

Pengaruh Perubahan Penutupan Lahan Terhadap Debit Aliran Pada Daerah Aliran Sungai Pangkajene, Sulawesi Selatan

Rizki Amaliah¹, Usman Arsyad¹, Samuel A. Paembonan²

¹Laboratorium Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin

²Laboratorium Silvikultur dan Pemuliaan Pohon, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin

*Email: rizkiamaliah28.5@gmail.com

ABSTRACT: Land cover changes that occur impact on the hydrological conditions in a watershed. The hydrological condition referred to as the output quantity of the watershed is discharge which describes the quantity of water. This study aims to determine the effect of land cover change on streamflow in the Pangkajene Watershed. The data were analyzed using quantitative descriptive. The results showed that there was a decrease in average peak discharge in January of 213.73 m³/s to 95.79 m³/s in the same month in 2017. Land cover changes that occurred were mixed dryland farming of bushes into paddy fields, shrubs, and settlements while forests were experienced a slight change to open land by 0.69 ha. The increase in the area of paddy fields and shrubs as large as it causes the average discharge to decrease. A decrease in the average monthly discharge in the Pangkajene watershed due to rainfall on its way into the rice irrigation water experienced process begin from, is accommodated, evaporates, so that the flow up to the river becomes small. In addition, rainfall in 2009 which is the input of the Pangkajene watershed is higher than in 2017.

Keywords : Discharge, Land cover, Watershed.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24259/jhm.v12i1.7203>

1. PENDAHULUAN

Fenomena terjadinya pembukaan lahan hutan saat ini semakin tidak terkendali akibat tingginya kebutuhan manusia akan lahan untuk berbagai kepentingan seperti pemukiman, pencetakan sawah baru untuk pemenuhan pangan, sarana transportasi, lapangan golf dan sebagainya. Penutupan lahan berupa hutan dalam suatu DAS merupakan penutupan lahan yang paling efektif secara alami untuk mengendalikan pergerakan curah hujan sehingga mampu mengurangi erosi dan sedimentasi, meningkatkan penyerapan air ke dalam tanah dan memperkecil sebagian lainnya menjadi air permukaan, serta pengendalian banjir dan kekeringan.

Perubahan penutupan lahan yang terjadi memengaruhi kondisi hidrologi dalam suatu DAS. Kondisi hidrologis yang dimaksud yaitu fluktuasi debit. Menurut Kementerian Kehutanan (2014), monitoring dan evaluasi tata air dalam suatu DAS yang dilakukan untuk mengetahui perkembangan kuantitas, kualitas dan kontinuitas aliran air dari DAS bersangkutan setelah dilaksanakan kegiatan pengelolaan DAS, yaitu meliputi koefisien rezim sungai dan koefisien aliran tahunan. Berdasarkan hasil penelitian Mubarok, dkk (2014) menunjukkan bahwa perubahan penggunaan lahan dari tahun 2001 ke 2010 memberikan dampak negatif terhadap karakteristik hidrologi DAS Way Betung terutama terhadap koefisien regim sungai. Dampak negatif yang ditimbulkan dari hal tersebut ditunjukkan oleh total air sungai dan nilai Koefisien Regim Sungai (KRS), tahun 2001 dan 2010 masing-masing sebesar 1.143,25 mm dan 38,83 (baik) menjadi 802,26 mm, 50,27 (sedang). Terjadi penurunan total air sungai namun KRS meningkat. Lebih

