

PENGARUH PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN TERHADAP KONDISI HIDROLOGI DAS KONAWEHA HULU PROVINSI SULAWESI TENGGARA¹⁾

(The Effect of Land Use Change on Hydrology Condition of Upstream Konaweha Watershed Southeast Sulawesi Province)

Oleh

La Baco S²⁾, Naik Sinukaban³⁾, Yanuar J. Purwanto³⁾, Bunasor Sanim³⁾ dan Suria Darma Tarigan³⁾

1) Bagian dari penelitian disertasi penulis pada PS DAS SPs IPB, Bogor

2) Dosen Jurusan Ilmu Lingkungan Fakultas Kehutanan dan Ilmu Lingkungan Universitas Halu Oleo

3) Dosen Program Studi Pengelolaan DAS IPB, Bogor

ABSTRACT

Phenomena of depleting of water resources and increasing water demand have been occurring in Konaweha watershed. Combine with other conditions, Konaweha watershed have been categorized as priority watershed in Southeast Sulawesi Province. Land use change is presumed to influence hydrology conditions such as the increasing maximum discharge in rainy season, decreasing minimum discharge in dry season and also runoff coefficient increased in rainy season. The objective of this research was to evaluate the effects of land use changes on hydrology conditions such as maximum discharge, minimum discharge and runoff coefficient. This research was conducted at Konaweha watershed for 10 months from June 2009 to March 2010. The result of this research showed that forest, swamp, plantation and bush area tended to decline exponentially year by year due to population growth. During 1991 to 2010 forest decreased from 66,6 % in 1991 to 48,3 % in 2010. At the same time, plantation, mix garden and bush increased 26,0 % to 39,7 %, 3,0 % to 5,0 %, and 1,7 % to 3,1 % from the total of the watershed area. The decline of forest area have significantly decreased minimum discharge of Konaweha River in dry season from 40 m³/second in 1991 to 24 m³/second in 2010. At the same time, maximum discharge increased from 246 m³/second to 284 m³/second, and runoff coefficient increased from 31,4 % to 48,3 %.

Key Words: watershed, land use change, discharge, runoff coefficient

PENDAHULUAN

Fenomena yang akhir-akhir ini sering dibicarakan adalah perubahan penggunaan lahan khususnya alih fungsi hutan menjadi non hutan yang berdampak luas terhadap aspek sosial, ekonomi dan lingkungan (La Baco, dkk., 2011; Yuwono, 2011). Salah satu dampak lingkungan akibat perubahan penggunaan lahan adalah perubahan kondisi hidrologi suatu DAS. Fenomena di atas juga terjadi di Provinsi Sulawesi Tenggara, termasuk juga di DAS Konaweha

Kenyataan tersebut di atas merupakan konsekuensi logis dari pertambahan jumlah penduduk dan peningkatan aktivitas ekonomi. Pertambahan jumlah penduduk meningkatkan kebutuhan akan lahan sebagai ruang untuk berbagai aktivitas manusia.

Perubahan kondisi hidrologi DAS Konaweha terjadi karena perubahan penggunaan lahan akibat eksploitasi lahan secara terus-menerus sehingga terjadi

penurunan kapasitas infiltrasi dan peningkatan aliran permukaan, peningkatan debit maksimum musim hujan dan penurunan debit minimum musim kemarau.

DAS Konaweha mempunyai fungsi strategis karena merupakan DAS terbesar di Sulawesi Tenggara dengan luas ± 697.841 hektar dan secara administrasi meliputi empat daerah otonom yakni Kabupaten Konawe, Konawe Selatan, Kolaka dan Kota Kendari (BPDAS Sampara, 2009). Salah satu peranannya yang sangat vital adalah sebagai sumber air bagi pemenuhan kebutuhan domestik, industri dan irigasi keempat daerah otonom tersebut di atas.

