

## KAJIAN TINGKAT KERENTANAN BANJIR BERDASARKAN ASPEK BIOFISIK LAHAN DI SUB DAS KRUENG JREUE ACEH BESAR

Eka Sri Wulandari <sup>1\*</sup>, Helmi <sup>1</sup>, Gunawan <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sekolah Tinggi Ilmu Kehutanan Teungku Chik Pante Kulu Banda Aceh.

<sup>2</sup> Universitas Syiah Kuala.

\*Corresponding Author: E-mail: [ekasriwulandari865@gmail.com](mailto:ekasriwulandari865@gmail.com)

### Abstrak

Meningkatnya intensitas konversi lahan di Sub DAS Krueng Jreue Aceh Besar akibat perubahan penggunaan lahan menyebabkan perubahan karakteristik biofisik lahan. Perubahan karakteristik biofisik lahan menyebabkan meningkatnya tingkat kerentanan banjir. Penelitian ini menggunakan Metode Deskriptif (Survei). Hasil penelitian menunjukkan: Variabel penentu tingkat kerentanan banjir berdasarkan aspek biofisik lahan, yaitu: faktor dinamis (curah hujan, penggunaan lahan), dan faktor statis (infiltrasi tanah, kemiringan lereng). Kelas Tingkat Kerentanan Banjir (TKB) di Sub DAS Krueng Jreue, terdiri dari: Sangat Rentan, permukiman dan sawah ( $42 \leq TKB \leq 50$ ); Rentan, tegalan ( $34 \leq TKB \leq 41$ ); Cukup Rentan/Sedang tanah terbuka, semak belukar, padang rumput, hutan sekunder dan hutan primer ( $26 \leq TKB \leq 33$ ); rerata 32,38 (kelas cukup rentan). Lahan permukiman dan sawah di kawasan budidaya, seluas 624,76 ha atau 2,70% dari total luas Sub DAS Krueng Jreue (23.218,06 ha), mempunyai tingkat kerentanan bencana banjir tertinggi. Bencana banjir terjadi pada bulan November-Desember, saat curah hujan tinggi.

**Kata Kunci:** Curah Hujan, Penggunaan Lahan, Infiltrasi Tanah, Kemiringan Lereng, Tingkat Kerentanan Banjir, Sub DAS Krueng Jreue

### Abstract

The increasing intensity of land conversion in the Krueng Jreue Aceh Besar Sub-Watershed from forest to non-forest or due to changes in land use causes changes in land biophysical characteristics. Changes in land biophysical characteristics cause increased levels of flood vulnerability. This research uses descriptive method (survey). The results showed: Variables that determine the level of flood vulnerability based on biophysical aspects of the land, consisting of: dynamic factor (rainfall, land use), and static factor (soil infiltration, land slope). Flood Vulnerability Class (TKB) in Krueng Jreue Sub-Watershed, consisting of: Very Vulnerable, settlements land, rice fields ( $42 \leq TKB \leq 50$ ); Vulnerable, moors ( $34 \leq TKB \leq 41$ ); and Quite Vulnerable/Moderate open land, shrubs, grasslands, secondary forest and primary forest ( $26 \leq TKB \leq 33$ ); average 32.38 (class is quite vulnerable/moderate). Settlements land and rice fields in the cultivation area, covering an

area of 624.76 ha or 2.70% of the total area of the Krueng Jreue Sub-Watershed (23,218.06 ha), have the highest level of vulnerability to flooding. Flood disaster occurs in November-December, when the rainfall is high.

**Keywords:** *Rainfall, Land Use, Soil Infiltration, Land Slope, Flood Vulnerability Class, Krueng Jreue Sub-Watershed*

## Pendahuluan

Daerah Aliran Sungai (DAS) Krueng Aceh dengan luas 176.552,45 ha merupakan salah satu dari 153 DAS atau 3,06% dari total luas Provinsi Aceh (5.765.798, 45 ha). DAS Krueng Aceh merupakan sumber pemasok utama kebutuhan air irigasi dan rumah tangga di Kabupaten Aceh Besar dan Kota Banda Aceh. Tingginya tingkat aktivitas pertumbuhan penduduk Kabupaten Aceh Besar dan Kota Banda Aceh serta maraknya konversi lahan dari tutupan vegetasi menjadi tutupan non-vegetasi di wilayah hulu DAS menyebabkan DAS Krueng Aceh termasuk dalam kategori DAS kritis sehingga ditetapkan sebagai DAS prioritas.

DAS prioritas tertuang dalam Keputusan Menteri Kehutanan No. SK. 328/Menhut-II/2009, yang menetapkan DAS Krueng Aceh, DAS Peusangan, DAS Jambo Aye dan DAS Peureulak-Tamiang sebagai DAS prioritas dari 108 DAS prioritas di Indonesia, yang digunakan sebagai arahan pengelolaan dinas terkait dalam upaya penetapan skala prioritas rehabilitasi hutan dan lahan. Luas lahan kategori sangat kritis, kritis, agak kritis dan potensial kritis di Sub DAS Krueng Jreue meningkat dari tahun 2013 dan tahun 2018. Luas lahan agak kritis di DAS Krueng Aceh meningkat dari 21.579,90 ha (12,22%) tahun 2013 menjadi 43.689,11 ha (24,75%) tahun 2018 dari total luas DAS 176.552,99 ha. Sedangkan luas lahan agak kritis pada Sub DAS Krueng Jreue meningkat dari 3.422,61 ha (14,74%) tahun 2013 menjadi 10.969,85 ha (47,25%) tahun 2018 dari total luas Sub DAS 23.218,06 ha (BPDASHL, 2019).

Intensitas konversi lahan dari hutan menjadi non-hutan terus meningkat seiring berjalannya waktu, hal ini sebagai akibat dari tekanan dan ketergantungan penduduk terhadap lahan yang tinggi di DAS. Peningkatan intensitas konversi lahan terutama penebangan liar dan penambangan liar tersebut berpengaruh negatif terhadap kondisi hidrologis Sub DAS Krueng Jreue. Hal ini menyebabkan meningkatnya debit puncak, fluktuasi debit antar musim, koefisien *runoff*, serta meningkatnya erosi, sedimentasi, banjir dan kekeringan (Muis, 2017). Selanjutnya menjadikan Sub DAS ini kritis, terjadi bencana alam di hulu, tetapi juga tengah dan hilir Sub DAS (Nasution, 2018).