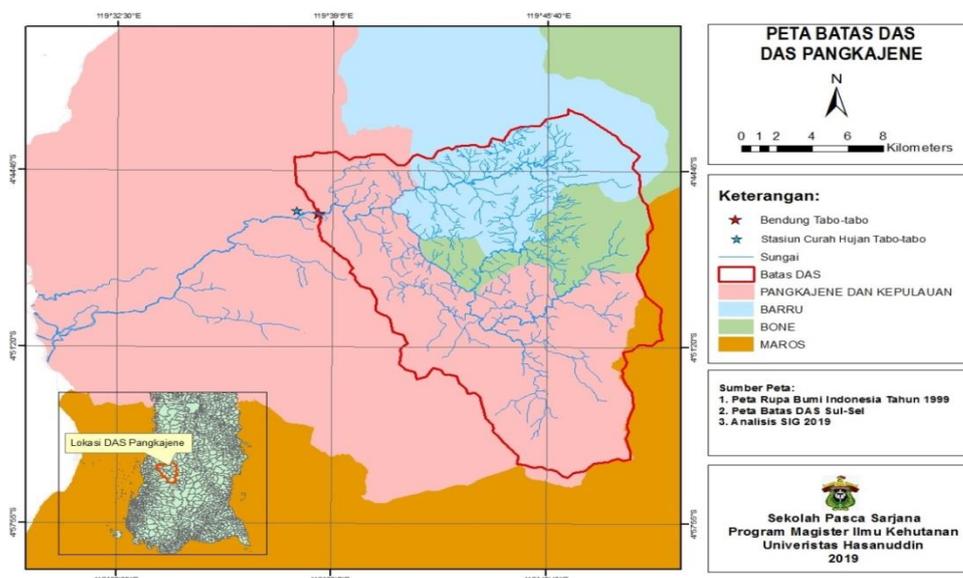
lanjut berdasarkan hasil penelitian Muma,dkk (2011) di Daerah Aliran Sungai (DAS) Quebec, Canada yang didominasi oleh tutupan lahan pertanian yang relatif tinggi (> 20%), maka aliran minimum harian relatif kecil. Penurunan aliran minimum harian dari periode 1960-1990 bersamaan dengan meningkatnya tutupan lahan pertanian datar di lahan pertanian St. Lawrence Lowlands, suhu musim panas yang tinggi dan kadang-kadang musim kemarau yang relatif panjang.

Daerah Aliran Sungai (DAS) Pangkajene merupakan salah satu DAS di Sulawesi Selatan yang berada di empat kabupaten yaitu Kabupaten Pangkep, Kabupaten Barru, Kabupaten Bone, Kabupaten Maros. Pada DAS Pangkajene ini terdapat Bendung Tabo-tabo yang berfungsi mengairi areal sawah masyarakat bagian hilir DAS. Pada tahun 2013 telah terjadi banjir yang cukup besar mengakibatkan sebelah kiri Bendung Tabo-tabo jebol dan air sungai mengalir melalui sebelah kiri bendung dan tidak dapat lagi masuk ke saluran irigasi. Kondisi tersebut dapat ditanggulangi, namun pada awal tahun 2014 terjadi lagi banjir sehingga kondisi bendung makin parah, jebol bahkan hancur (Ronalyw, 2016). Hal tersebut mengindikasikan bahwa kondisi DAS Pangkajene mulai terganggu dan perlunya adanya pengelolaan DAS untuk kelestarian air dari segi penutupan lahan dan ketersediaan air, maka dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan penutupan lahan terhadap debit air.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan selama 4 (empat) bulan yaitu mulai dari bulan September 2018 sampai Desember 2019 di Daerah Aliran Sungai (DAS) Pangkajene. Secara administratif, DAS Pangkajene meliputi empat wilayah kabupaten yaitu Kabupaten Pangkep, Kabupaten Barru, Kabupaten Bone, dan Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan. Peta Lokasi Penelitian yaitu DAS Pangkajene dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Batas DAS Pangkajene

2.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Global Positioning System (GPS)*, laptop yang disertai perangkat lunak pengolah citra dan GIS (*Arc.GIS 10.3*), alat tulis-menulis, dan kamera digital. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data pengamatan debit yang diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan Jeneberang, data curah hujan yang bersumber dari Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan Jeneberang, peta perubahan penutupan lahan (interpretasi citra) yaitu tahun 2009 dan 2017.

