

KESESUAIAN PENGGUNAAN LAHAN DI HULU DAS CISADANE TERHADAP PERENCANAAN TATA RUANG DAN DAMPAKNYA PADA LIMPASAN PERMUKAAN

Budi Hadi Narendra¹⁾ dan Andi Gustiani Salim²⁾

^{1,2}Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan,
Badan Penelitian Pengembangan dan Inovasi,
Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
Email : budihadin@yahoo.co.id

Abstract

The Cisadane watershed is one of the priority watersheds to be rehabilitated due to decreased productivity. Most of the upper watershed is included in Bogor District area, so its performance is much influenced by the dynamics of land use change in Bogor District. Bogor as a buffer of the nation's capital, has a high pressure on land use changes. If these changes are not well planned, the carrying capacity of the land will be exceeded so that the aspects of sustainability in the development will not be achieved. This study aimed to examine the suitability of actual land use of upper Cisadane watershed with the spatial plan (RTRW) of Bogor District, and its impact on hydrological characteristic, especially on the surface runoff rates. Spatial analysis on GIS program was done to show the comparison between spatial plans as stated in RTRW 2005-2025 with the existing 2016 land use. Hydrological analyzes were also conducted by calculate the changes of surface runoff coefficients of both types of land use. The analysis shows that in 2016, the land use of Bogor District is dominated by dry land agriculture with 52% of the total area. The opposite is seen in the land use of RTRW, the allocation of dryland agriculture is only 2%, and the allocation for settlements is 33% or increase more than 3 times compared to actual settlements in 2016. For all land use class, suitability of the 2016's land use is only 37% from RTRW map. Maximum efforts should be addressed to achieve ideal land use in 2025 as planned in the RTRW. The calculation result shows that surface runoff coefficient based on planned land use on RTRW is 0.44 while in actual 2016 land use the value is 0.46. Larger runoff coefficients, lead to increased surface flow is caused by the change of cultivation land use into build up area in the form of settlements or industrial estates. Rainwater harvesting and runoff control needs to be done, both with simple and cheap techniques on a household scale, to large-scale construction.

Keywords: Cisadane watershed, land use, spatial plan, surface runoff

PENDAHULUAN

Menurut Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2015-2019 DAS Cisadane merupakan salah satu DAS yang harus dipulihkan kesehatannya karena mengalami penurunan produktivitas. Hampir seluruh wilayah hulu DAS Cisadane berada di Kabupaten Bogor, sehingga memiliki peran penting dalam menjaga kestabilan ekosistem DAS. Kondisi wilayah hulu yang tidak baik akan memengaruhi wilayah tengah dan hilir DAS. Tingginya erosi dan frekuensi banjir yang meningkat di musim hujan merupakan indikator bahwa DAS Cisadane memiliki kinerja yang buruk. Menurut

Purnama (2008), DAS Cisadane memiliki 30,19% kelas aman banjir; 24,60% tidak rawan; 37,21% rawan dan 8,01% kelas sangat rawan terutama pada wilayah hilirnya.

Kondisi curah hujan yang tinggi dan tingkat kesuburan yang cukup baik mendorong berkembangnya pertanian lahan kering berupa budidaya tanaman hortikultur. Permasalahannya adalah belum adanya penerapan teknik-teknik konservasi tanah dan air yang sesuai dengan kondisi lahan menyebabkan DAS Cisadane bagian hulu sangat rawan terhadap erosi, banjir bahkan tanah longsor.

Sebagai wilayah hulu DAS yang berperan penting dalam menjaga tata air, perubahan



penggunaan lahan akan memengaruhi kondisi hidrologi DAS. Masalah lain yang tidak kalah pentingnya adalah meningkatnya konversi lahan menjadi lahan terbangun. Menurut Fajarini, *et al.*, (2015) sejak tahun tahun 1989 hingga 2013 Kabupaten Bogor mengalami perubahan penggunaan lahan yang dinamik. Lahan yang paling banyak berubah adalah lahan pertanian (sawah, kebun, tegalan) dengan total berubah menjadi lahan terbangun sebesar 47,953 ha atau 16.04% dari luas Kabupaten Bogor, dimana pola perubahan yang signifikan terjadi pada rentang tahun 1995-2001.

