan berdampak terhadap 109 juta orang (Alfieri et al., 2017).

Pertambahan jumlah penduduk dengan segala aktivitas sosial ekonominya, berdampak terhadap bertambahnya kebutuhan ruang. Kondisi tersebut akan mendorong terhadap perubahan penggunaan lahan (Wijaya, 2015). Perubahan penggunaan lahan akan berdampak pada perubahan tata lahan atau tata guna air, perubahan penutupan lahan yang umumnya dari hutan menjadi kawasan pemukiman, tambang galian, dan sawah atau pertanian lahan kering, akan meningkatkan bencana banjir (Kurnia et al, 2001).

Ketersediaan informasi geospasial berupa kondisi penggunaan dan penutupan lahan, jenis tanah, kelas lereng, serta curah hujan merupakan parameter-parameter yang berpengaruh terhadap kerawanan banjir (Bui et al., 2019; Chowdhuri et al., 2020; Ali Haghizadeh et al., 2017; Kazakis et al., 2015; Rahman et al., 2021). Teknik geospasial berdasarkan informasi geospasial telah banyak digunakan dalam prediksi tingkat kerawanan banjir (Mentzafou et al., 2017; Thirumurugan et al., 2019). Teknik geospasial dengan bantuan *tool* sistem informasi geografis (GIS) memiliki kemampuan untuk memberikan informasi spasial terkait resiko banjir pada suatu wilayah (Mentzafou et al., 2017; Mudashiru et al., 2021; Thirumurugan et al., 2019). Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan memetakan kawasan rawan banjir pada Sub DAS Cilutung berdasarkan data geospasial, yaitu kondisi penggunaan dan penutupan lahan, jenis tanah, kelas lereng, serta curah hujan.

METODE

Penelitian dilakukan pada bulan Januari 2020 sampai dengan Mei 2020. Wilayah studi yang dikaji adalah wilayah Sub DAS Cilutung yang terletak pada koordinat 108°3'-108°24'BT 6°45'-7°04' LS, Sub DAS Cilutung bagian dari DAS Cimanuk yang secara administratif berada di Kabupaten Majalengka dan Kabupaten Sumedang Jawa Barat.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Figure 1. Research Location

Data geospasial yang digunakan dalam penelitian ini adalah peta batas dan jenis tanah sub Das Cilutung (BPDAS HL Cimanuk-Cidanduy), Citra Landsat 8 path raw 121/65 perekaman tanggal 21-08-2020 (www.glovis.usgs.com), Data DEM (www.big.go.id), dan curah hujan (www.chc.ucsb.edu/data/chirps).

Klasifikasi citra landsat untuk interpretasi penutupan dan penggunaan lahan menggunakan metode *Maximum Likelihood*. Metode yang digunakan untuk uji akurasi menggunakan matriks kesalahan (*confusion matrix/error matrix*). Analisis tingkat kerawanan banjir menggunakan metode pembobotan dan skoring dengan bantuan SIG. Skor dan bobot untuk setiap parameter adalah seperti dimunculkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Skor dan Bobot Parameter
Table 1. Parameter Score and Weight

No	Parameter	Kelas	Skor	Bobot
1.	Tutupan dan Penggunaan Lahan	Pemukiman, Sawah, Tanah terbuka	5	2
		Pertanian lahan kering, Tegalan, Pertanian lahan kering	4	
		Semak, Belukar	3	
		Kebun Campuran	2	
		Hutan	1	
2.	Kelas Lereng	Datar 0 – 8%	5	5
		Landai 8 – 15%	4	
		Agak Curam 15 – 25%	3	
		Curam 25 – 45%	2	
		Sangat Curam >45%	1	
3.	Jenis Tanah	Aluvial, Planosol, Hidromorf kelabu	5	3
		Latosol	4	
		Brown Forest Soil, Mediteran	3	
		Andosol, Grumosol, Podsol, Podsolik	2	
		Litosol, Organosol, Regosol, Renzina	1	
4.	Curah Hujan	> 5.500 mm/tahun (sangat basah)	5	2
		4.500 mm – 5.500 mm/tahun (basah)	4	
		3.500 mm – 4.500 mm/tahun (sedang/lembab)	3	
		2.500 mm – 3.500 mm/tahun (kering)	2	
		<2.500 mm/tahun (sangat kering)	1	

Sumber: (KLHK, 2009)

Tingkat kerawan banjir ditentukan berdasarkan nilai total setiap parameter. Nilai kerawanan banjir ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Kerawanan Banjir
Table 2. Value of Flood Vulnerability

Tingkat Kerawanan Banjir	Jumlah Nilai Semua Parameter
Sanagat Rentan	52 – 62
Rentan	42 – 52
Sedang	32 – 42
Kurang Rentan	22 – 32
Aman	12 – 22

Sumber : (Funneri, 2016)






HASIL DAN PEMBAHASAN



Sub DAS Cilutung merupakan bagian dari DAS Cimanuk, yang meliputi wilayah administrasi Kabupaten Majalengka dan Sumedang. Sub DAS Cilutung memiliki luas sekitar ±123.298 ha yang bermuara pada DAS Cimanuk. Sub DAS ini merupakan Sub DAS pemasok air pada daerah Majalengka dan Sumedang dengan daerah tangkapan seluas 592 km². Sub DAS Cilutung merupakan salah satu sungai utama di DAS Cimanuk, sumbernya berada di Gunung Ciremai dan Gunung Cakrabuana, mengalir ke laut Jawa dengan panjang sungai sekitar 65 km.