2.3 Metode Pengumpulan data

2.3.1 Jenis Data

Penelitian ini mengumpulkan dua data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer mencakup data penutupan lahan hasil pengecekan lapangan/*ground check* di lapangan dan perubahan penutupan lahan diperoleh dari interpretasi citra.

Data sekunder sebagai data penunjang yang diperoleh dari instansi pemerintah maupun data yang dianalisis melalui Sistem Informasi Geografis (*SIG*). Data-data tersebut berupa data hidrologi yang diperoleh dari pengamatan Stasiun Pengamat Arus Sungai (*SPAS*).

2.3.1 Pengumpulan Data

Data-data yang dikumpulkan yaitu data hidrologi dan data spasial. Dengan rincian, data perubahan penutupan lahan diperoleh dari interpretasi citra dengan rincian untuk penutupan lahan tahun 2009 digunakan citra landsat 7 ETM path/ro 114/63 sedangkan penutupan lahan tahun 2017 digunakan citra landsat 8 path/ro 114/63. Untuk data pengecekan di lapangan/*groundcheck* yaitu penutupan lahan yang ada di peta kerja. Koordinat perwakilan untuk pengecekan di lapangan dilakukan secara *purposive sampling* dengan mempertimbangkan faktor aksesibilitas dari setiap penutupan lahan.

Data hidrologi yang dibutuhkan berupa data debit dan curah hujan yang bersumber Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan Jeneberang dengan rentang waktu 8 tahun yaitu dari tahun 2009-2017. Sementara untuk data spasialnya yaitu Peta batas administratif bersumber Rupa Bumi Indonesia, Peta Penutupan Lahan dari Balai Pemantapan Kawasan Hutan Wil.VII Makassar.

2.4 Analisis Data

2.4.1 Penutupan Lahan

a. Interpretasi Lahan

Peta penutupan lahan dibuat dari data citra satelit. Citra satelit yang digunakan adalah citra satelit landsat 7 Path 114 Row 63 Tahun 2017 dan citra landsat 8 Path 114 dan Row 63 tahun 2017. Citra

tersebut dapat diunduh melalui website <http://earthexplorer.usgs.gov>. Interpretasi diawali dengan penggabungan pita warna (*composite band*). Tahapan selanjutnya, dilakukan digitasi dengan menggunakan metode *digitasi on screen*, yaitu mendigitasi langsung citra tersebut dengan mengandalkan visual. Kelas penutupan lahan ditetapkan berdasarkan pola dan karakteristik (rona, warna, dan tekstur) pada citra tersebut.

b. Uji Akurasi Citra

Untuk menguji keakuratan interpretasi citra maka dilakukan uji akurasi klasifikasi citra yang bertujuan untuk mengetahui sejauh mana keakuratan interpretasi citra yang telah dilakukan. Proses ini disebut dengan *overall accuracy* melalui persamaan berikut:

$$OA \text{ (Overall Accuracy)} = \frac{X}{N} \times 100\%$$

Keterangan : X = Jumlah nilai diagonal matriks

N = Jumlah sampel matriks

Tingkat keakuratan interpretasi citra yang dapat diterima yaitu 85% (Lillesand and Kiefer dalam Howard, 1996). Data luas penutupan lahan diperoleh dari interpretasi citra dan operasi tumpang tindih (*overlay*) dari dua tahun yang berbeda yaitu tahun 2009 dan 2017.