Sebagai wilayah penyangga ibu kota, Kabupaten Bogor dan wilayah-wilayah lain sekitarnya memiliki kecenderungan konversi lahan yang cukup tinggi. Menurut Trisasonko *et al.* (2009), konversi lahan pertanian di wilayah Jabodetabek terjadi akibat adanya introduksi pembangunan jalan tol, sehingga memudahkan akses masyarakat dari Jakarta menuju wilayah sekeliling Jakarta. Mudahnya akses menuju Jakarta memunculkan fenomena komutasi yaitu bekerja di Jakarta namun tinggal di wilayah sekitarnya seperti Bogor, Depok, Tangerang dan Bekasi.

Konversi tutupan lahan menjadi kawasan terbangun dapat meningkatkan volume aliran permukaan. Air hujan yang jatuh tidak dapat terinfiltrasi, sehingga melimpas sebagai aliran permukaan yang merupakan salah satu pemicu terjadinya banjir. Yuwono (2011) melaporkan bahwa perubahan penggunaan lahan hutan pada kawasan Way Betung sejak tahun 1991 hingga 2006 sebesar 973,30 ha menjadi 508,10 ha menyebabkan peningkatan koefisien aliran permukaan (C) dari 48,60% (1991-1995) menjadi 61,60% (2002-2006) dan koefisien tegangan sungai (KRS) dari 11,00 (1991) menjadi 30,00 (2006). Hasil pengamatan terhadap hutan menjadi perkebunan kopi yang ditanam secara monokultur menunjukkan perbandingan limpasan permukaan di hutan kopi; hutan yang baru dibuka; dan di bawah tegakan kopi sampai umur 3 tahun adalah 25mm, 75mm, dan 124mm. Pengukuran laju infiltrasi menunjukkan lahan dengan tanaman kopi berumur 3 tahun memiliki kemampuan infiltrasi terendah dibandingkan pada tegakan kopi umur 1, 7, dan 10 tahun, sedangkan

tegakan hutan alam memiliki kemampuan infiltrasi tertinggi.

Kabupaten Bogor telah memiliki konsep penataan ruang yang dituangkan dalam Rencana tata ruang wilayah (RTRW) Kabupaten Bogor tahun 2005 – 2025. RTRW ini telah ditetapkan melalui Peraturan Daerah nomor 19 tahun 2008. Salah satu komponen dalam RTRW tersebut adalah adanya pola ruang yang merupakan distribusi peruntukan ruang suatu wilayah, yang secara garis besar terbagi dalam peruntukan ruang sebagai fungsi lindung dan peruntukan ruang untuk fungsi budidaya.

Dinamika perubahan penggunaan lahan yang terjadi di Kabupaten Bogor belum seharusnya sejalan dengan RTRW Kabupaten Bogor, karena RTRW merupakan panduan alokasi ruang agar pembangunan suatu wilayah tidak melampaui daya dukungnya (Rustiadi *et al.*, 2008), sehingga aspek keberlanjutan dan berwawasan lingkungan dapat tercapai.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesesuaian penggunaan lahan terhadap RTRW Kabupaten Bogor dan dampaknya terhadap karakteristik hidrologi, terutama pada besaran aliran permukaan di hulu DAS Cisadane.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian berada di hulu DAS Cisadane yang secara administratif masuk dalam wilayah Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. Alat dan bahan yang digunakan berupa peta RTRW Kabupaten Bogor tahun 2005 – 2025, Peta penggunaan lahan Kabupaten Bogor tahun 2016, peta topografi, peta batas DAS, data debit dan curah hujan harian dalam DAS Cisadane. Peralatan yang digunakan adalah seperangkat komputer dengan program ArcGis 10.2 dan Microsoft Office.

Pada penelitian ini dilakukan analisis spasial yang menunjukkan perbandingan antara perencanaan tata ruang yang tertuang dalam RTRW dengan penggunaan lahan eksisting. Analisis dilakukan pada program ArcGis dengan melakukan tumpang susun (*overlay*) antara peta RTRW dengan peta penggunaan lahan. Atribut peta dari hasil tumpang susun ini ditabulasi sehingga diperoleh luasan kesesuaian antara penutupan lahan aktual dengan RTRW.