A. Tutupan dan Penggunaan Lahan

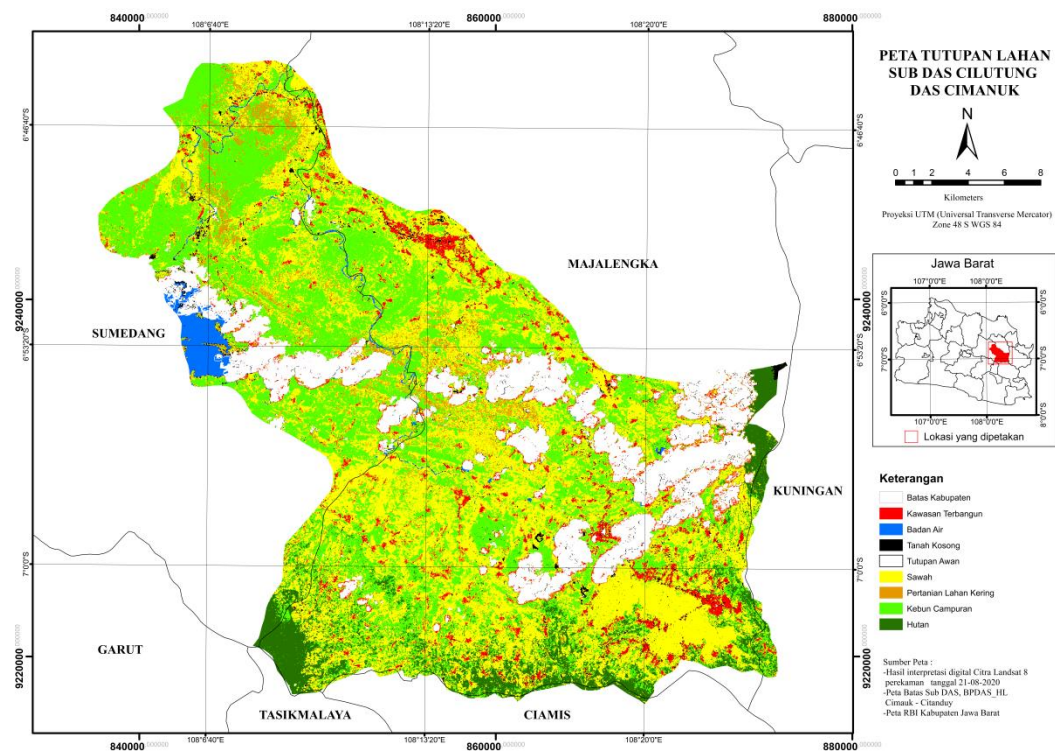
Tutupan dan penggunaan lahan di wilayah Sub DAS Cilutung diklasifikasikan menjadi 7 kelas, yaitu kawasan terbangun, badan air, tanah kosong, sawah, pertanian lahan kering, kebun campuran, dan hutan. Uji akurasi terhadap kelas tutupan dan penggunaan lahan dilakukan untuk mengukur akurasi hasil klasifikasi (Congalton et al., 2019). Hasil uji akurasi menunjukkan nilai *Overall accuracy* 93,62% dengan indeks kappa 0,92. Nilai tersebut menyatakan bahwa hasil klasifikasi tutupan dan penggunaan lahan >85%, sehingga dapat diterima (I Nengah Surati Jaya et al., 2014). Deskripsi setiap tutupan dan penggunaan lahan ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Deskripsi Kelas Tutupan dan Penggunaan Lahan
Table 3. Description of Land Cover and Use Class