Mengingat vitalnya peranan DAS Konaweha, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengkaji perubahan penggunaan lahan dan pengaruhnya terhadap kondisi hidrologi DAS Konaweha. Penelitian ini akan bermanfaat untuk menentukan arah kebijakan penggunaan lahan di DAS Konaweha.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Sub Daerah Aliran Sungai (DAS) Konawehea Hulu DAS Konawehea Provinsi Sulawesi Tenggara selama 10 bulan yakni mulai Juni 2009 sampai dengan Maret 2010.

Analisis perubahan penggunaan lahan DAS Konawehea diperoleh melalui kerjasama dengan Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BPDAS) Sampara Provinsi Sulawesi Tenggara, Bakosurtanal dan Biotrop. Peta penggunaan lahan DAS Konawehea diinterpretasi dari data citra satelit tahun 1991, 1999, 2001, 2004, 2005, 2006, 2008 dan 2011. Untuk kepentingan analisis perubahan penggunaan lahan dan hubungannya dengan kondisi hidrologi, maka digunakan peta penggunaan lahan DAS Konawehea Hulu.

Analisis perubahan penggunaan lahan di DAS Konawehea Hulu dilakukan dengan menggunakan *software* ArcView *geographical information system* (GIS) dan hasilnya disajikan dalam bentuk deskriptif dan peta. Analisis perubahan penggunaan lahan secara keseluruhan dilakukan untuk mengetahui kecenderungan perubahan penggunaan lahan dominan (hutan, perkebunan, kebun campuran dan semak belukar) di DAS Konawehea periode 1991-1995, periode 1996-2000, periode 2001-2005 dan periode 2006-2010.

Kecenderungan perubahan penggunaan lahan dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk yang bersifat eksponensial, maka sangat beralasan kalau perubahan penggunaan lahan juga akan bersifat eksponensial terhadap waktu, sehingga luas masing-masing jenis penggunaan lahan dapat diduga dengan persamaan regresi:

$$L_t = L_0 e^{rt} \quad (1)$$

dimana L_t adalah luas masing-masing jenis penggunaan lahan pada waktu t , L_0 adalah luas masing-masing jenis penggunaan lahan pada waktu t_0 , e adalah bilangan logaritma natural (2,7182818), r laju perubahan

masing-masing jenis penggunaan lahan, t adalah waktu yang bernilai 0, 5, 10, 15, 20 dan seterusnya, i adalah jenis penggunaan lahan yakni hutan, perkebunan, kebun campuran dan semak belukar.

Lebih lanjut dilakukan analisis keragaman (anova) untuk mengetahui pengaruh waktu terhadap perubahan penggunaan lahan hutan, perkebunan, kebun campuran dan semak belukar di DAS Konawehea Hulu (Mattjik dan Sumertajaya, 2006).

Analisis pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap kondisi hidrologi DAS Konawehea Hulu menggunakan data penggunaan lahan, data hujan (Sub Dinas PU Pengairan Provinsi Sulawesi Tenggara, 2009) dan data debit (Sub Dinas PU Pengairan Provinsi Sulawesi Tenggara, 2010) tahun 1999, 2001, 2004, 2005, 2006 dan 2008 dengan menggunakan kriteria keputusan (*decission criteria*): debit maksimum (Q_{max}), debit minimum (Q_{min}) dan koefisien aliran permukaan (C).

Curah hujan rata-rata DAS Konawehea dianalisis dengan metode poligon thiessen (Singh, 1992), sedangkan hidrograf aliran selama satu tahun menggunakan analisis rata-rata aritmetik dan rata-rata peluang kejadian.

Pengaruh perubahan luas hutan, perkebunan, kebun campuran dan semak belukar terhadap debit maksimum, debit minimum dan koefisien aliran permukaan dianalisis menggunakan analisis regresi dan analisis keragaman, dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil.