Berdasarkan peta penggunaan lahan dan RTRW, dapat ditentukan koefisien limpasan masing-masing jenis penggunaannya dengan mengacu pada nilai koefisien limpasan yang ditunjukkan pada Tabel 1. Selanjutnya, nilai koefisien limpasan untuk DAS Cisdane berdasarkan peta penggunaan pada RTRW maupun pada penggunaan lahan 2016, masing-masing dapat dihitung dengan persamaan:

$$C_{DAS} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Dimana:

- = luas lahan dengan tutupan tanah i (ha)
- = koefisien limpasan jenis penutup tanah
- = jumlah jenis penutup tanah

Tabel 1. Nilai koefisien limpasan untuk setiap jenis penutupan lahan

Jenis penggunaan	Koefisien limpasan (C) *
Hutan	0,3
Perkebunan	0,4
Permukiman	0,9
Sawah	0,2
Pertanian kering	0,5

Sumber: Modifikasi dari Dunne dan Leopold (1978) dalam Nining dan Pramono (2007).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penggunaan Lahan Tahun 2016

Berdasarkan analisis peta penggunaan lahan Kabupaten Bogor tahun 2016, Luas wilayah Kabupaten Bogor yang masuk dalam DAS Cisdane adalah 105.218 ha. Penggunaan lahan didominasi oleh pertanian lahan kering seluas 55.188 ha atau 52% dari luas wilayah yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Keberadaan pertanian lahan kering yang seluas di wilayah hulu DAS Cisdane sangat berpengaruh terhadap tingginya erosi permukaan karena umumnya belum menerapkan teknik-teknik konservasi tanah dan air. Menurut Junaidi (2009), jumlah erosi aktual yang terjadi di DAS Cisdane adalah 248,9 ton/ha/tahun. Nilai erosi ini melebihi rata-rata erosi yang

diperbolehkan di DAS Cisdane sebesar 47,26 ton/ha/tahun.

Tabel 2. Luas penggunaan lahan Kabupaten Bogor tahun 2016

Jenis penggunaan lahan	Luas	
	ha	%
Hutan	22.742	22
Perkebunan	4.101	4
Permukiman	10.894	10
Sawah	12.293	12
Pertanian lahan kering	55.188	52
Total	105.218	100

Permukiman merupakan salah satu kawasan terbangun yang saat ini cukup berkembang di Kabupaten Bogor mencapai 10.894 ha (10%) dari luas wilayah. Menurut BPDAS Citarum Ciliwung-IPB (2012), khusus di daerah Kecamatan Caringin dan Ciawi yang meliputi Desa Pasir Buncir, Cinagara, Tangkil, Lemah Duwur dan Pancawati merupakan daerah "lahan gontai" yang dikuasai oleh para pengembang yang merupakan tanah eks PTP XI perkebunan karet.

Luas penggunaan lahan hutan sebagai wilayah resapan air adalah 22.742 ha atau 22% dari luas wilayah Kabupaten Bogor. Wilayah hutan tersebar di Taman Nasional Gunung Halimun Salak, Hutan Produksi dan Hutan Produksi Terbatas di Wilayah Cianten, serta di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango (BPDAS Citarum Ciliwung-IPB, 2012).