Kelas	Deskripsi	Foto
Kawasan Terbangun	Luas wilayah terbangun 2.627 ha atau 4,2%. Wilayah terbangun merupakan salah satu pemanfaatan lahan berupa perkampungan, perkantoran, dan perkotaan. Penampakan dilapangan dipengaruhi akseibilitas jalan.	
Badan air	Luas wilayah badan air 959 ha atau 1,5 %. Badan air merupakan tutupan lahan yang memanjang dan berkelok-kelok, dengan kondisi dilapangan berupa sungai, Waduk Jati Gede, Situ Sangiang dan embung.	
Tanah kosong	Luas wilayah tanah kosong 1.391 ha atau 2,2%. Tanah kosong merupakan penggunaan lahan berupa tambang pasir, tambang batu.	
Sawah	Luas wilayah sawah 25.203 ha atau 39,8%. Sawah merupakan pemanfaatan lahan berupa penggunaan lahan yang ditanami oleh tanaman padi, palawija.	
Pertanian lahan kering	Luas wilayah pertanian lahan kering 5.143 ha atau 8,1%. Pertanian lahan kering merupakan pemanfaatan lahan yang ditanami dengan tanaman sayuran dan jagung, dengan kondisi dilapanagn berada dekat dengan pemukiman dan dikaki gunung atau bukit.	

Kelas	Deskripsi	Foto
Kebun campuran	Luas wilayah kebun campuran 23.073 ha atau 36,5%. Kebun campuran merupakan penggunaan lahan yang ditanami oleh tanaman tahunan dan tanaman semusim, kondisi dilapangan kebun campuran banyak dijumpai dekat dengan pemukiman.	
Hutan	Luas wilayah hutan 4.854 ha atau 7,7%. Hutan merupakan bentang lahan yang didominasi oleh tanaman berkayu dengan kondisi tutupan yang lebat dan dilapangan berupa hutan tanaman pinus, hutan tanaman jati (PERHUTANI) dan hutan konservasi (TNGC)	

Kelas tutupan dan penggunaan lahan dominan adalah penggunaan lahan sawah 25.203 ha (39,8%) dan kebun campuran 23.073 ha (36,5%). Penggunaan lahan lainnya meliputi pertanian lahan kering 5.143 ha (8,1%), hutan 4.854 ha (7,7%), kawasan terbangun 2627 ha (4,2%), tanah kosong 1.391 ha (2,2%), dan luasan terkecil badan air 959 ha (1,5 %).



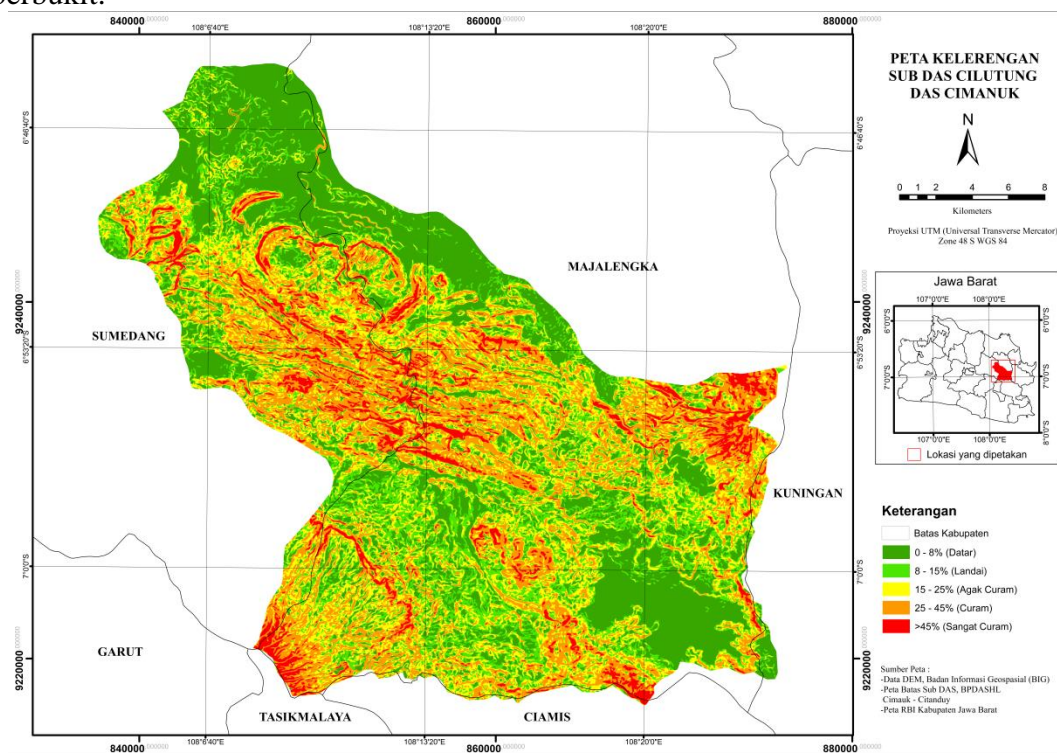
Gambar 2. Peta Tutupan dan Penggunaan Lahan
 Figure 2. Map of Land Cover and Use

Perubahan tutupan dan penggunaan lahan dari kelas tutupan bervegetasi ke kelas tutupan non vegetasi secara langsung akan berpengaruh terhadap kerawanan banjir (Adnan et al., 2020; Roy et al., 2020). Perubahan tutupan dan penggunaan lahan tersebut akan meningkatkan aliran permukaan (Adnan et al., 2020). Tutupan dan penggunaan non vegetasi, apabila dikombinasikan dengan faktor lingkungan lainya seperti kemiringan lahan, akan meningkatkan

tingkat bahaya banjir (Rahman et al., 2021). Berdasarkan kondisi eksisting, diketahui bahwa kelas tutupan dan penggunaan lahan dominan adalah sawah dan kebun campuran. Kedua kelas tersebut memiliki vegetasi yang tidak terlalu rapat dengan jenis-jenis holtikultura. Sehingga memiliki tingkat kerawanan banjir rentan smapai sedang.