2.4.2 Debit Aliran

Data debit air pada DAS Pangkajene dimulai pada tahun 2009-2017. Data debit dianalisis dengan menggunakan metode deskripsi kuantitatif. Variasi debit ditampilkan dengan grafik hidrograf yang memberikan gambaran rata-rata debit puncak.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penutupan Lahan DAS Pangkajene

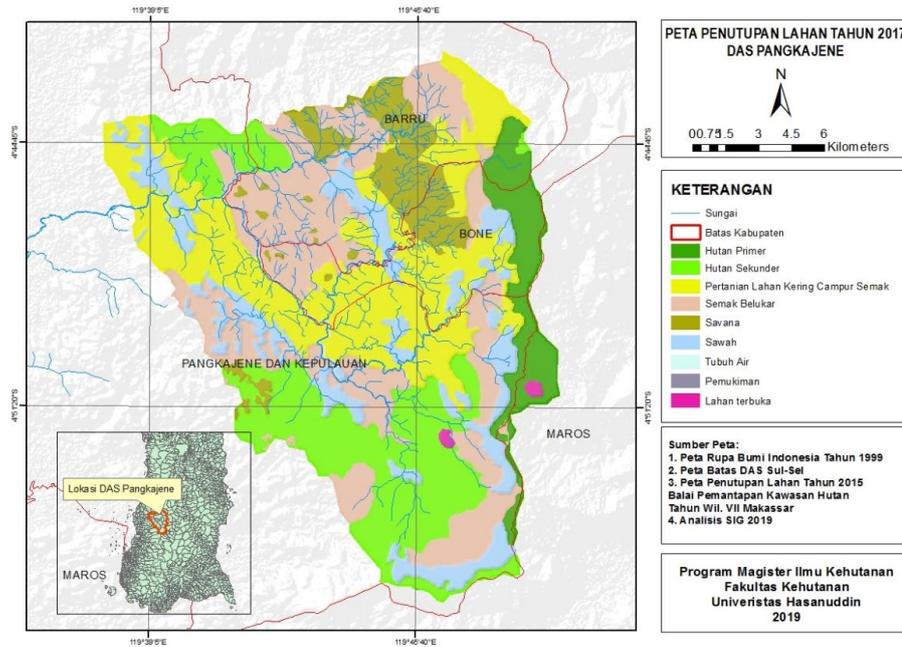
Penutupan lahan pada DAS Pangkajene diperoleh dari interpretasi citra landsat 8 tahun 2017. Hasil dari interpretasi dan observasi dilakukan pada sembilan kelas penutupan lahan. Kesembilan penutupan lahan tersebut berupa hutan lahan kering primer, hutan lahan kering sekunder, pertanian lahan kering campur semak, sawah, semak belukar, padang rumput, tubuh air, pemukiman, dan lahan terbuka. Persentase kelas penutupan lahan pada DAS Pangkajene dan luasannya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kelas Penutupan Lahan pada DAS Pangkajene Tahun 2017

No.	Penutupan Lahan	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	Hutan Lahan Kering Primer	2270.36	7,11
2	Hutan Lahan Kering Sekunder	6520.55	20,41
3	Pertanian Lahan Kering Campur Semak	8409.54	26,33
4	Semak Belukar	8191.41	25,65
5	Padang Rumput	2534.42	7,937
6	Sawah	3812.29	11,94
7	Tubuh Air	89.85	0,281
8	Pemukiman	6.86	0,021
9	Lahan terbuka	98.3	0,308
	Total (Ha)	31933,58	100,00

Luasan penutupan lahan berdasarkan Tabel 1 yang mendominasi pada DAS Pangkajene yaitu hutan sebesar 27,52% dari luasan DAS. Berdasarkan UU. No. 41 Tahun 1999 Tentang Kehutanan, luasan tersebut dianggap kurang karena luasan hutan secara proposional dalam suatu DAS ditetapkan sekurang-kurangnya 30% dari total keseluruhan DAS. Luasan penutupan lahan hutan tersebut berpencar dalam luasan yang relatif kecil dan tidak merata (Gambar 2). Jadi untuk DAS Pangkajene masih perlu menambah areal berhutan sebesar 2,48% dari luasan DAS untuk mengacu pada UU tersebut terlebih lagi ini bagian hulu DAS.