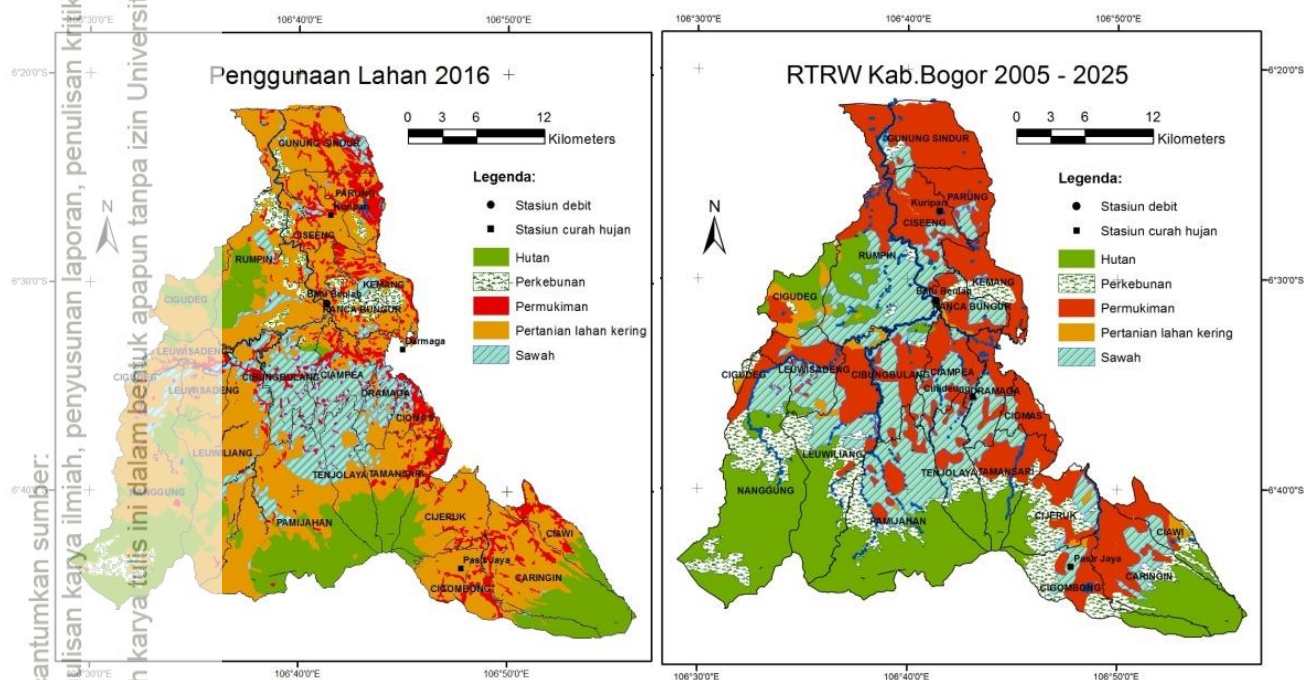
Sebagai daerah resapan air yang berperan penting dalam menjaga kestabilan tata air DAS, keberadaan hutan seluas 22% perlu dipertahankan bahkan ditingkatkan. Jika dibandingkan dengan penggunaan lahan tahun 2011, terjadi penurunan luas hutan sebesar 2 %, sehingga hal ini harus mendapat perhatian serius karena penurunan luas hutan kemungkinan akan terus terjadi seiring dengan peningkatan kebutuhan lahan baik untuk pertanian maupun permukiman/ industri. Menurut Fajarini, *et al.* (2015), pada tahun 2025 terdapat potensi kehilangan fungsi hutan sebesar 72,41% dari total luas kawasan hutan dalam RTRW.



Kesesuaian Penggunaan Lahan tahun 2016 dengan RTRW 2005-2025

Rencana penggunaan lahan yang tertuang dalam peta RTRW jika dibandingkan dengan kondisi penggunaan lahan tahun 2016 (Gambar 1 dan Tabel 3),

menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan terutama pada penggunaan lahan berupa pertanian lahan kering yang mencapai 52% sedangkan menurut RTRW hanya mencapai 2%.



Gbr 1. Peta penggunaan lahan 2016 dan pola ruang RTRW Kab.Bogor 2005 - 2025

Luas penggunaan lahan berdasarkan RTRW, penggunaan lahan tahun 2016 dan luasan yang sesuai dengan RTRW

Penggunaan lahan	Luas berdasarkan peta RTRW		Luas berdasarkan peta penggunaan lahan tahun 2016		Luasan yang sesuai dengan RTRW	
	ha	%	ha	%	ha	%
Hutan	29.394	28	22.742	22	19.656	86
Perkebunan	13.930	13	4.101	4	1.838	45
Permukiman	35.045	33	10.894	10	8.642	79
Pertanian lahan kering	24.553	23	12.293	12	6.993	57
Pertanian lahan basah	2.296	2	55.188	52	1.801	3
Total	105.218	100	105.218	100	38.930	37

Berdasarkan hasil tabulasi yang disajikan pada Tabel 3, areal pertanian lahan kering yang pada tahun 2016 luasnya mencapai 55.188 ha atau 52% dari luas wilayah dalam peta, sebagian besar akan dijadikan untuk menjadi kawasan permukiman, sehingga pada tahun 2025 luas pemukiman diproyeksikan bertambah sekitar

tiga kali lipat dibandingkan kondisi tahun 2016. Hasil analisis kesesuaian penggunaan lahan tahun 2016 secara keseluruhan terhadap RTRW hanya 37% yang sesuai, sehingga tidak akan mudah untuk mencapai target sesuai RTRW yang telah ditetapkan.