B. Kelas Lereng

Data kelas lereng diperoleh melalui analisis spasial menggunakan GIS. Data tersebut bersumber digital elevation model nasional (DEMNAS) dengan resolusi 0.27-arcsecond (<https://www.big.go.id/content/produk/demnas>). Wilayah Sub DAS Cilutung diklasifikasikan menjadi 5 kelas lereng yaitu datar 0-8%, landai 8-15%, agak curam 15-25%, curam 25-45% dan sangat curam >45 % (KLHK, 2009). Wilayah Sub DAS Cilutung sebagian besar merupakan wilayah dengan lereng datar 0-8% dengan luas 40.166 ha kelas datar ini menyebar di sebelah selatan dan utara sedangkan pada bagian tengah lebih banyak lahan bergelombang dan berbukit.



Gambar 3. Peta Kelas Lereng
Figure 3. Slope Class Map

Tabel 4. Kelas Lereng Sub DAS Cilutung

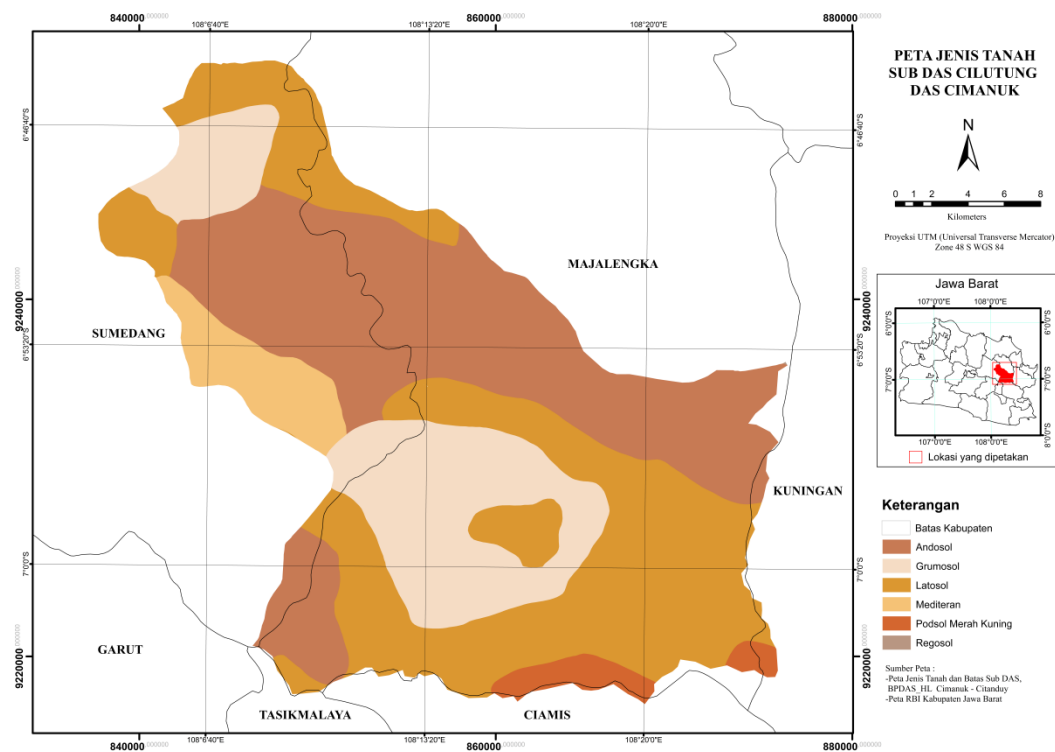
Table 4. Slope Class of Cilutung Sub-watershed

Kelas	Luas	
	(ha)	(%)
Datar (0-8%)	40.166	54,36
Landai (8-15%)	21.605	29,24
Agak curam (15-25%)	10.652	14,42
Curam (25-45%)	14.67	1,99
Sangat Curam (>45%)	5,298	0,01

Kelas lereng merupakan salah satu faktor penting dalam menentukan tingkat kerawanan banjir (Sarkar et al., 2020). Kelas lereng curam akan mempengaruhi terhadap tingginya kerawanan banjir (A. Haghizadeh et al., 2017). Kelas lereng menyumbang bobot yang cukup besar terhadap kerawanan banjir, yaitu sebesar 0,9150 (Bui et al., 2019). Kelas lereng dominan di lokasi penelitian adalah datar, sehingga memiliki tingkat kerawanan banjir aman.