Hasil analisis tutupan lahan Citra Landsat 8, selama periode 2014–2018, terjadi perubahan pola penggunaan lahan pada Sub DAS Krueng Jreue. Luas lahan hutan dari 12.598,00 ha (54,26%) menjadi 11.748,33 ha (49,60%) atau berkurang 849,67 ha (BPKH, 2019). Berkurangnya lahan hutan berdampak pada debit aliran pada Sub DAS Krueng Jreue yang semakin berkurang, ditandai dengan ketidakcukupan air. Hasil penelitian Isnin *et al.* (2012) menunjukkan, persediaan air total yang ada pada Sub DAS Krueng Jreue berkisar 0,24-3,22 m<sup>3</sup> detik<sup>-1</sup>. Sementara kebutuhan air total untuk pertanian dan rumah tangga sebesar 0,18-6,44 m<sup>3</sup> detik<sup>-1</sup>, sehingga pada musim kemarau persediaan air pada Sub DAS Krueng Jreue tidak

dapat memenuhi kebutuhan air untuk pertanian dan rumah tangga. Kondisi defisit air ini jika berlanjut dapat mengakibatkan terjadi bencana hidrologi kekeringan pada musim kemarau (Mei-September).

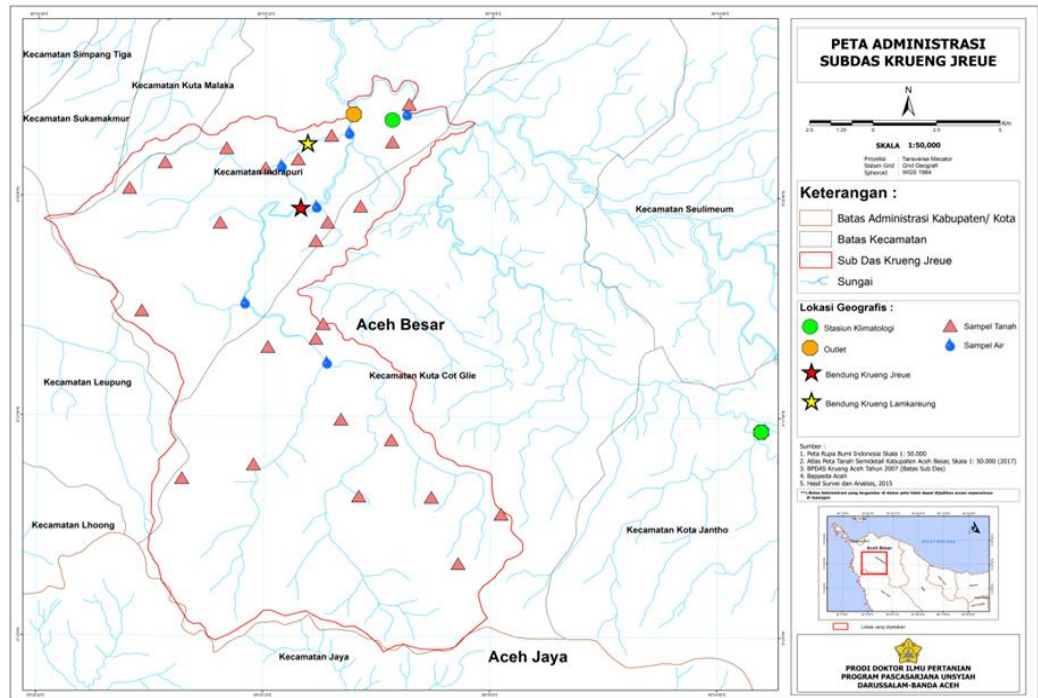
Pengelolaan DAS terpadu dan berkelanjutan dapat dilakukan dengan cara mengidentifikasi keterkaitan antara permasalahan karakteristik biofisik hutan dan lahan, hidrologi serta keterkaitan wilayah hulu-hilir yang saling berhubungan dan mempengaruhi unit ekosistem DAS (Susetyaningsih, 2012). Bencana banjir merupakan ancaman bencana dengan risiko tinggi di Indonesia, terutama terhadap harta benda dan infrastruktur dan sangat mengancam roda perekonomian masyarakat. Banjir berdampak pada kerusakan infrastruktur, pertanian dan perkebunan (Raimi *et al.*, 2017). Banjir dapat disebabkan oleh kondisi alam yang statis (infiltrasi tanah dan topografis), peristiwa alam yang dinamis seperti curah hujan yang tinggi, serta aktivitas manusia yang dinamis dalam sistem penggunaan lahan (Johnson *et al.*, 2016).

Kajian dan sistem pengelolaan Sub DAS Krueng Jreue adalah suatu bentuk pengembangan wilayah yang menempatkan Sub DAS sebagai suatu unit pengelolaan, dengan daerah bagian hulu dan hilir mempunyai keterkaitan biofisik lahan melalui daur hidrologi. Salah satu faktor penting yang harus diwujudkan dalam setiap sistem pengelolaan Sub DAS adalah menjaga fungsi Sub DAS Krueng Jreue sebagai pengatur tata air yang baik. Oleh sebab itu fungsi hidrologis Sub DAS harus dapat terjaga secara lestari yang dicirikan oleh ketersediaan sumberdaya air yang meliputi kuantitas, kualitas dan distribusi yang baik sepanjang tahun di seluruh Sub DAS.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka pentingnya penelitian kajian tingkat kerentanan banjir berdasarkan aspek biofisik lahan serta aspek klimatologis untuk meningkatkan dan mempertahankan kualitas tanah dan air secara berkelanjutan serta mengurangi dampak negatif dan risiko kerusakan yang diakibatkannya di Sub DAS Krueng Jreue. Secara khusus tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah: (1) Menetapkan kelas tingkat kerentanan banjir berdasarkan kondisi biofisik lahan, serta (2) Kelas tingkat kerentanan banjir berdasarkan Satuan Peta Lahan (SPL).