Koefisien aliran permukaan (*ronoff coeficient*) adalah angka yang menunjukkan perbandingan antara volume aliran sungai dengan volume curah hujan, dihitung dari data debit Sungai Konawehea dan data curah hujan DAS Konawehea. Koefisien aliran permukaan dihitung dengan menggunakan persamaan (Singh, 1992):

$$C = (Q/R) \quad (2)$$

dimana: C = koefisien aliran permukaan (%); Q = volume debit aliran sungai (m³) dan R= volume curah hujan (m³).

Di dalam penelitian ini maka koefisien aliran permukaan (C) difokuskan pada nilai C tahunan dan musim hujan. Koefisien aliran permukaan musim hujan ditentukan berdasarkan jumlah volume aliran sungai musim hujan (curah hujan lebih dari

$$Q_{\max} = \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \beta_4X_4 + \beta_5X_5 + \beta_nX_n + \epsilon \quad (3)$$

$$Q_{\min} = \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \beta_4X_4 + \beta_5X_5 + \beta_nX_n + \epsilon \quad (4)$$

$$C = \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \beta_4X_4 + \beta_5X_5 + \beta_nX_n + \epsilon \quad (5)$$

dimana x₁; x₂; x₃; x₄; x₅; dan x_n; adalah proporsi masing-masing jenis penggunaan lahan, β₀, β₁, β₂, β₃, β₄, β₅ dan β_n adalah koefisien regresi masing-masing variabel x. Sedangkan ε adalah residual

100 mm per bulan) dibandingkan dengan jumlah volume curah hujan pada musim tersebut.

Pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap kondisi hidrologi DAS Konawehea Hulu dianalisis dengan menggunakan analisis regresi berganda (*multiple regression*) dengan menggunakan persamaan:

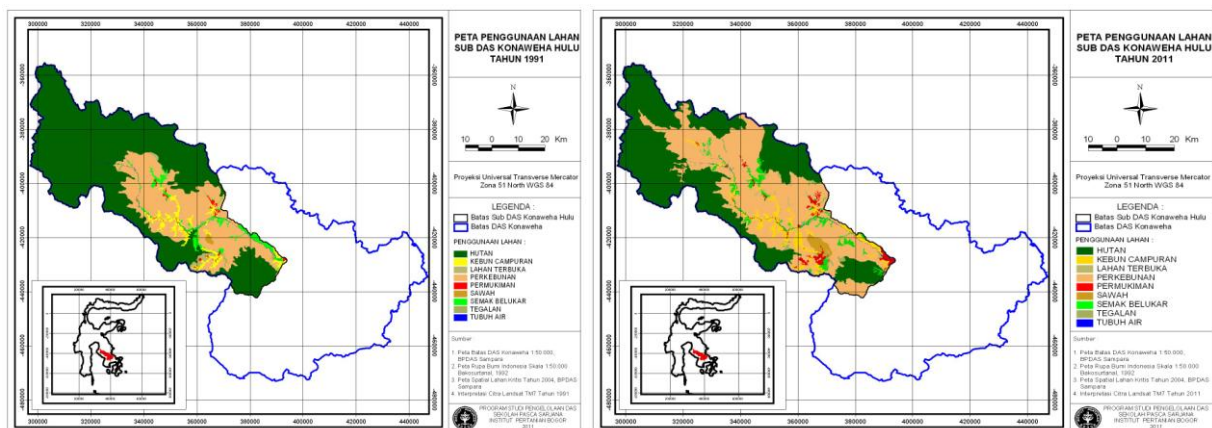
atau error yang diasumsikan berdistribusi normal dengan rata-rata mendekati 0 dan standar deviasi tertentu (Iriawan dan Astuti, 2008).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Perubahan Penggunaan Lahan

Analisis citra satelit DAS Konawehea Hulu tahun 1991-2011 menunjukkan bahwa selama periode 1990-2000 penggunaannya masih

didominasi oleh hutan dengan luas tutupan lebih dari 50 %. Analisis citra satelit (peta penggunaan lahan DAS Konawehea Hulu) tahun 1991 dan 2011 disajikan pada Gambar 1.