C. Jenis Tanah

Terdapat 6 jenis tanah yang ada di wilayah Sub DAS Cilutung (Tabel 5). Jenis tanah yang paling dominan adalah jenis Latosol dengan luas 27.146 ha atau dengan persentase 37% dari luas total wilayah Sub DAS Cilutung. Jenis tanah ini sulit dalam menyerap air karena teksturnya yang halus, sehingga jenis tanah latosol sangat berpotensi terjadinya banjir.



Gambar 4. Peta Jenis Tanah
Figure 4. Soil Type Map

Tabel 4. Jenis Tanah
Table 4. Soil Type

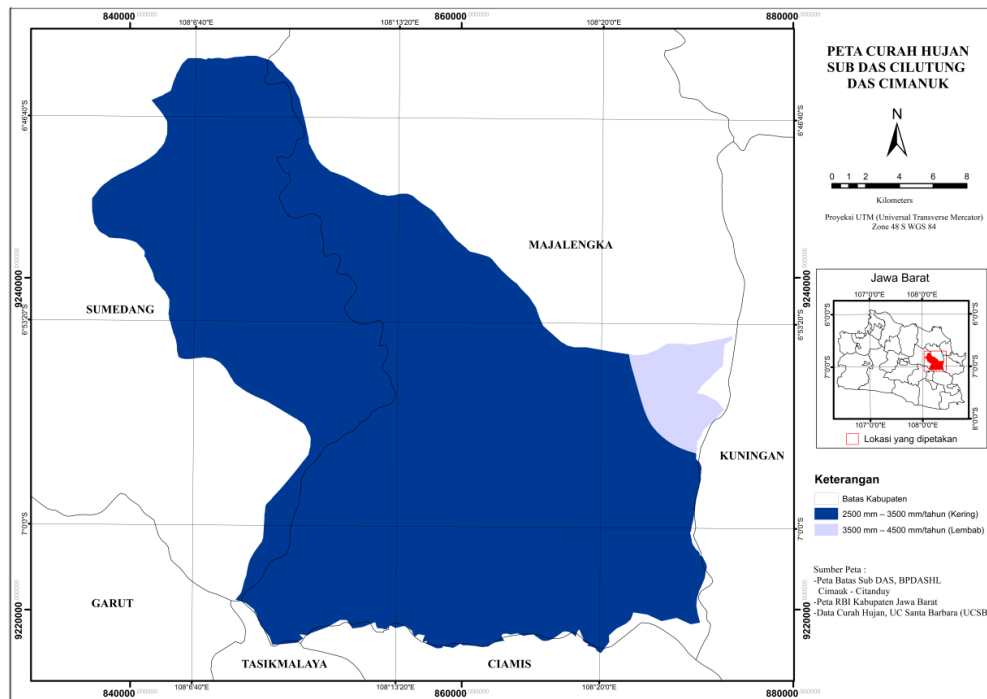
Jenis Tanah	Luas	
	(ha)	(%)
Andosol	26.790	36
Grumosol	14.428	20
Latosol	27.146	37
Mediteran	3.830	5
Podsol Merah Kuning	1.760	2
Regosol	2	0,002

Tanah Latosol adalah tanah dengan lapisan oksik sampai kedalaman 150 cm, dengan nilai kepekaan erosi (erodabilitas) 0,02 – 0,04, dan permeabilitas agak cepat (Basri et al., 2022). Sub-DAS yang merupakan bagian dari DAS faktor jenis dan indeks tanah adalah salah satu

faktir yang mempengaruhi kerawanan banjir (Basri et al., 2022; Bui et al., 2019; Chowdhuri et al., 2020; Mudashiru et al., 2021; Rahman et al., 2021; Thirumurugan et al., 2019). Berdasarkan dominasi jenis tanahnya, maka wilayah sub-DAS Cilutung memiliki kerawanan banjir rentan sampai sangat rentan.