Penutupan lahan terbesar kedua yaitu pertanian lahan kering campur semak sebesar 26,33%. Masyarakat menanam tanaman semusim dan tahunan pada lahan tersebut seperti pisang, nanas, dan jagung. Sawah termasuk penutupan lahan terbesar ketiga sebesar 11,94%. Sebagian besar masyarakat pada DAS Pangkajene mengandalkan hasil pertanian. Namun, para petani juga menanam tanaman sampingan yaitu kacang tanah. Luasan pemukiman merupakan luasan paling terkecil pada DAS Pangkajene yaitu hanya 6,86 ha (0,021%).



Gambar 2. Peta Penutupan Lahan 2017 DAS Pangkajene.

Hasil kelas penutupan lahan yang diperoleh dari interpretasi citra landsat 8 selanjutnya dilakukan uji akurasi. Untuk mengetahui tingkat ketelitian hasil interpretasi citra maka dilakukan uji akurasi penutupan lahan 2017 agar dapat mencocokkan hasil interpretasi dengan hasil observasi lapangan berdasarkan titik-titik sampel yang telah ditentukan. Uji akurasi menggunakan tabel *confusion matrix*s untuk dapat mengetahui persentase tingkat kepercayaan dari hasil interpretasi citra landast 8. Hasil dari uji akurasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Confusion Matriks Titik Sampel Penutupan Lahan Tahun 2018

Kelas Penutupan	Data Pengecekan Lapangan tahun 2018									Total
	HP	HS	PR	PLKCS	S	SB	TA	LT	PM	
HP	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
HS	0	14	0	0	0	0	0	1	0	15
PR	0	0	7	0	0	1	0	0	0	8
PLKCS	0	0	0	39	6	1	0	1	0	47
S	0	0	0	0	33	0	0	0	0	33
SB	0	0	0	3	1	24	0	0	0	28
TA	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
LT	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
PM	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
Total	1	14	7	42	40	26	3	3	2	138

Keterangan:

■ Jumlah titik koordinat yang sesuai penutupan lahan di lapangan

HP : Hutan Primer

- S : Sawah
- HS : Hutan Sekunder
- SB : Semak Belukar
- TA : Tubuh Air
- LT : Lahan Terbuka
- PLKCS : Pertanian Lahan Kering Campur semak
- PR : Padang Rumput

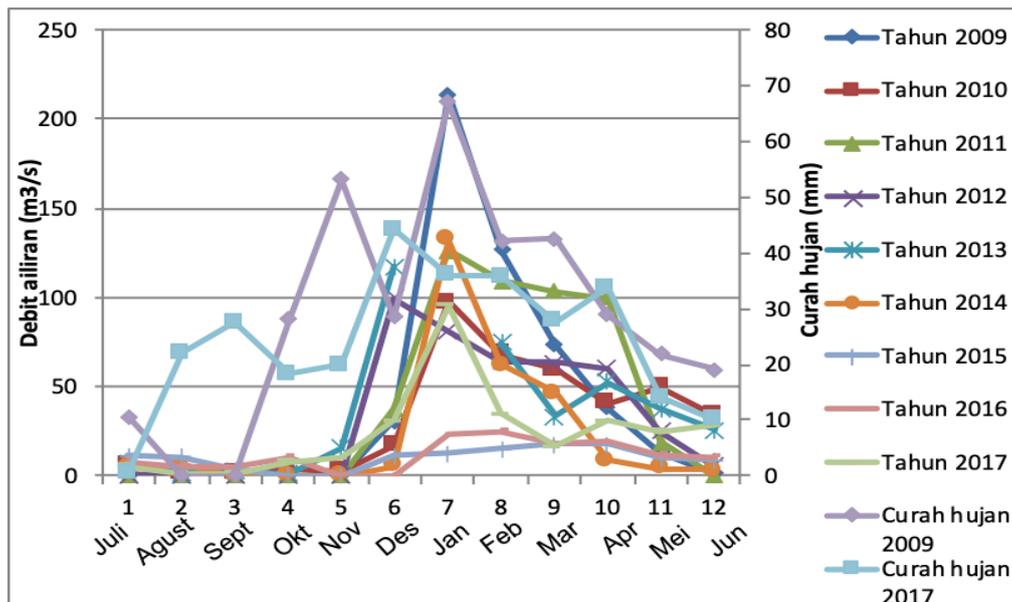
Total titik sampel pada kelas penutupan lahan tahun 2017 berjumlah 138 titik (N). Titik yang sesuai penutupan lahan di lapangan sebanyak 124 titik (X), sedangkan 14 titik lainnya tidak sesuai. Dari data tersebut nilai uji akurasi dapat dihitung dengan menggunakan perhitungan *overall accuracy* sebagai berikut:

$$OA \text{ (Overall Accuracy)} = 124/138 \times 100 \% = 89,85 \%$$

Hasil uji akurasi klasifikasi citra di DAS Pangkajene diperoleh 89,85%, dengan kata lain dapat diterima karena memiliki tingkat ketelitian $\geq 80\%$. Hal tersebut sejalan dengan Sutanto (1994) tingkat kriteria akurasi yang sangat baik yaitu $\geq 80\%$.

3.2 Debit Aliran

Berdasarkan data pengamatan SPAS Bendung Tabo-tabo yang bersumber dari Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan Jeneberang diperoleh rata-rata debit air pada DAS Pangkajene yang di analisis dalam bentuk grafik. Pengambilan data debit sungai pada DAS Pangkajene dimulai dari tahun 2009-2017. Hasil analisis data rata-rata debit air dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Debit dan Curah hujan Rata-rata Bulanan DAS Pangkajene Tahun 2009-2017.

Debit rata-rata bulanan dari tahun 2009 sampai 2017 telah terjadi penurunan seperti yang diperlihatkan hidrograf pada Gambar 3. Debit rata-rata tertinggi berada pada tahun 2009. Dalam pergerakan grafik setiap tahunnya menunjukkan peningkatan debit air rata-rata bulanan dimulai terjadi akhir November, kemudian menurun pada bulan Juli. Hal tersebut disebabkan pada bulan Juli hingga Oktober curah hujan sedikit dan memasuki akhir bulan November curah hujan mulai meningkat. Besarnya intensitas curah hujan yang menjadi input DAS Pangkajene mempengaruhi debit air. Sejalan dengan pendapat Setiopotro (2016) semakin meningkatnya angka curah hujan maka berdampak tingginya angka debit pada suatu DAS.

Selain curah hujan yang mempengaruhi besarnya debit air, proses evapotranspirasi juga ikut berpengaruh dalam menurunkan kecilnya debit air. Evapotranspirasi ini berkaitan dengan intensitas penyinaran matahari. Pada bulan-bulan yang mengalami musim kemarau, yaitu mulai pada bulan Juli-Oktober angka debit cenderung turun berdasarkan grafik Gambar 3, karena curah hujan sedikit atau bahkan tidak ada curah hujan sehingga meningkatnya intensitas penyinaran matahari, terevaporasi dan menyebabkan debit air menjadi menurun. Hal tersebut didukung oleh hasil penelitian Muchtar dan Abdullah (2007) debit sungai berubah-ubah dalam dua kondisi yaitu adanya curah hujan dan proses evapotranspirasi dari badan air, tanah, dan tanaman. Kondisi demikian, mengakibatkan debit air menjadi rendah.

3.3 Pengaruh Perubahan Penutupan Lahan Terhadap Debit Air.

Berdasarkan hasil overlay peta penutupan lahan tahun 2009 dan 2017 dan *ground check* diperoleh data perubahan penutupan lahan pada DAS Pangkajene Hulu. Perubahan luas masing-masing penutupan lahan tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perubahan Penutupan Lahan Tahun 2009 dan 2017 pada DAS Pangkajene.