## **Bahan dan Metode**

Penelitian dilaksanakan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Krueng Aceh, Sub DAS Krueng Jreue. Secara administrasi wilayah ini termasuk ke dalam wilayah Kabupaten Aceh Besar. Lokasi penelitian berada pada koordinat 05°12'36''–05°26'09'' LU dan 95°20'28'' – 95°30'28'' BT, dengan luas 23.218,06 ha (2.321,81 km<sup>2</sup>). Penelitian dilaksanakan bulan Oktober 2018–Februari 2019. Peta Administrasi Sub DAS Krueng Jreue, tertera pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Administrasi Sub DAS Krueng Jreue

Bahan-bahan yang digunakan: peta administrasi, peta curah hujan skala 1 : 50.000. Data curah hujan tahun 2008-2017, data debit aliran bulanan, luas daerah irigasi dan kependudukan kecamatan Indrapuri Kabupaten Aceh Besar. Penelitian dilakukan menggunakan Metode Deskriptif (Survei). Tahapan analisis Tingkat Kerentanan Banjir (TKB), meliputi: (1) Identifikasi parameter tingkat kerentanan banjir; (2) Transformasi data kualitatif menjadi data kuantitatif dengan pembobotan dan pengharkatan pada masing-masing parameter tingkat kerentanan banjir; dan (3) Tingkat kerentanan banjir berdasarkan metode skoring untuk mendapatkan kelas tingkat kerentanan bencana banjir berdasarkan kondisi karakteristik biofisik lahan dan pada setiap satuan peta lahan (SPL).

Untuk menentukan tingkat kerentanan banjir digunakan analisis kuantitatif, yaitu hasil perhitungan variabel kerentanan banjir, meliputi: curah hujan, penggunaan lahan, infiltrasi tanah dan kemiringan lereng (Sigit *et al.*, 2011). Data spasial variabel kerentanan banjir bersifat kualitatif, sehingga perlu ditransformasikan ke dalam bentuk kuantitatif dengan pembobotan dan pengharkatan. Pemberian bobot curah hujan 1, penggunaan lahan 2, infiltrasi tanah 3, dan kemiringan lereng 4, tertera pada Tabel 1, 2, 3, dan 4.

Tabel 1. Klasifikasi Curah Hujan

No.	Curah hujan (mm tahun <sup>-1</sup> )	Deskripsi	Bobot	Harkat	Skor
1	> 3.000	Tinggi		5	5
2	2.500 – 3.000	Agak Tinggi		4	4
3	2.000 – 2.500	Menengah	1	3	3

	(Sedang)			
4	1.500 – 2.000	Agak	2	2
	Rendah			
5	< 1.500	Rendah	1	1

Sumber: Pusat Penelitian Tanah & Agroklimat (1995); dan Sigit *et al.* (2011)

Tabel 2. Klasifikasi Penggunaan Lahan

No.	Penggunaan Lahan	Bobot	Harkat	Skor
1	Lahan Terbuka, Sungai, Waduk, Rawa, Padang Rumput		5	10
2	Permukiman, Kebun Campuran		4	8
3	Pertanian, Sawah, Tegalan	2	3	6
4	Perkebunan, Semak Belukar		2	4
5	Hutan Primer, Hutan Sekunder		1	2

Sumber: Meijerink (1970); dan Sigit *et al.* (2011)

Tabel 3. Klasifikasi Infiltrasi Tanah

No.	Tekstur Tanah <sup>a</sup>	Laju Infiltrasi <sup>b</sup>	Bobot	Harkat	Skor
1	Liat	Sangat Lambat		5	15
	Liat Berpasir	Lambat			
	Liat Berdebu			4	12
2	Lempung Berliat				
	Lempung Liat	Sedang			
	Berpasir		3	3	9
3	Lempung Liat				
	Berdebu				
	Lempung				
	Lempung Berdebu	Cepat			
4	Lempung Berpasir			2	6
5	Pasir	Sangat Cepat			
	Pasir Berlempung			1	3

Sumber: (a) Rahayu *et al.* (2009); (b) Budiyanto *et al.* (2014); dan Sigit *et al.* (2011)

Tabel 4. Klasifikasi Kemiringan Lereng

No.	Kelas Kemiringan Lereng (%)	Deskripsi	Bobot	Harkat	Skor
1	0- < 8	Datar		5	20
2	8- < 15	Landai		4	16
3	15- < 25	Agak Curam	4	3	12
4	25- < 40	Curam		2	8
5	≥ 40	Sangat Curam		1	4

Sumber: Dirjen Reboisasi & Rehabilitasi Lahan (1998); dan Sigit *et al.* (2011)

Evaluasi terhadap kriteria tingkat kerentanan banjir (TKB) adalah menentukan kelas tingkat kerentanan banjir berdasarkan metode skoring (Sigit *et al.*, 2015), terdiri lima kelas, yaitu: (1) Sangat Rentan, (2), Rentan, (3) Cukup Rentan (Sedang), (4) Agak Rentan, dan (5) Tidak Rentan. Kelas tingkat kerentanan banjir berdasarkan kriteria tingkat kerentanan banjir (total skor), tertera pada Tabel 5.

Tabel 5. Kelas Tingkat Kerentanan Banjir Berdasarkan Kriteria Tingkat Kerentanan Banjir

No.	Kriteria Tingkat Kerentanan Banjir (Total Skor)	Kelas Tingkat Kerentanan Banjir
1	$42 \leq \text{TKB} \leq 50$	Sangat Rentan
2	$34 \leq \text{TKB} \leq 41$	Rentan
3	$26 \leq \text{TKB} \leq 33$	Cukup Rentan (Sedang)
4	$18 \leq \text{TKB} \leq 25$	Agak Rentan
5	$10 \leq \text{TKB} \leq 17$	Tidak Rentan

Sumber: Modifikasi Sigit *et al.* (2011)

## Hasil dan Pembahasan

### Tingkat Kerentanan Banjir Berdasarkan Kondisi Biofisik Lahan

Bencana banjir disebabkan oleh sejumlah faktor yang saling berinteraksi, sehingga sangat sulit untuk menjelaskan perubahan bahaya banjir (Johnson *et al.*, 2016). Empat variabel penentu tingkat kerentanan banjir berdasarkan aspek biofisik lahan, yaitu: faktor dinamis (curah hujan, penggunaan lahan), dan faktor statis (infiltrasi tanah, kemiringan lereng). Prabawadhani *et al.* (2016), penyebab banjir meliputi faktor: (1) Meteorologis, terkait kondisi curah hujan terdiri dari jumlah, intensitas dan sebaran; (2) Karakteristik DAS, terkait bentuk lahan, elevasi, ordo tanah, kemiringan lereng; dan (3) Perilaku masyarakat dalam pemanfaatan lahan. Penentuan faktor alam (curah hujan, infiltrasi tanah dan kemiringan lereng), dan faktor manajemen lahan Sub DAS, berdasarkan variabel yang paling dominan di wilayah tersebut. Pemberian nilai tiap jenis variabel penyebab banjir, semakin kecil nilai yang diberikan berarti tingkat kerentanan semakin baik. Bobot diberikan berdasar tingginya pengaruh variabel yang menyebabkan bencana banjir.