D. Curah Hujan

Data curah hujan diperoleh secara open akses www.chc.ucsb.edu/data/chirps. Rata-rata curah hujan tahunan berkisar selama 5 tahun terakhir (2016-2020), yaitu antara 2500 - 4500mm/th (kering-lembab). Sebagian besar wilayah di Sub DAS Cilutung (96%) mempunyai curah hujan 2500 mm – 3500 mm/tahun kering (**Tabel 5**). Intensitas curah hujan 3500 mm – 4500 mm/thn (lembab) teletak pada wilayah Gunung Ciremai dan intensitas 2500 mm – 3500 mm/thn tersebar diwilayah Sub DAS Cilutung



Gambar 5. Peta Curah Hujan
Figure 5. Rainfall Map

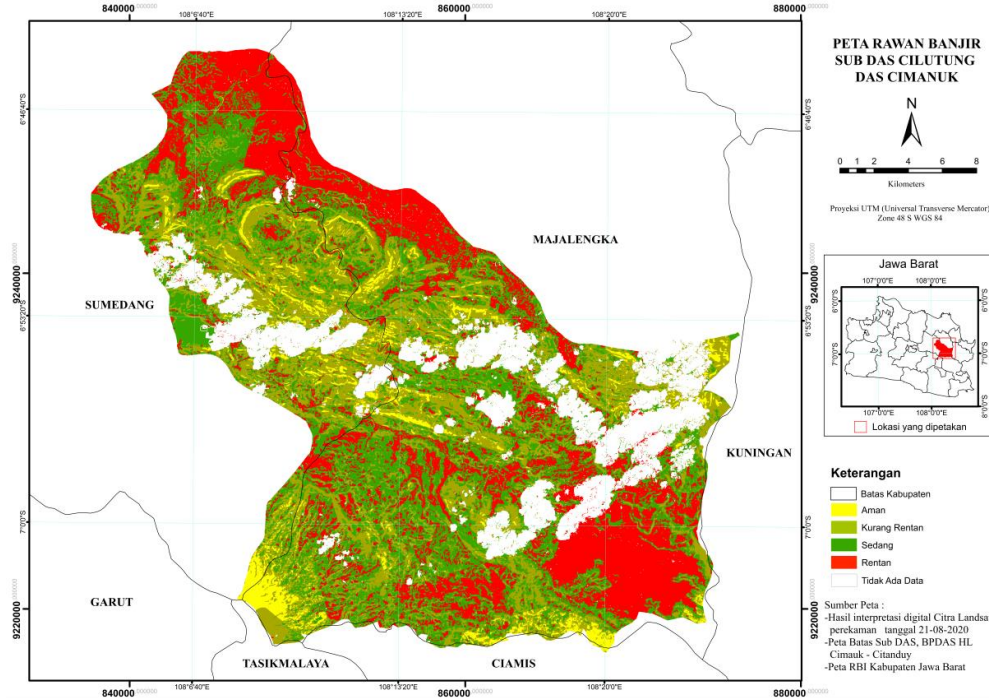
Tabel 5. Curah Hujan Sub DAS Cilutung
Table 5. Rainfall for Cilutung sub-watershed

Kelas	Luas	
	(ha)	(%)
> 5500 mm/thn (sangat basah)	-	-
4500 mm – 5500 mm/thn (basah)	-	-
3500 mm – 4500 mm/thn (lembab)	2.570	4
2500 mm – 3500 mm/thn (kering)	70.533	96
<2500 mm/thn (sangat kering)	-	-

Intensitas curah hujan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kerawanan banjir (Basri et al., 2022; Bui et al., 2019; Chowdhuri et al., 2020; Mudashiru et al., 2021; Rahman et al., 2021; Thirumurugan et al., 2019). Wilayah sub-DAS Cilutung memiliki curah hujan kering – lembab, sehingga berdasarkan fator tersebut tingkat kerawanan banjirnya adalah kurang rentan – aman.

E. Kerawanan Banjir

Berdasarkan hasil analisis keempat parameter yaitu kemiringan lereng, jenis tanah, curah hujan, serta tutupan dan penggunaan lahan yang mempengaruhi tingkat kerawanan banjir dihasilkan empat kelas tingkat kerawanan banjir di Sub DAS Cilutung yaitu kelas rentan 18.543 ha (30%); sedang 22.579 ha (36%); kurang rentan 17.883 ha (29%); dan aman 2.979 ha (5%).



Gambar 6. Peta Kerawanan Banjir
 Figure 6. Flood Vulnerability Map

Tingkat rentan dapat dikatakan sebagai wilayah yang tergolong berpotensi banjir tinggi dengan nilai total skor 42-52 dan luas 18.543 ha (30%) dari luas Sub DAS Cilutung. Persebaran kelas rentan secara administratif wilayah tersebut mencakup 16 kecamatan meliputi Kec Argapura, Banjaran, Bantarujeg, Cikijing, Cingambul, Lemahsugih, Maja, Majalengka, Malausma, Panyingkiran, Talaga, Cisitu, Jatigede, Jatinunggal, Tomo, dan Wado. Parameter yang paling berpengaruh yang menjadikan kategori kelas rentan adalah parameter kemiringan lereng yang datar 15686 Ha (85%), tipe penggunaan lahan sawah 11739 Ha (63%) dan jenis tanah latosol 12161 Ha (65,5%).