No.	Penutupan Lahan	Luasan (ha)			
		2009	%	2017	%
1	Hutan Lahan Kering Primer	2270.36	7.11	2270.36	7.11
2	Hutan Lahan Kering Sekunder	6522.43	20.42	6520.55	20.419
3	Pertanian Lahan Kering Campur Semak	8508.07	26.64	8409.54	26.33
4	Semak Belukar	8177.41	25.61	8191.41	25.65
5	Padang Rumput	2550.22	7.99	2534.42	7.937
6	Sawah	3713.14	11.63	3812.29	11.94
7	Tubuh Air	89.85	0.28	89.85	0.28
8	Pemukiman	4.49	0.01	6.86	0.021
9	Lahan terbuka	97.61	0.306	98.3	0.308
Total (Ha)		31933.58	100	31933.58	100

DAS Pangkajene telah mengalami perubahan penutupan lahan selama 8 tahun terakhir berdasarkan pada Tabel 3. Tutupan lahan yang tidak mengalami perubahan adalah hutan lahan kering primer dan

tubuh air. Tidak terjadinya perubahan karena hutan lahan kering primer merupakan daerah kawasan lindung yang harus dipertahankan keberadaannya mengingat tutupan lahan berupa hutan ikut berperan dalam mengontrol proses hidrologi dalam suatu DAS dengan menahan laju aliran ketika hujan terjadi dan meresapkan air ke dalam tanah. Hal tersebut didukung oleh Laoh (2002) dalam Verrina, dkk (2013) menjelaskan bahwa pada lahan bervegetasi lebat seperti hutan, air hujan yang jatuh akan tertahan pada vegetasi dan meresap ke dalam tanah melalui vegetasi, sehingga limpasan permukaan kecil.

Penutupan lahan yang mengalami perubahan yaitu hutan lahan kering sekunder, pertanian lahan kering campur semak, semak belukar, padang rumput, dan sawah. Penutupan lahan yang mengalami penurunan luas paling besar ialah pertanian lahan kering campur semak sebesar 98,53 ha. Pertanian lahan kering campur semak mengalami perubahan menjadi semak belukar, sawah, dan pemukiman. Menurut Perdirjen Planologi (2015), pertanian lahan kering campur semak dipandang sebagai semua aktivitas pertanian di lahan kering yang berselang-seling dengan semak, belukar, hutan bekas tebangan. Masyarakat yang berada pada DAS Pangkajene sebagian besar bermata pencaharian sebagai petani, maka dari itu petani memanfaatkan lahan tersebut dengan menanam tanaman semusim dan tahunan serta membuka lahan untuk sawah. Terkonversinya pertanian lahan kering campur semak menjadi sawah menandakan kebutuhan masyarakat lahan juga mengalami peningkatan untuk memenuhi kebutuhannya. Sedangkan yang mengalami penurunan luas paling kecil ialah padang rumput sebesar 15,8 ha. Pada penutupan lahan padang rumput masyarakat menggunakannya untuk pengembalaan sapi.

Sawah dan semak belukar merupakan penutupan lahan yang mengalami peningkatan luasan selama 8 tahun terakhir. Peningkatan luasan sawah sebesar 99,15 ha sedangkan semak belukar meningkat sebesar 14 ha dari luasan pada tahun 2009. Menurut Permatasari (2017) luasan semak belukar yang meningkat diakibatkan oleh adanya perladangan berpindah yang dilakukan oleh para petani. Pemukiman dan lahan terbuka juga mengalami peningkatan luasan yaitu 2,37 ha dan 0,69 ha.