### Variabel Curah Hujan

Curah hujan (CH) merupakan faktor utama pengendalian siklus hidrologi suatu DAS. Besar kecilnya debit air pada DAS sangat tergantung dari jumlah CH yang terjadi sepanjang DAS. CH yang digunakan dalam analisis pemetaan zonasi tingkat kerentanan banjir adalah rerata selama tahun 2008-2017, yaitu 102,60 mm bulan<sup>-1</sup>. Suatu DAS memiliki CH tinggi, menunjukkan wilayah tersebut sangat berpotensi terjadi bencana banjir. Apabila tidak terdapat CH, tidak akan terjadi banjir. Semakin tinggi intensitas CH, semakin rentan terhadap bencana banjir.

Semakin besar intensitas CH, semakin besar pula kejadian longsor (Susanti *et al.*, 2017). Penilaian pengaruh variabel CH diberi bobot 1. Harkat didominasi nilai 2, sebesar 95,00%. Skor tertinggi bernilai 3, terendah 2 dan rerata 2,00. Semakin besar CH semakin rentan terhadap bencana banjir, di mana CH merupakan faktor dinamis dibandingkan infiltrasi tanah dan kemiringan lereng. Tingginya CH dan besarnya koefisien *runoff* semakin memacu wilayah rentan terhadap banjir (Verrina *et al.*, 2013). Potensi air maksimum *runoff* dari CH 70-75% menjadi *runoff* dan 25-30% mengalami infiltrasi dan perkolasi (Nugroho, 2002).

### ***Variabel Penggunaan Lahan***

Penggunaan lahan merupakan faktor penting dalam penentuan tingkat kerentanan banjir. Pengaruh tata guna lahan terhadap banjir sangat tinggi. Semakin rendah tutupan lahannya, semakin rentan terhadap banjir (Utomo & Supriharjo, 2012). Perubahan pola penggunaan lahan menyebabkan pada debit aliran dan volume air (Q) sub-sub DAS. Tanpa mempedulikan aspek lingkungan, berakibat terjadinya bencana banjir akibat dampak pengelolaan keliru.

Penilaian pengaruh variabel penggunaan lahan diberi bobot 2. Sebagian besar penggunaan lahan berupa hutan sekunder, semak belukar dan padang rumput. Harkat didominasi nilai 10 (33%). Skor tertinggi bernilai 10, terendah 2 dan rerata 6,00. Skor terendah dijumpai pada hutan primer dan hutan sekunder. Tutupan lahan yang rapat pada hutan, *runoff* dihasilkan lebih sedikit karena peran intersepsi tajuk dan meningkatnya laju infiltrasi akibat tingginya kapasitas penyerapan serasah (Laturua *et al.*, 2018). Nugroho (2002), kawasan hutan dapat melimpaskan 10-40% curah hujan sehingga mampu menyerap curah hujan sebesar 60-90%, sedangkan permukiman melimpaskan 40-75% curah hujan dan menyerap curah hujan sebesar 25-60% Nilai koefisien *runoff* (C) di permukiman besar (0,25-0,75), mempersulit air untuk meresap ke dalam tanah (Biswas & Mandal, 2014), kemungkinan terjadinya bencana banjir semakin besar. Upaya meminimalkan *runoff* dan koefisien *runoff* merupakan aset dalam efisiensi pengelolaan air, sehingga bencana banjir terjadi semakin kecil (Agustianto, 2014).

### ***Variabel Infiltrasi Tanah***

Infiltrasi merupakan aliran air masuk ke dalam tanah sebagai akibat gravitasi dan gaya kapiler. Variabel infiltrasi tanah dalam penentuan tingkat kerentanan banjir merupakan cerminan mudah atau tidaknya curah hujan meresap ke dalam tanah dan kondisi tekstur tanah (Anna *et al.*, 2015). Semakin padat dan rendah daya serap tanah terhadap air, maka semakin rentan terhadap bencana banjir. Laju infiltrasi tanah dapat diketahui dengan pendekatan tekstur tanah. Semakin kasar tekstur tanah maka laju infiltrasinya cepat, karena air *runoff* mudah meresap ke dalam tanah dan kemungkinan terjadinya banjir termasuk rendah (Haghnazari *et al.*, 2015). Penilaian pengaruh variabel infiltrasi tanah diberi bobot 3. Sebagian besar infiltrasi tanah termasuk kategori sangat lambat dan lambat, masing-masing dengan kelas tekstur liat, lempung berliat dan lempung berdebu. Harkat didominasi nilai 4 dan 3 sebesar 38%. Skor tertinggi bernilai 15, terendah 3 dan rerata 10,60. Tekstur tanah

mempengaruhi laju infiltrasi lahan dan berhubungan dengan pori tanah dan *bulk density*. Jumlah dan ukuran pori tanah ditentukan oleh pori yang berukuran besar. Makin banyak pori besar maka kapasitas infiltrasi semakin besar. Fraksi liat banyak mengandung pori halus dan *bulk density* lebih tinggi (Schoonover & Crim, 2015). Sebaliknya fraksi pasir banyak mengandung pori besar, sehingga kapasitas infiltrasi fraksi pasir lebih besar daripada fraksi liat (Elfiati & Delvian, 2010).

### ***Variabel Kemiringan Lereng***

Klasifikasi kemiringan lereng menentukan besarnya curah hujan menjadi air permukaan, berdampak terhadap debit aliran dan volume air DAS (Mulia & Prasetyorini, 2013). Selain ordo tanah, kemiringan lereng merupakan faktor utama pengendalian *runoff* dan potensi banjir (Wahid *et al.*, 2016). Semakin curam lereng, air yang mengalir di dalam DAS semakin cepat, berakibat pada bencana banjir bandang. Semakin landai lereng, aliran air di dalam DAS semakin lambat sehingga memungkinkan terjadinya banjir genangan.