Perbandingan luas penggunaan lahan tahun 2016 dengan RTRW secara detail



ditunjukkan pada Tabel 4. Penggunaan lahan hutan menurut RTRW adalah 29.394 ha yang diproyeksikan dari penggunaan lahan hutan, perkebunan, permukiman, sawah, dan pertanian lahan kering. Artinya lahan-lahan tersebut akan dikonversi menjadi hutan untuk mencapai target RTRW tersebut. Akan tetapi, ada pula lahan-lahan yang saat ini adalah hutan yang menurut RTRW diproyeksikan untuk perkebunan, permukiman, sawah dan pertanian lahan kering. Luas lahan hutan yang akan dikonversi sebesar 3.450 ha (15,17%) dari total luas hutan tahun 2016. Menurut BPDAS Citarum Ciliwung-IPB (2012), berdasarkan fungsi kawasan, sebagian besar penggunaan lahan hutan termasuk dalam hutan

konservasi, sehingga konversi hutan menjadi peruntukkan lain tidak mudah. Selain harus melalui proses alih fungsi lahan yang panjang, akibat ekologis yang ditimbulkan juga akan sangat mengganggu ekosistem DAS.

Selain areal pertanian lahan kering, sebagian sawah (areal pertanian lahan basah) juga akan mengarah menjadi permukiman. Areal persawahan yang akan banyak dikonversi menjadi permukiman terletak di Kecamatan Ciampea, Darmaga, Gunung Sindur, dan Parung. Berkurangnya areal persawahan tentu akan berpengaruh terhadap produksi beras wilayah Kabupaten Bogor secara khusus.

Tabel 4. Perbandingan luas penggunaan lahan 2016 dengan RTRW

Luas (ha) RTRW 2005-2025	Peta Penggunaan Lahan 2016	Luas (ha)	Perbandingan penggunaan terhadap RTRW (%)
29.394	Hutan	19.656	67
	Perkebunan	355	1
	Permukiman	178	1
	Sawah	191	1
	Pertanian kering	9.014	31
13.930	Hutan	1.463	10
	Perkebunan	1.838	13
	Permukiman	580	4
	Sawah	348	3
	Pertanian kering	9.701	70
35.045	Hutan	617	2
	Perkebunan	1.103	3
	Permukiman	8.642	25
	Sawah	4.490	13
	Pertanian kering	20.193	58
24.553	Hutan	850	3
	Perkebunan	760	3
	Permukiman	1.279	5
	Sawah	6.993	28
	Pertanian kering	14.671	60
2.296	Hutan	520	23
	Perkebunan	28	1
	Permukiman	162	7
	Sawah	59	3
	Pertanian kering	1.526	66
105.218		105.218	

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan buku, penulisan berita, dan publikasi lainnya.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.
2. Dilarang mengutip dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun.