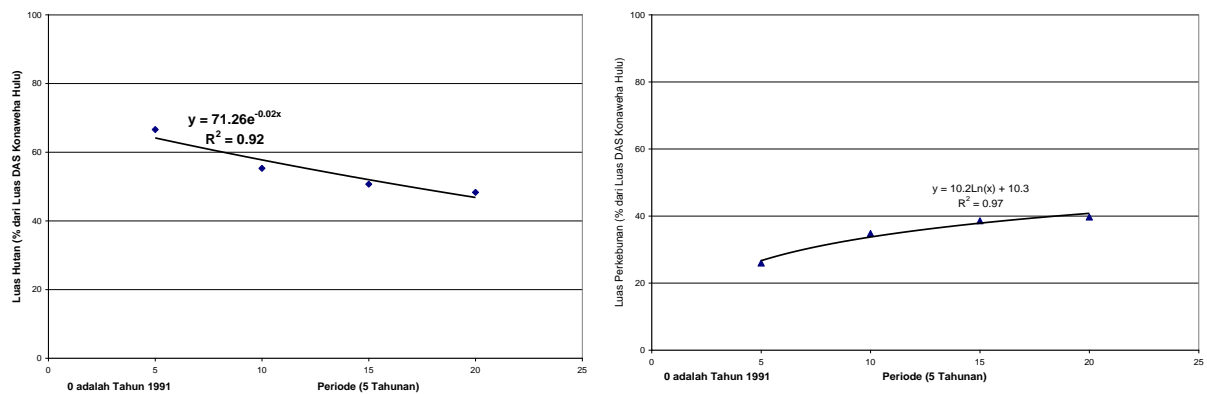


Gambar 1. Peta Penggunaan Lahan DAS Konawehea Hulu Tahun 1991 dan 2011

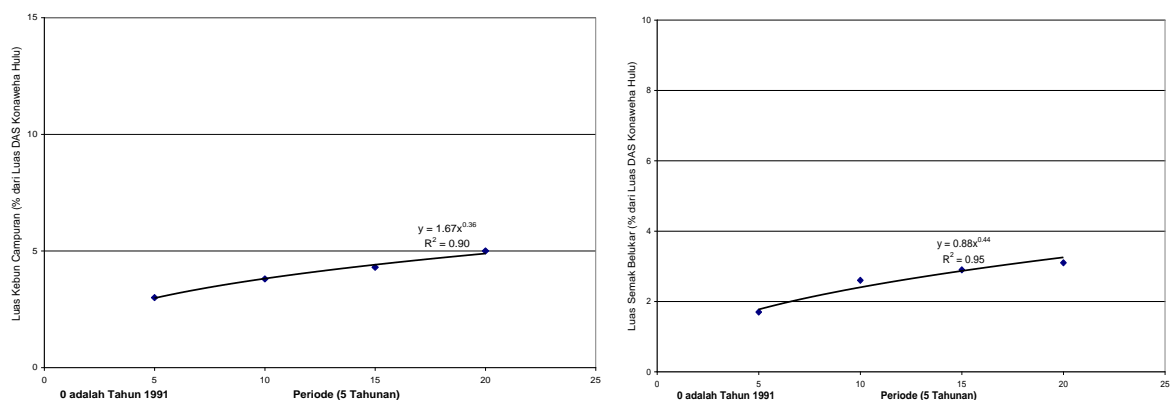
Gambar 1 menunjukkan bahwa penggunaan lahan DAS Konawehea Hulu tahun 1991 masih didominasi oleh hutan dengan luas 225 ribu hektar atau 66,6 % dari luas DAS Konawehea Hulu. Pada tahun 2011 menurun menjadi 147 ribu hektar atau 43,6 % dari luas DAS Konawehea Hulu. Pada periode yang sama maka terjadi

pertambahan luas perkebunan dari 88 ribu hektar (26,0 %) pada tahun 1991 menjadi 142 ribu hektar (42,0 %) pada tahun 2011, demikian juga penggunaan lahan lainnya.