Kemiringan lereng, didasarkan pada konsep gravitasi bumi, semakin curam kemiringan lereng maka gaya gravitasi semakin lemah mengikat tanah (Miscevic & Vlastelica, 2014). Pada lereng miring hingga curam, terjadi resultan gaya akibat adanya gaya gravitasi dengan gaya geser tanah. Pengaruh kemiringan terhadap gerakan tanah umumnya banyak terjadi di daerah yang berkemiringan lereng lebih tajam. Wilayah yang berpotensi mengakibatkan terjadinya banjir adalah daerah hulu, karena mempunyai tingkat kemiringan lereng yang tajam dan berbukit (Utama & Naumar, 2015). Penilaian pengaruh variabel kemiringan lereng diberi bobot 4. Harkat didominasi nilai 20 sebesar 29% dan nilai 12 sebesar 24%. Skor tertinggi bernilai 20, terendah 4, dan rerata 13,30.

Berdasarkan keempat parameter banjir, terlihat faktor kunci penyebab banjir adalah kondisi biofisik lahan, sementara data lain seperti curah hujan yang sangat ekstrim sekalipun merupakan sebagai pemicu banjir saja. Riadi (2008), bentuk lahan merupakan representasi bentuk permukaan bumi. Berkaitan dengan risiko maupun kerentanan bencana banjir, bentuk lahan dataran banjir (0-<8%) memiliki kaitan erat di mana bentuk lahan ini merupakan zona genangan diakibatkan faktor penetrasi curah hujan secara langsung atau DAS yang tidak mampu menahan daya tampung dari bagian hulu. Semakin tinggi total skor, semakin rentan terjadinya bencana banjir. Sebagian besar satuan peta lahan mempunyai tingkat kerentanan banjir cukup rentan, total skor berkisar 28-33, rerata 30,00. Tingkat kerentanan banjir kelas rentan, total skor berkisar 36-41, dan rerata 38,20.

### **Kelas Tingkat Kerentanan Banjir Berdasarkan Satuan Peta Lahan**

Tingkat Kerentanan Banjir (TKB) didapat dari penjumlahan skor variabel curah hujan, penggunaan lahan, infiltrasi tanah dan kemiringan lereng. Kelas tingkat kerentanan banjir ditetapkan berdasarkan total skor. Nilai skor berkisar antara 10-50, dan semakin nilai skor mendekati 50 menunjukkan tingkat kerentanan banjir semakin rentan. Kelas Tingkat Kerentanan Banjir di Sub DAS Krueng Jreue berdasarkan satuan peta lahan (SPL), terdiri empat kelas, yaitu: sangat rentan, rentan, cukup



rentan dan agak rentan (Sigit *et al.*, 2011). Total skor diperoleh dari prosedur perhitungan penjumlahan dari perkalian bobot dengan harkat dari parameter tingkat kerentanan banjir (curah hujan, penggunaan lahan, infiltrasi tanah dan kemiringan lereng), pada masing-masing SPL. Kelas tingkat kerentanan banjir berdasarkan SPL di Sub DAS Krueng Jreue tahun 2005-2014, tertera pada Tabel 6.

Tabel 6. Kelas Tingkat Kerentanan Banjir Berdasarkan Satuan Peta Lahan Sub DAS Krueng Jreue Tahun 2005-2014

SP L	Ordo Tanah	Kemiringan Lereng (%)	Penggunaan Lahan	Kriteria Tingkat Kerentanan Banjir (Total Skor)	Kelas
<b>I</b>	<b>Kawasan Budidaya</b>				
10	Inceptisols (Typic Dystrudepts)	0-<8	Permukiman	42,00	Sangat Rentan
11	Inceptisols (Typic Eutrudepts)	0-<8	Sawah	43,00	Sangat Rentan
12	Inceptisols (Typic Eutrudepts)	0-<8	Tegalan	40,00	Rentan
13	Inceptisols (Lithic Eutrudepts)	8-<15	Tegalan	33,00	Cukup Rentan
<b>II</b>	<b>Kawasan Non-Budidaya</b>				
1	Ultisols (Typic Hapludults)	15-<25	Tanah Terbuka	36,00	Rentan
2	Ultisols (Typic Hapludults)	25-<40	Tanah Terbuka	29,00	Cukup Rentan
3	Inceptisols (Typic Epiaquepts)	0-<8	Semak Belukar	38,00	Rentan
4	Inceptisols (Typic Dystrudepts)	8-<15	Semak Belukar	28,00	Cukup Rentan
5	Inceptisols (Lithic Eutrudepts)	15-<25	Semak Belukar	33,00	Cukup Rentan
6	Inceptisols (Typic Eutrudepts)	25-<40	Semak Belukar	29,00	Cukup Rentan
7	Entisols (Typic Udorthents)	≥40	Semak Belukar	22,00	Agak Rentan
8	Ultisols (Typic Hapludults)	8-<15	Padang Rumput	31,00	Cukup Rentan
9	Inceptisols (Typic Eutrudepts)	25-<40	Padang Rumput	29,00	Cukup Rentan
19	Ultisols (Typic Hapludults)	0-<8	Padang Rumput	41,00	Rentan
20	Inceptisols (Lithic Eutrudepts)	15-<25	Padang Rumput	36,00	Rentan

21	Entisols (Typic Udorthents)	$\geq 40$	Padang Rumput	25,00	Rentan
14	Inceptisols (Typic Dystrudepts)	0-<8	Hutan Sekunder	33,00	Cukup Rentan
15	Inceptisols (Lithic Eutrudepts)	8-<15	Hutan Sekunder	29,00	Cukup Rentan
16	Inceptisols (Typic Eutrudepts)	15-<25	Hutan Sekunder	28,00	Cukup Rentan
17	Entisols (Typic Udorthents)	$\geq 40$	Hutan Sekunder	18,00	Cukup Rentan
18	Inceptisols (Typic Eutrudepts)	15-<25	Hutan Primer	28,00	Cukup Rentan
Total				271,40	
Rerata				33,93	Cukup Rentan