Dampak Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Aliran Permukaan

Menurut RTRW Kabupaten Bogor, angka luas penggunaan hutan akan sedikit meningkat (6%) bila dibandingkan dengan peta 2016. Areal pertanian lahan kering di Kecamatan Nanggung, Cijeruk, dan Caringin akan diproyeksikan berubah menjadi kawasan tanaman tahunan. Penambahan lahan hutan atau tanaman tahunan jika berhasil dilaksanakan, akan meningkatkan kemampuan lahan dalam menekan *runoff*. Akan tetapi, jika melihat makin luasnya kawasan pemukiman di tahun 2025, dapat dipastikan *runoff* yang terjadi masih lebih besar dari kondisi aktual saat ini, sehingga rawan banjir di daerah hilir akan meningkat bahkan Kabupaten Bogor sebagai hulu juga akan rawan terhadap bahaya banjir.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa dengan meningkatnya luas penggunaan lahan berupa permukiman (naik sebesar 23% dari luas wilayah), maka koefisien limpasan permukaan yang terjadi pada penggunaan lahan RTRW adalah 0,49. Artinya bahwa 49% dari curah hujan yang jatuh akan menjadi aliran permukaan, sedangkan jika dihitung berdasarkan peta penggunaan lahan tahun 2016, nilainya adalah 0,46. Koefisien limpasan pada RTRW lebih besar daripada kondisi aktual saat ini, artinya penggunaan lahan yang direncanakan, apabila tercapai pada tahun 2025 akan menyebabkan peningkatan aliran permukaan. Perubahan penggunaan lahan dengan fungsi budidaya menjadi areal terbangun berupa permukiman atau kawasan industri akan berpengaruh besar terhadap kenaikan aliran permukaan (*runoff*) yang pada akhirnya akan meningkatkan nilai debit maksimum sungai.

Daerah resapan air seperti hutan perlu dipertahankan keberadaannya dalam suatu DAS. Menurut Kodoatie *et al.*, (2008), perubahan tata guna lahan merupakan penyebab utama tingginya *runoff* dibandingkan dengan faktor lainnya. Apabila suatu hutan yang berada dalam suatu daerah aliran sungai diubah menjadi permukiman, maka debit puncak sungai akan meningkat antara 6 sampai 20 kali. Angka tersebut tergantung dari jenis hutan dan jenis pemukiman.

Menurut Wibowo (2005), penggunaan lahan yang berbeda akan menghasilkan respon transformasi hujan menjadi aliran air yang berbeda pula. Semakin bertambah luasan kawasan terbangun dan semakin berkurangnya luas hutan atau daerah resapan lainnya, maka nilai koefisien limpasannya akan semakin besar, begitu pula aliran permukaannya dan pada akhirnya akan meningkatkan debit sungai pada musim hujan dan sebaliknya, akibat simpanan air tanah berkurang maka debit minimum sungai pada musim kemarau akan jauh berkurang.

Hal inilah yang menyebabkan kinerja DAS menjadi buruk dimana terjadi banjir di saat musim hujan dan mengalami kekeringan di musim kemarau. Untuk itu pola ruang ini sebaiknya dikaji kembali, terutama pada penyediaan lahan yang cukup besar untuk permukiman di wilayah hulu DAS yang merupakan daerah resapan air.

Menurut peta penggunaan lahan tahun 2016, penggunaan hutan memiliki persentase kesesuaiannya yang paling tinggi terhadap RTRW. Jika hal ini dapat ditingkatkan, pada tahun 2025 diharapkan dapat dicapai kondisi tata air DAS Cisadane hulu yang lebih baik. Kondisi ini dapat juga dicapai dengan meningkatkan luasan daerah-daerah dengan fungsi resapan air. Hal ini sangat vital karena daerah hulu memiliki curah hujan bulanan maupun tahunan yang tergolong tinggi, sehingga bila limpasan yang dihasilkan tidak dapat dikendalikan, akan menimbulkan daya rusak yang besar, terutama akibat debit puncak yang meningkat.

Untuk menekan besarnya limpasan permukaan akibat perluasan wilayah permukiman dan berkurangnya penggunaan hutan, perlu dilakukan upaya-upaya pemanenan air hujan dan pengendalian *runoff*, baik dengan teknik yang sederhana dan murah pada skala rumah tangga, hingga penerapan bangunan konstruksi dengan kapasitas tampung air yang besar. Teknik yang sederhana dan murah dapat dilakukan mulai pada kawasan permukiman atau pada ruang terbuka dengan pembuatan lubang biopori, sumur resapan, atau penggunaan paving blok jika ingin menutup permukaan tanah. Pada kegiatan pertanian, telah banyak contoh teknik konservasi tanah yang dapat diaplikasikan dengan tujuan meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah dan mengurangi