Hasil analisis regresi perubahan luas hutan, perkebunan, kebun campuran dan semak belukar disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Pola Perubahan Luas Hutan dan Perkebunan di DAS Konawehea Hulu



Gambar 3. Pola Perubahan Luas Kebun Campuran dan Semak Belukar di DAS Konawehea Hulu

Gambar 2 dan Gambar 3 memperlihatkan kecenderungan pola perubahan empat jenis penggunaan lahan dominan di DAS Konawehea Hulu. Gambar 2 menunjukkan bahwa luas penggunaan lahan hutan menurun dari waktu ke waktu secara eksponensial, sedangkan luas penggunaan lahan perkebunan meningkat secara logaritmik. Gambar 3 memperlihatkan bahwa luas kebun

campuran dan semak belukar meningkat dari tahun ke tahun mengikuti pola eksponensial.

Uji rata-rata pengaruh waktu terhadap luas hutan, perkebunan, kebun campuran dan semak belukar dengan menggunakan uji beda nyata terkecil (BNT) menunjukkan bahwa rata-rata luas masing-masing penggunaan lahan berbeda nyata setiap periode (Tabel 1).

Tabel 1. Pengaruh Waktu terhadap Rata-rata Luas Hutan, Perkebunan, Kebun Campuran dan Semak Belukar di DAS Konawehea Hulu Periode 1991-2010

Periode	Hutan (%)	Perkebunan (%)	Kebun Campuran (%)	Semak Belukar (%)
1991-1995	66,6 ^b	26,0 ^a	3,0 ^a	1,7 ^a
1996-2000	55,3 ^a	34,8 ^b	3,8 ^b	2,6 ^b
2001-2005	50,7 ^a	38,6 ^c	4,3 ^c	3,0 ^c
2006-2010	48,3 ^a	39,7 ^c	5,0 ^d	3,1 ^c
BNT _{0,05}	7,47	3,23	0,33	0,31

Keterangan: Nilai rata-rata pada kolom sama dan diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95 %.

Tabel 1 merupakan hasil uji beda nyata terkecil (BNT) pengaruh waktu terhadap luas hutan, perkebunan, kebun campuran dan semak belukar di DAS Konawehea Hulu selama periode 1991-2010. Hasil uji BNT menunjukkan bahwa luas hutan rata-rata pada periode 1991-1995 yakni 66,6 % berbeda nyata jika dibandingkan dengan luas hutan pada periode 1996-2000, 2001-2005 dan 2006-2010, sedangkan luas hutan periode 1996-2000, 2001-2005 dan 2006-2010 tidak berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95 %. Selanjutnya luas perkebunan rata-rata periode 1991-1995 adalah 26,0 %, berbeda nyata jika dibandingkan dengan luas perkebunan periode 1996-2000, 2001-2005 dan 2006-2010. Luas perkebunan pada periode 1996-2000 berbeda nyata dengan luas perkebunan periode 2001-2005 dan 2006-2010. Sedangkan luas perkebunan pada periode 2001-2005 dan 2006-2010 tidak berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95 %. Selanjutnya dijelaskan bahwa luas kebun campuran pada setiap periode menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf kepercayaan 95 %. Luas semak belukar rata-rata pada periode 1991-1995 yakni 1,7 % berbeda nyata jika dibandingkan dengan luas semak belukar tiga periode selanjutnya, demikian pula luas semak belukar periode 1996-2000 berbeda nyata jika dibandingkan dengan luas semak belukar periode 2001-2005 dan 2006-2010, namun demikian antara periode 2001-2005 dengan periode 2006-2010 tidak berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95 %.

Angka-angka tersebut menunjukkan bahwa terjadi penurunan luas hutan dari tahun ke tahun diikuti dengan peningkatan luas perkebunan, kebun campuran dan semak belukar. Hal ini erat kaitannya dengan pertambahan jumlah penduduk dari tahun ke tahun.