Sumber: Modifikasi Sigit *et al.* (2011), dan Hasil Analisis Data (2019)

Tabel 6, hasil analisis Tingkat Kerentanan Banjir (TKB) pada 21 SPL di Sub DAS Krueng Jreue seluas 23.218,06 ha, terdiri dari kelas: sangat rentan (2 SPL), rentan (6 SPL), cukup rentan/sedang (11 SPL), dan agak rentan (2 SPL). Total skor tertinggi terdapat di sawah pada Inceptisols (0-<8%) SPL 11, yaitu 43,00, dan terendah di hutan sekunder pada Entisols ( $\geq 40\%$ ) SPL 17, yaitu 18,00, dengan rerata 33,93 (kelas cukup rentan/sedang). Satuan peta lahan dengan total skor tertinggi, sangat rentan terjadinya bencana banjir. Sedangkan satuan peta lahan yang mempunyai total skor terendah kurang rentan terjadinya bencana banjir (Sigit *et al.*, 2011).

Satuan peta lahan di Sub DAS Krueng Jreue yang sangat rentan dan rentan terhadap kerentanan banjir adalah sawah pada Inceptisols (0-<8%) SPL 11, permukiman pada Inceptisols (0-<8%) SPL 10, serta tegalan pada Inceptisols (0-<8%) SPL 12 dan tegalan pada Inceptisols (8-<15%) SPL 13, dengan total skor masing-masing 43,00; 42,00 dan 36,50. Total skor maksimum terdapat di sawah pada Inceptisols (0-<8%) SPL 11, dengan nilai 43,00. Total skor minimumnya terdapat pada hutan primer pada Inceptisol (15-<25%) SPL 18 dan SPL 14, 15, 16 dan 17 (hutan sekunder), dengan nilai 28,00 dan 27,00 serta rerata 33,93 (kategori cukup rentan).

Zona sangat rentan (total skor =  $42 \leq \text{TKB} \leq 50$ ), seperti SPL 10 (permukiman) dan SPL 11 (sawah) termasuk kategori kritis terhadap kerentanan banjir, disebabkan oleh kemiringan lereng relatif datar, antara 0-<8% membentuk satuan bentuk lahan pendaratan. Faktor kondisi alam dengan bentuk dataran merupakan salah satu karakteristik biofisik lahan yang rentan banjir (Dewan, 2015). Kemiringan lereng mempengaruhi jumlah dan kecepatan *runoff*. Semakin landai kemiringan lerengnya, *runoff* akan menjadi lambat dan kemungkinan terjadinya kejadian banjir menjadi lebih besar, sedangkan semakin curam kemiringan lerengnya, *runoff* akan menjadi lebih cepat dan kemungkinan tidak menggenangi wilayah tersebut, sehingga dampak negatif dan risiko banjir menjadi lebih kecil (Mu *et al.*, 2015). Zona ini didominasi SPL 10 (permukiman) dengan vegetasi penutup

kurang hingga jarang. Penutupan lahan di areal pemukiman (SPL 10) sekitar 30- <40%, dengan ordo tanah Inceptisols (Typic Dystrudepts). Umumnya, zona rentan banjir mempunyai kemiringan datar 0- <8% sampai landai 8- <15% (Darmawan *et al.*, 2017).

Banjir dapat menyebabkan berkurangnya produktivitas SPL 11 (Sawah), rusak dan tidak dapat ditanami Padi jika tergenang banjir secara permanen. Lahan Sawah sangat rentan terhadap banjir akibat kondisi biofisik lahan yang relatif datar (0- <8%), mempunyai kelas tekstur tanah liat sehingga laju infiltrasi tanah yang sangat lambat dan terjadi pemadatan tanah akibat sistem pengolahan tanah secara konvensional. Tekstur tanah sangat terkait dengan kapasitas tanah dalam menginfiltrasi curah hujan yang jatuh pada permukaan tanah. Tanah dengan tekstur liat mempunyai kapasitas infiltrasi yang kecil, sehingga curah hujan yang jatuh akan lebih banyak menjadi *run-off*. Apabila *run-off* ini terakumulasi di lahan yang datar (0- <8%), maka akan membentuk genangan banjir (Astuti *et al.*, 2013). Penurunan daya infiltrasi tanah merupakan salah satu faktor kerentanan terhadap banjir, akibat permukaan tanah telah mengalami degradasi kapasitas dalam meresap curah hujan (Rachmat & Pamungkas, 2014).

Variabel yang menyebabkan wilayah ini termasuk kategori sangat rentan adalah laju infiltrasi yang berjalan sangat lambat. Laju infiltrasi yang rendah menurunkan jumlah air yang tersimpan dalam tanah untuk pertumbuhan tanaman dan meningkatkan banjir dan erosi yang disebabkan *runoff* (Sari & Prijono, 2019). Lambatnya laju infiltrasi yang terjadi, disebabkan kelas tekstur tanah Sawah adalah liat, dengan vegetasi penutup yang tidak rapat. Liat merupakan fraksi tanah cepat jenuh air dalam keadaan basah dan memiliki pori-pori yang rapat. Jika hujan turun dengan intensitas deras, sangat berpengaruh, mengakibatkan laju infiltrasi berjalan sangat lambat sehingga menimbulkan genangan air di permukaan tanah, terutama hilir Sub DAS Krueng Ireue.

Salah satu manfaat tidak langsung lahan Sawah adalah mencegah terjadinya banjir dan erosi. Selain dampak positif, lahan Sawah juga memberikan dampak negatif terhadap lingkungan, antara lain menurunnya kualitas lahan Sawah akibat praktek pertanian konvensional. Kerusakan fisik tanah Sawah terjadi karena praktek pengelolaan yang kurang baik, seperti tanpa rotasi, penanaman Padi secara kontinue sehingga tanah tergenang sepanjang tahun (drainase buruk), pembajakan dangkal dengan menggunakan bajak rotari, tidak melakukan penambahan bahan organik atau pengembalian residu tanaman ke dalam tanah, pelumpuran tanah kurang dalam dan terbentuknya lapisan tapak bajak yang dangkal (Win *et al.*, 2018). Secara morfologi, tanah sawah memiliki perbedaan susunan horison, warna, serta adanya lapisan tapak bajak. Perbedaan sifat fisika tanah Sawah meliputi, struktur, *bulk density* dan konsistensi tanah. Terjadi perubahan struktur tanah granuler sampai gumpal menjadi massif pada lapisan olah. *Bulk density* lebih tinggi dan konsistensi tanah pada lapisan tapak bajak mempunyai konsistensi lebih teguh dibandingkan tanah kering (Rahayu *et al.*, 2014).