erosi, seperti pembuatan teras, rorak, aplikasi mulsa, tanaman penutup tanah (*cover crop*), penerapan sistem agroforestry, pertanaman lorong (*alley cropping*), atau multi strata jaguk. Dengan cara-cara ini diharapkan dampak permukaan dapat ditekan, kesempatan infiltrasi tanah tetap terjaga, dan distribusi debit aliran dapat berkesinambungan meski memasuki musim kemarau. Pada skala DAS atau Sub DAS, dapat dibuat embung, bendungan, dan kegiatan-kegiatan rehabilitasi lahan secara vegetatif sehingga kawasan hutan dapat berfungsi optimal sebagai pengatur tata air.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis kesesuaian penggunaan lahan tahun 2016 dengan RTRW Kabupaten Bogor 2005-2025, hasilnya adalah terdapat 37% persen luasan yang sesuai, terutama penggunaan lahan hutan (18,7%) sehingga perlu dipertahankan bahkan ditingkatkan luasannya mengingat Kabupaten Bogor merupakan hulu DAS. Dampak implementasi RTRW Kabupaten Bogor 2005-2025 adalah meningkatnya aliran permukaan sebesar 7,6% dari aliran permukaan saat ini. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya penggunaan lahan berupa permukiman sebesar 23%, sehingga pola ruang RTRW ini perlu dikaji kembali, khususnya penggunaan lahan untuk permukiman.

REFERENSI

Purnama, A., 2008, Pemetaan Kawasan Rawan Banjir Di Daerah Aliran Sungai Cisadane Menggunakan Sistem Informasi Geografis, Institut Pertanian Bogor, *Skripsi*, Bogor, tidak dipublikasikan.

Harjani, R., B. Barus, dan D. R. Panuju, 2015., *Dinamika Perubahan Penggunaan Lahan dan Prediksinya untuk Tahun 2025 serta Keterkaitannya dengan Perencanaan Tata Ruang 2005-2025 di Kabupaten Bogor*. *J. Tanah Lingk.*, Vol. 17, Ed 1, hal, 8-15.

Trisasongko, B.H., D.R. Panuju, L.S. Iman, Harimurti, A.F. Ramly, V.

Anjani, dan H. Subroto, 2009, *Analisis Dinamika Konversi Lahan di Sekitar Jalur Tol Cikampek*. Publikasi Teknis DATIN. Kementerian Negara Lingkungan Hidup, Jakarta.

[4] Rustiadi, E., D.R. Panuju, dan B.H. Trisasongko, 2008, *Environmental Impacts Of Urbanization in Jabodetabek Area*. *Joint JIRCAS-ICALRD Symposium*, Bogor

[5] Nining, W., dan I.B. Pramono, 2007, *Aplikasi Sistem Informasi Geografis untuk perhitungan koefisien aliran permukaan di Sub DAS Ngunut, Jawa Tengah*. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* Vol. IV, Ed. 6, hal, 561-571.

[6] Junaidi, E., 2009. *Kajian Berbagai Alternatif Perencanaan Pengelolaan DAS Cisadane Menggunakan Model SWAT*, Sekolah Pasca Sarjana IPB. *Thesis*, Bogor, tidak dipublikasikan.

[7] BPDAS Citarum Ciliwung-Institut Pertanian Bogor, 2012, *Rencana Tindak Pengelolaan DAS Cisadane*, Laporan Kerjasama BPDAS Citarum Ciliwung-Institut Pertanian Bogor.

[8] Kodoadtie, J.R. dan R.Syarief. 2008, *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Ed.rev., Andi Offset. Yogyakarta.

[9] Yuwono, S.B., 2011, *Pengembangan Sumberdaya Air Berkelanjutan DAS Way Betung Kota Bandar Lampung*. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. *Disertasi*, tidak dipublikasikan.

[10] Widianto, D. Suprayogo, H. Noveras, R.H. Widodo, P. Purnomosidhi, dan M.V. Noordwijk, 2004, *Alih Guna Lahan Hutan Menjadi Lahan Pertanian: Apakah Fungsi Hidrologis Hutan dapat Digantikan System Kopi Monokultur?* *AGRIVITA*, Vol 26, Ed. 1, hal 47-52.

[11] Wibowo M., 2005, *Analisis Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Debit Sungai (Studi Kasus Sub-DAS Cikapundung Gandok, Bandung)*. *J Teknik Lingkungan*, P3TL-BPPT, Vol 6, Ed. 1, hal 283-290.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.