Penambahan luas areal pertanian khususnya perkebunan dan pertanian tanaman pangan di DAS Konawehea Hulu dilakukan dengan jalan membuka hutan melalui sistem tebas bakar (*slash and burn*) yang hingga saat ini masih dipraktekkan di wilayah tersebut. Hal ini sesuai dengan

hasil penelitian sebelumnya bahwa sekitar 20 % penyebab degradasi hutan di Kabupaten Kolaka disebabkan oleh sistem perladangan berpindah, khususnya dilakukan oleh masyarakat yang tinggal di sekitar kawasan hutan (La Baco, 2012).

Penurunan luas hutan di DAS Konawehea Hulu merupakan fenomena yang terjadi di wilayah lain. Angka penurunan luas hutan di DAS Konawehea Hulu maupun rata-rata Indonesia masih relatif lebih rendah jika dibandingkan dengan beberapa negara di Afrika seperti Haiti (5,7 % per tahun), El Salvador (4,6 % per tahun), Rwanda (3,9 % per tahun), Togo (3,4 % per tahun), dan Sierra Leone dengan laju penurunan hutan rata-rata 2,9 % per tahun. Namun demikian angka penurunan luas hutan di DAS Konawehea relatif lebih tinggi jika dibandingkan dengan laju penurunan luas hutan di Brazil yakni 0,4 % per tahun (Rudel, *et al*, 2005).

Apabila kondisi seperti tersebut berlangsung terus tanpa kebijakan pengendalian perubahan penggunaan lahan, maka akan mempengaruhi kondisi hidrologi DAS Konawehea Hulu dan keberlanjutan ketersediaan air di DAS Konawehea (La Baco, 2012). Kenyataan ini sejalan dengan pendapat Tang, *et al* (2005) bahwa salah satu dampak lingkungan langsung dari perubahan penggunaan lahan termasuk hutan adalah terjadinya degradasi sumberdaya air baik kuantitas maupun kualitas. Oleh karena itu maka perlu adanya kebijakan yang mengatur pola penggunaan lahan di wilayah tersebut dengan pertimbangan kecukupan kebutuhan lahan dan ketersediaan air bagi penduduk di wilayah tersebut. Perubahan penggunaan atau tutupan lahan akibat faktor alam dan aktivitas manusia akan berdampak bukan saja terjadi di dalam DAS tetapi juga di luar batas DAS tersebut (Begum, Narayana, and Kumar, 2010) berupa penurunan fungsi ekologi akibat degradasi lahan dan penurunan indeks keanekaragaman hayati. Akibat lebih lanjut adalah penurunan produktivitas yang mempengaruhi pencaharian petani (Maltima, *et al*, 2009; Maltima, *et al.*, 2010).

Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Kondisi Hidrologi

Pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap kondisi hidrologi DAS Konawehea Hulu difokuskan pada koefisien aliran permukaan (C), debit maksimum (Q_{max}) dan debit minimum (Q_{min}). Perhitungan koefisien aliran permukaan (C) dengan Persamaan 3 ($C=(Q/R)$) menggunakan data curah hujan rata-rata.

Hasil analisis data menunjukkan bahwa koefisien aliran permukaan dan koefisien regim sungai (KRS) akan meningkat seiring dengan penurunan proporsi luas hutan dan peningkatan proporsi penggunaan lahan lainnya. Koefisien aliran permukaan meningkat dari 28,4 % pada periode 1991-1995 menjadi 36,3 % pada periode 1996-2000, 43,1 % pada periode 2001-2005 dan 45,6 % pada periode 2006-2010. Selanjutnya pada periode yang sama maka fluktuasi debit sungai atau koefisien regim sungai dari 6,2 pada periode 1991-1995, menjadi 11,8 pada periode 2006-2010 (La Baco, 2012).