Perubahan penutupan lahan yang terjadi dalam suatu DAS memberikan dampak terhadap kondisi hidrologi yakni *output* dari DAS dalam hal ini debit aliran. Berdasarkan kondisi debit yang ditunjukkan pada Gambar 3, debit rata-rata bulanan dari tahun 2009-2017 mengalami penurunan. Pada tahun 2009 debit rata-rata bulanan mencapai puncaknya pada bulan Januari sebesar 213,73 m³/s sedangkan pada tahun 2017 menurun menjadi 95,79 m³/s pada bulan yang sama. Hal ini dikarenakan rata-rata curah hujan lebih besar pada pada bulan Januari tahun 2009 sebesar 67 mm dibandingkan pada bulan yang sama tahun 2017 sebesar 36 mm. Selanjutnya curah hujan yang jatuh dalam perjalanannya terjadi proses hidrologi yang panjang yang dipengaruhi oleh faktor penutupan lahan yang mendominasi, jenis tanah, dan kelerengan serta kondisi geologi yang menentukan kuantitas air yang sampai di sungai sebagai debit.

4. KESIMPULAN

Perubahan penutupan lahan yang terjadi mempengaruhi *output* hidrologi dalam suatu DAS. Walaupun perubahan penutupan lahan yang terjadi sedikit namun berdampak pada kondisi hidrologi. Hal tersebut

terlihat dengan debit rata-rata bulanan pada tahun 2009 yang mengalami penurunan pada tahun 2017. Penurunan debit rata-rata bulanan pada DAS Pangkajene dikarenakan input DAS yaitu curah hujan dalam perjalanannya masuk dalam air irigasi sawah, tertampung, menguap, sehingga yang mengalir sampai di sungai menjadi sedikit. Meningkatnya luas penutupan lahan berupa sawah berdampak pada penggunaan air.

DAFTAR PUSTAKA

- Howard, J.A. 1996. *Penginderaan Jauh untuk Sumberdaya Hutan*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Kementerian Kehutanan. 2014. *Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.61/Menhut-II/2014 Tentang Monitoring dan Evaluasi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Kementerian Kehutanan RI Jakarta.
- Mubarok,Z., Anwar, S., Murti Laksono,K., Wahjunie,E.D. 2014. *Skenario Perubahan Penggunaan Lahan di DAS Way Betung Sebuah Simulasi Karakteristik Hidrologi Menggunakan Model SWAT*. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan DAS Terpadu untuk Kesejahteraan Masyarakat UNIBRAW Malang ISBN 978-602-99218-8-5.
- Muchtar, A, dan Abdullah, N. 2007. *Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Debit Sungai Mamasa*. Jurnal Hutan dan Masyarakat, Vol. 2, No. 1.
- Muma,M., Assani,A.A., Landry, R., Quessy, JF., Mesfioui,M. 2011. *Effect of the Change from Forest to Agriculture Land Use on The Spatial Variability of Summer Extreme Daily Flow Characteristics in Southern Quebec (Canada)*. Journal of Hydrology 407 153-163
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.07.020>.
- Peraturan Direktur Jenderal Planologi Kehutanan. 2015. *Pedoman Pemantauan Penutupan Lahan*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Jakarta.
- Permatasari, R. 2017. *Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Rezim Hidrologi DAS (Studi Kasus: DAS Komerling)*. Jurnal Teknik Sipil ITB Vol.24 No.1 April. ISSN 0853-2982.
- Republik Indonesia. 1999. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 Tentang Kehutanan*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1999 Nomor 167. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Ronalyw. 2016. *Bendung Tabo-Tabo Dioperasikan Lagi dalam*
<http://beritakotamakassar.fajar.co.id/berita/2016/02/25/bendung-tabo-tabo-dioperasikan-lagi/>. Diakses pada Tanggal 21 Januari 2018. Makassar.
- Setioputro, S. 2016. *Identifikasi Kualitas Sub DAS Cisadane Hulu dengan Parameter Penutupan Lahan dan Debit Air*. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Sutanto. 1994. *Penginderaan Jauh, Jilid 2*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Verrina, G,P., Anugrah, D,D., Sarino. 2013. *Analisa Runoff pada Sub DAS Lematang Hulu*. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan Vol.1 No.1, Desember 2013. ISSN: 2335-374X.