Zona rentan (total skor =  $34 \leq \text{TKB} \leq 41$ ), merupakan wilayah kategori kritis terhadap banjir dan relatif tinggi tingkat kerentanan banjirnya. Zona ini didominasi SPL 12 dan 13 (tegalan) dengan vegetasi penutup kurang hingga jarang. Tegalan pada lahan datar diusahakan secara intensif dan telah menerapkan usaha konservasi

(terasering dan pemakaian mulsa) dengan baik. Tegalan di wilayah berlereng hanya diusahakan pada musim penghujan, sedang pada musim kemarau tidak diusahakan sehingga sebagian besar lahan tidak bervegetasi. Wilayah yang termasuk kelas rentan mempunyai laju infiltrasi sangat lambat dan lambat (Budianto *et al.*, 2014). Banjir wilayah ini bersifat genangan sementara akibat curah hujan tinggi dan drainase buruk, struktur tanah lempung berliat dan lempung berdebu sehingga cepat jenuh jika curah hujan tinggi, akibatnya laju infiltrasi berjalan lambat hingga menimbulkan genangan di permukaan yang akan mengalir ke tempat yang lebih rendah sekitar bantaran sungai.

Zona cukup rentan/sedang (total skor =  $26 \leq \text{TKB} \leq 33$ ), merupakan wilayah yang termasuk kategori potensial kritis terhadap kerentanan banjir, disebabkan memiliki bentuk lahan perbukitan dan agak curam ( $15 < \text{TKB} < 25\%$ ). Zona ini didominasi SPL 1 dan 2 (tanah terbuka), SPL 9, 20 dan 21 (padang rumput), SPL 5, 6 dan 7 (semak belukar), SPL 16 dan 17 (hutan sekunder) dan SPL 18 (hutan primer), dengan vegetasi penutup jarang hingga rapat. Wilayah kategori cukup rentan mempunyai laju infiltrasi yang berjalan lambat sampai sedang, karena didominasi tekstur lempung, lempung berliat dan lempung berdebu (Rahayu *et al.*, 2009). Total skor tanah terbuka, padang rumput dan semak belukar mendekati zona rentan (total skor =  $34 \leq \text{TKB} \leq 41$ ).

Total skor lahan hutan baik primer maupun sekunder termasuk dalam kelas cukup rentan terhadap terjadinya bencana banjir, namun pada semua SPL yang termasuk kelas cukup rentan, lahan hutan mempunyai total skor yang paling rendah yaitu 28,00 dan 27,00 mendekati agak rentan (total skor =  $18 \leq \text{TKB} \leq 25$ ). Bencana banjir, tidak terlepas dari kerusakan ekologi, didominasi oleh kerusakan hutan dan telah terjadi konversi areal hutan ke penggunaan non-hutan, kegiatan penebangan liar, yang berdampak terhadap menurunnya fungsi hutan sebagai penyangga pembangunan berkelanjutan, terutama berperan penting dalam proses hidrologi karena kapasitas sebagai pengatur tata air, penyerapan karbon, pencegah banjir dan erosi. (Handayani & Indrajaya, 2011),

Menurut Nugroho *et al.* (2013), konversi lahan memainkan peran penting dalam perubahan keseimbangan air dalam suatu DAS, ditandai dengan meningkatnya *runoff* bersama dengan penurunan tutupan vegetasi. Susilo & Sudarmanto (2012), konversi lahan merupakan salah satu faktor menurunnya permukaan air tanah dan penyebab banjir. Pemanfaatan lahan yang kurang bijaksana seperti SPL 1 dan 2 (tanah terbuka), SPL 8,9, 19, 20 dan 21 (padang rumput) dan SPL 3, 4, 5, 6 dan 7 (semak belukar) oleh masyarakat yang bermukim pada wilayah DAS akan menimbulkan berbagai gangguan ekosistem seperti terganggunya tata air DAS yang mengakibatkan banjir, erosi dan sedimentasi.

## Kesimpulan

Empat variabel penentu tingkat kerentanan banjir berdasarkan aspek biofisik lahan, yaitu: faktor dinamis (curah hujan, penggunaan lahan), dan faktor statis (infiltrasi tanah, kemiringan lereng). Hasil identifikasi kelas tingkat kerentanan banjir (TKB) terdiri dari: Sangat Rentan seluas 624,76 ha (2,69%), Rentan seluas 3.866,44 ha (16,65%), Cukup Rentan/sedang seluas 12.267,48 ha (52,84%), dan Agak rentan

seluas 6.459,3827,82 ha (27,82%), dengan rerata 32,38 (kelas cukup rentan). Wilayah yang sangat rentan ( $42 \leq \text{TKB} \leq 50$ ) terhadap bencana banjir terdapat di kawasan budidaya pada kawasan pemukiman, dan pada pola persawahan. Kedua areal ini terdiri atas ordo Inceptisols dengan kemiringan lahan datar hingga landai (0-8%) atau pada SPL 10 (permukiman) dan 11 (sawah) dengan luas areal 624,76 ha.