Karakteristik hidrologi DAS Konawehea Hulu dipengaruhi oleh perubahan penggunaan lahan di wilayah tersebut khususnya penggunaan lahan dominan yakni hutan, perkebunan, kebun campuran dan semak belukar. Analisis

keragaman melibatkan empat jenis penggunaan lahan utama di DAS Konawehea Hulu menunjukkan bahwa perubahan penggunaan lahan berpengaruh nyata terhadap koefisien aliran permukaan, debit maksimum (Q_{max}) dan debit minimum (Q_{min}) sebagaimana disajikan pada Lampiran 11.

Komposisi luas hutan, perkebunan, kebun campuran, dan semak belukar pada setiap periode berbeda-beda. Pada periode 1991-1995 maka komposisi penggunaan lahan dominan adalah 66,6 % hutan, 26,0 % perkebunan, 3,0 % kebun campuran dan 1,7 % semak belukar, sedangkan periode 2006-2010 adalah 48,3 % hutan, 39,7 % perkebunan, 5,0 % kebun campuran dan 3,1 % semak belukar.

Penurunan luas hutan dan peningkatan luas perkebunan, kebun campuran dan semak belukar mempengaruhi koefisien aliran permukaan, debit maksimum dan debit minimum. Uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf kepercayaan 95 % (Lampiran 8 dan Lampiran 10) pengaruh penurunan luas hutan dan peningkatan luas lahan perkebunan terhadap koefisien aliran permukaan, debit maksimum dan debit minimum DAS Konawehea Hulu disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh Penurunan Luas Hutan dan Peningkatan Luas Perkebunan terhadap Koefisien Aliran Permukaan, Debit Maksimum dan Debit Minimum DAS Konawehea Hulu Periode 1991-2010

Periode	Luas (% dari Luas DAS Konawehea Hulu)		C (%)	Q_{max} ($m^3/detik$)	Q_{min} ($m^3/detik$)
	Hutan	Perkebunan			
(1991-1995)	66,6	26,0	31,4 ^a	246 ^a	40 ^c
(1996-2000)	55,3	34,8	36,3 ^b	252 ^b	36 ^b
(2001-2005)	50,7	38,6	43,1 ^c	272 ^c	33 ^b
(2006-2010)	48,3	39,7	45,6 ^d	284 ^d	24 ^a
BNT _{0,05}			0,25	0,84	3,98

Keterangan: Nilai rata-rata diikuti huruf yang sama pada kolom sama tidak berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95 %.

Tabel 2 menunjukkan bahwa penurunan luas hutan dari 66,6 % pada periode 1991-1995 menjadi 55,5 % pada periode 1996-2000 dan peningkatan luas

perkebunan dari 26,0 % pada periode 1991-1995 menjadi 34,8 % pada periode 1996-2000 menyebabkan peningkatan koefisien aliran permukaan dari 31,4 % pada periode

1991-1995 menjadi 36,3 % pada periode 1996-2000. Pada kondisi ini maka terjadi peningkatan debit maksimum dari 246 m³/detik menjadi 252 m³/detik, sedangkan debit minimum menurun dari 40 m³/detik menjadi 36 m³/detik. Penurunan luas hutan dari 50,7 % pada periode 2001-2005 menjadi 48,3 % pada periode 2006-2010 dan peningkatan luas perkebunan dari 38,6 % pada periode 2001-2005 menjadi 39,7 % pada periode 2006-2010 menyebabkan peningkatan koefisien aliran permukaan dari 43,1 % pada periode 1991-1995 menjadi 45,6 % pada periode 1996-2000. Pada kondisi ini maka terjadi peningkatan debit maksimum dari 272 m³/detik menjadi 284 m³/detik, sedangkan debit minimum menurun dari 33 m³/detik menjadi 24 m³/detik.