Tingkat sedang merupakan wilayah yang tergolong potensial rendah terhadap kemungkinan potensi banjir dengan nilai total skor 32-42 dan luas 22.579 ha (36%) dari luas Sub DAS Cilutung. Persebaran kelas rentan secara administratif wilayah tersebut mencakup 16 kecamatan meliputi Kec Argapura, Banjaran, Bantarujeg, Cikijing, Cingambul, Lemahsugih, Maja, Majalengka, Malausma, Panyingkiran, Talaga, Cisitu, Jatigede, Jatinunggal, Tomo, dan Wado. Hasil analisis, parameter yang mempengaruhi tingkat kelas sedang terdiri dari, tipe penggunaan lahan sawah 9740 Ha (43%) dan jenis tanah latosol 8125 Ha (36%), tekstur jenis tanah latosol yang halus menyebabkan air akan sulit meresap dalam tanah dan pegunaan lahan yang mendominasi berupa pesawahan 9740 Ha (43%), dua parameter tersebut yang dominan menjadikan potensi banjir pada kelas sedang.

Tingkat kurang rentan merupakan wilayah yang tergolong berpotensi banjir rendah dengan nilai total skor 22-32 dengan luas 17.883 ha (29%) dari luas Sub DAS Cilutung. Persebaran kelas kurang rentan secara administratif wilayah tersebut mencakup 17 kecamatan meliputi Kec Banjaran, Bantarujeg, Cigasong, Cikijing, Cingambul, Kadipaten, Lemahsugih, Maja, Majalengka, Malausma, Panyingkiran, Talaga, Cisitu, Jatigede, Jatinunggal, Tomo, dan

Wado. Parameter yang menjadikan wilayah termasuk dalam kelas kurang rentan adalah tipe penggunaan lahan kebun campuran 10866 Ha (61%), kondisi kemiringan lereng curam dan jenis tanah andosol (52%). Kebun campuran banyak ditumbuhi pepohonan akan sulit mengalirkan air limpasan karena tertahan oleh akan dan batang, dan kondisi kemiringn lereng yang curam 25-45% kemungkinan terjadi penggenangan rendah karena kemiringan curam akan mengalirkan air dari tempat tinggi ke tempat yang rendah serta tektur tanah andosol yang bertekstur kasar mudah meresap kedalam tanah.

Tingkat aman merupakan wilayah yang tergolong tidak potensial terhadap kemungkinan potensi banjir dengan nilai total skor 12-22 dan luas 2.979 ha (5%) dari luas Sub DAS Cilutung. Persebaran kelas aman secara administratif wilayah tersebut mencakup 18 kecamatan meliputi Kec Argapura, Banjaran, Bantarujeg, Cigasong, Cikijing, Cingambul, Kadipaten, Lemahsugih, Maja, Majalengka, Malausma, Panyingkiran, Talaga, Cisitu, Jatigede, Jatinunggal, Tomo, dan Wado. Parameter pada kelas aman didominasi oleh tipe penggunaan lahan berupa kebun campuran 748 Ha (57%) dan hutan 427 Ha (32%), kemiringan lahan sangat curam 1001 Ha (86%) dan jenis tanah andosol 816 Ha (69%). Parameter-parameter tersebut kurang berpengaruh terhadap kerawanan banjir, jenis tanah andosol mudah menyerap air ditambah dengan tutupan lahan berupa hutan dan kebun campuran sehingga air hujan tidak langsung mengalir ke sungai.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kelas kerawanan banjir Sub DAS Cilutung terdiri atas kelas rentan 18.543 ha (30%); sedang 22.579 ha (36%); kurang rentan 17.883 ha (29%); dan aman 2.979 ha (5%). Persebaran wilayah rawan banjir hampir tersebar di seluruh wilayah Sub DAS Cilutung meliputi Kec Argapura, Banjaran, Bantarujeg, Cikijing, Cingambul, Lemahsugih, Maja, Majalengka, Malausma, Panyingkiran, Talaga, Cisitu, Jatigede, Jatinunggal, Tomo, dan Wado. Parameter yang mempengaruhi tingkat kerawanan terdiri dari tipe tutupan dan penggunaan lahan, kemiringan lereng, jenis tanah, dan curah hujan.