## Daftar Pustaka

- Astuti AJD, Suriani M, Julismin. 2013. Analisis tingkat kerentanan banjir dengan pendekatan geoekosistem di Sub DAS Babura Provinsi Sumatera Utara. *JUPIIS*. 5 (1): 19-31.
- BNPB. 2012. Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 7 Tahun 2012, Pedoman Pengelolaan Data & Informasi Bencana Indonesia, 19 Juli 2012. Jakarta. 18 p.
- BPDASHL. 2019. Tabel Luasan Lahan Kritis Tahun 2013 dan Tahun 2018. Banda Aceh: BPDASHL Krueng Aceh. Kementerian Lingkungan Hidup & Kehutanan. 2 p.
- BPKH. 2019. Pola Tutupan Lahan Tahun 2014-2018. Balai Pemantapan Kesatuan Hutan Wilayah XVIII. Banda Aceh: Dirjen Planologi. Kementerian Lingkungan Hidup & Kehutanan. 5 p.
- Budianto PTH, Wirosodarmo, Suharto B. 2014. Perbedaan laju infiltrasi pada Lahan HTI Pinus, Jati dan Mahoni. *J. Sumberdaya Alam & Lingkungan*. 1 (1): 15-24.
- Darmawan K, Hani'ah, Suprayogi A. 2017. Analisis tingkat kerentanan banjir di Kabupaten Sampang menggunakan Metode *Overlay* dengan *Scoring* berbasis SIG. *J. Geodesi UNDIP*. 6 (1): 31-40.
- Dewan TH. 2015. Societal impacts and vulnerability to floods in *Bangladesh* and *Nepal*. *Weather & Climate Extremes*. 7: 36-42.
- Dirjen Reboisasi & Rehabilitasi Lahan. 1998. Pedoman Penyusunan Rencana Teknik Lapangan - Rehabilitasi Lahan & Konservasi Tanah (RTL-RLKT) DAS. Jakarta: Departemen Pertanian. 16 p.
- Handayani W, Indrajaya. 2011. Analisis hubungan curah hujan dan debit Sub-Sub DAS Ngatabaru Sulawesi Tengah. *J. Penelitian Hutan & Konservasi Alam*. 8 (2): 143-153.
- Isnin M, Basri H, Romano. 2012. Nilai ekonomi ketersediaan hasil air Sub DAS Krueng Jreue Kabupaten Aceh Besar. *J. Manajemen Konservasi Sumberdaya Lahan*. 1 (2): 184-193.
- Johnson F, White CJ, Van Dijk A, Ekstrom M, Evans JP, Jakob D, Kiem AS, Leonard M, Rouillard A. 2016. Natural Hazards in Australia: Floods. *Climate Change*. 139 (1): 21-35.
- Laturua A, Hendrayanto, Puspaningsih N. 2018. Penggunaan lahan optimal dalam transformasi hujan limpasan di DAS Wae Ruhu. *Media Konservasi*. 23 (1): 52-64.
- Meijerink AMJ. 1970. Photo-interpretation in hydrology: A geomorphological approach. Enschede Netherlands: Internat. Inst. for Aerial Survey & Earth Sciences. 142 p.

- Mu W, Yu F, Li C, Xie Y, Tian J, Liu J, Zhao N. 2015. Effects of rainfall intensity and slope gradient on runoff and soil moisture content on different growing stages of spring maize. *Water*. 7 (6): 2990-3008.
- Muis BA. 2017. Model perencanaan penggunaan lahan untuk konservasi sumberdaya air di DAS Krueng Aceh. [Disertasi]. Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 95 p.
- Nasution MK. 2018. Tingkat Kekritisian dan Rehabilitasi Lahan di DAS Krueng Aceh. [Skripsi]. Bogor: Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. 29 p.
- Nugroho P, Marsono D, Sudira P, Suryatmojo H. 2013. Impact of land-use changes on water balance. *Procedia Environmental Sciences*. 17: 256-262.
- Prabawadhani DR, Budi Harsoyo, Seto TH, Prayoga MBR. 2016. Karakteristik Temporal dan Spasial Curah Hujan Penyebab Banjir di Wilayah DKI Jakarta dan Sekitarnya. *J. Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*. 17 (1): 21-25.
- Pusat Penelitian Tanah & Agroklimat. 1995. Survei Identifikasi dan Karakteristik Sifat Fisik Tanah dan Lingkungan di Daerah Lahan Kritis. Bogor: Badan Penelitian & Pengembangan Pertanian. 30 p
- Rachmat AR, Pamungkas A. 2014. Faktor-Faktor kerentanan yang berpengaruh terhadap bencana banjir di Kecamatan Manggala Kota Makassar. *J. Teknik POMITS*. 3 (2): 178-183.
- Rahayu A, Utami SR, Rayes ML. 2014. Karakteristik dan klasifikasi tanah pada lahan kering dan lahan yang disawahkan di Kecamatan Perak Kabupaten Jombang. *J. Tanah & Sumberdaya Lahan*. 1 (2): 77-87.
- Rahayu S, Widodo RH, Noordwijk VN, Suryadi I, Verbist B. 2009. Monitoring air di DAS. Bogor: World Agroforestry Center-Southeast Asia Regional Office. 104 p.
- Raimi KR, Eriyati, Aqualdo N. 2017. Dampak banjir air pasang terhadap kerusakan lahan komoditas perkebunan dan pendapatan petani di Kecamatan Kuala Indragiri Kabupaten Indragiri Hilir. *Jom Fekon*. 4 (1): 1004-1017.
- Sari IL, Priyono S. 2019. Infiltrasi dan simpanan air pada jenis naungan yang berbeda di Lahan Kopi Desa Amadanom Kecamatan Dampit Kabupaten Malang. *J. Tanah & Sumberdaya Lahan*. 6 (1): 1183-1192.
- Sigit AA, Priyono, Andriyani. 2011. Aplikasi SIG berbasis Web untuk monitoring banjir di Wilayah DAS Bengawan Solo Hulu. *Semantik*. p. 1-10.
- Susanti PD, Miardini A, Harjadi B. 2017. Analisis kerentanan tanah longsor sebagai dasar mitigasi di Kabupaten Banjarnegara. *J. Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. 1 (1): 49-59.
- Susetyaningsih A. 2012. Pengaturan penggunaan lahan di Daerah Hulu DAS Cimanuk sebagai upaya optimalisasi pemanfaatan sumberdaya air. *J. Konstruksi*. 10 (1): 1-8.
- Susilo E, Sudarmanto B. 2012. Kajian hidrologi terhadap perubahan penggunaan lahan pertanian dan lahan hijau menjadi permukiman di Kota Semarang. *Riptek* 6 (1): 1-7.
- Verrina GP, Anugrah DD, Sarino. 2013. Analisa *runoff* pada Sub DAS Lematang Hulu. *J. Teknik Sipil & Lingkungan*. 1(1): 22-31.



Win S, Zin WW, Kawasaki A, San ZMLT. 2018. Establishment of flood damage function models: A Case Study in The Bago River Basin, Myanmar. *International J. of Disaster Risk Reduction*. 28: 688-700.