Faktor tutupan dan penggunaan lahan merupakan parameterl utama yang mempengaruhi tingkat kerawaan banjir Sub DAS Cilutung, baik pada kelas rentan, sedang, kurang rentan, dan aman. Revegetasi pada areal-areal dengan tingkat kemiringan curam dan lahan terbuka dengan menggunakan jenis pohon berkayu merupakan salah satu alternatif untuk meminimalisir terjadinya banjir.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, M. S. G., Abdullah, A. Y. M., Dewan, A., & Hall, J. W. 2020. The effects of changing land use and flood hazard on poverty in coastal Bangladesh. *Land Use Policy*, 99(2020). doi:<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104868>
- Alfieri, L., Bisselink, B., Dottori, F., Naumann, G., Roo, A. d., Salamon, P., Wyser, K., & Feyen1, L. 2017. Global projections of river flood risk in a warmer world Earth's Future(5), 171-182. doi:10.1111/efl2.183
- Basri, H., Syakur, S., Azmeri, A., & Fatimah, E. (2022). *Floods and their problems: Land uses and soil types perspectives*. Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Banda Aceh, Indonesia.
- Bui, D. T., Tsangaratos, P., Ngo, P.-T. T., Phame, T. D., & Phamf, B. T. 2019. Flash flood susceptibility modeling using an optimized fuzzy rule based feature selection technique and tree based ensemble methods. *Science of the Total Environment*, 668(2019), 1038–1054. doi:10.1016/j.scitotenv.2019.02.422

- Chowdhuri, I., Pal, S. C., & Chakraborty, R. 2020. Flood susceptibility mapping by ensemble evidential belief function and binomial logistic regression model on river basin of eastern India. *Advances in Space Research*, 65(5), 1466-1489. doi:<https://doi.org/10.1016/j.asr.2019.12.003>
- Congalton, R. G., & Green, K. (2019). *Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data; Principles and Practices* (3rd Edition ed.). Boca Raton: CRC Press.
- Funneri, N. (2016). Pemetaan Kerawanan Banjir Daerah Aliran Sungai Tangka. Retrieved Augst 1, 2021, from Universitas Hasanuddin <http://digilib.unhas.ac.id/digitalcollection/detail-opac?id=40588>
- Haghizadeh, A., Siahkamari, S., Haghiahi, A. H., & Rahmati, O. 2017. Forecasting flood-prone areas using Shannon's entropy model. *Journal of Earth System Science*, 126(39). doi:DOI 10.1007/s12040-017-0819-x
- Haghizadeh, A., Siahkamari, S., Haghiahi, A. H., & Rahmati, O. 2017. Forecasting flood-prone areas using Shannon's entropy model. *J. Earth Syst. Sci.*, 126(39). doi:DOI 10.1007/s12040-017-0819-x
- I Nengah Surati Jaya, & Etyarsah, S. (2014). *Analisis Citra Digital: Perspektif Penginderaan Jauh untuk Pengelolaan Sumber Daya Alam*. Bogor: PT Penerbit IPB Press.
- Kazakis, N., Kougiass, I., & Patsialis, T. 2015. Assessment of flood hazard areas at a regional scale using an index-based approach and Analytical Hierarchy Process: Application in Rhodope–Evros region, Greece. *Science of the Total Environment*, 538(2015), 555 - 562. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.08.055>
- KLHK. (2009). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P. 32/MENHUT-II/2009 tentang Tata Cara Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Hutan dan Lahan Daerah Aliran Sungai (RTKRHL-DAS) (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 109)*. Jakarta
- Mentzafou, A., Markogianni, V., & Dimitriou, E. 2017. The Use of Geospatial Technologies in Flood Hazard Mapping and Assessment: Case Study from River Evros. *Pure and Applied Geophysics*, 174(2017), 679 – 700. doi:10.1007/s00024-016-1433-6
- Mudashiru, R. B., Sabtu, N., Abustan, I., & Balogun, W. 2021. Flood hazard mapping methods: A review *Journal of Hydrology*, 603(126846). doi:<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126846>
- Rahman, M., Ningsheng, C., Mahmud, G. I., Islam, M. M., Pourghasemi, H. R., Ahmad, H., Habumugisha, J. M., Washakh, R. M. A., Alam, M., Liu, E., Han, Z., Ni, H., Shufeng, T., & Dewa, A. 2021. Flooding and its relationship with land cover change, population growth, and road density. *Geoscience Frontiers*, 12(6), 1 - 20. doi:<https://doi.org/10.1016/j.gsf.2021.101224>
- Roy, P., Pal, S. C., Chakraborty, R., Chowdhuri, I., & Sadhan Malik, B. D. 2020. Threats of climate and land use change on future flood susceptibility. *Journal of Cleaner Production*, 271(122757). doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122757>
- Sarkar, D., & Mondal, P. 2020. Flood vulnerability mapping using frequency ratio (FR) model: a case study on Kulik river basin, Indo-Bangladesh Barind region. *Applied Water Science*, 10(1), 10 - 17. doi:<https://doi.org/10.1007/s13201-019-1102-x>
- Shen, G., & Hwang, S. N. 2019. Spatial–Temporal snapshots of global natural disaster impacts Revealed from EM-DAT for 1900-2015. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 10(1), 912-934. doi:10.1080/19475705.2018.1552630
- Thirumurugan, P., & Krishnaveni, M. 2019. Flood hazard mapping using geospatial techniques and satellite images—a case study of coastal district of Tamil Nadu. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(3). doi:<https://doi.org/10.1007/s10661-019-7327-1>