Tabel 2 memperlihatkan bahwa komposisi luas hutan dan perkebunan periode 1991-1995 menghasilkan nilai koefisien aliran permukaan sebesar 31,4 % berbeda nyata jika dibandingkan dengan koefisien aliran permukaan yang dihasilkan oleh komposisi kedua jenis penggunaan lahan tersebut periode 1996-2000, periode 2001-2005 dan periode 2006-2010. Koefisien aliran permukaan pada periode 1996-2000 juga berbeda nyata jika dibandingkan dengan koefisien aliran permukaan periode 2001-2005 dan periode 2006-2010, demikian juga koefisien aliran permukaan periode 2001-2005 dan 2006-2010 juga berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95 %. Komposisi luas hutan dan perkebunan periode 1991-1995

menghasilkan debit maksimum yang berbeda nyata jika dibandingkan dengan debit maksimum yang dihasilkan oleh komposisi luas penggunaan lahan periode lainnya. Komposisi luas hutan dan perkebunan periode 1996-2000 mempengaruhi debit maksimum, berbeda nyata jika dibandingkan dengan debit maksimum periode 2001-2005 dan periode 2006-2010. Lebih lanjut dijelaskan bahwa debit minimum yang dihasilkan oleh komposisi luas hutan dan perkebunan periode 2006-2010 berbeda nyata jika dibandingkan dengan debit minimum yang dihasilkan komposisi luas penggunaan lahan semua periode. Debit minimum yang dihasilkan komposisi luas hutan dan perkebunan periode 2001-2005 tidak berbeda nyata dengan debit minimum yang dihasilkan periode 1996-2000, namun berbeda nyata dengan debit minimum yang dihasilkan komposisi luas hutan dan perkebunan periode 1991-1995 dan 2006-2010.

Komposisi luas hutan, perkebunan, kebun campuran dan semak belukar juga meningkatkan koefisien aliran permukaan musim hujan di DAS Konawehea Hulu selama periode 1991-2010. Analisis rata-rata koefisien aliran permukaan musim hujan selama periode 1991-2010 menunjukkan bahwa koefisien aliran permukaan musim hujan periode 1991-1995 adalah 43,2 % meningkat menjadi 55,9 % pada periode 2006-2010. Hasil analisis rata-rata beda nyata terkecil disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh Penurunan Luas Hutan dan Peningkatan Luas Perkebunan terhadap Koefisien Aliran Permukaan Musim Hujan DAS Konawehea Hulu Periode 1991-2010

Periode	Luas (% dari Luas DAS Konawehea Hulu)		C Musim Hujan (%)
	Hutan	Perkebunan	
(1991-1995)	66,6	26,0	43,2 ^a
(1996-2000)	55,3	34,8	45,1 ^a
(2001-2005)	50,7	38,6	53,5 ^b
(2006-2010)	48,3	39,7	55,9 ^c
BNT _{0,05}			2,3

Keterangan: Nilai rata-rata diikuti huruf yang sama pada kolom sama tidak berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95 %.

Tabel 3 menunjukkan bahwa penurunan luas hutan dari 66,6 % periode

1991-1995 menjadi 55,3 % periode 1996-2000 dan peningkatan luas perkebunan dari

26,0 % periode 1991-1995 menjadi 34,8 % periode 1996-2000 menghasilkan koefisien aliran permukaan musim hujan sebesar 43,2 %. Nilai tersebut berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95 % jika dibandingkan dengan koefisien aliran permukaan musim hujan pada periode 2001-2005 dan 2006-2010 dengan komposisi luas hutan 50,7 % dan 48,3 % sedangkan luas perkebunan adalah 38,6 % dan 39,7 %. Namun demikian koefisien aliran permukaan musim hujan yang dipengaruhi luas hutan dan perkebunan periode 1991-1995 dan 1996-2000 tidak berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95 %.

$$C (\%) = 64.0 - 0.9 H (\%) + 0.5 K (\%) - 0.8 Kc (\%) + 2.4 Sb (\%) \quad (6)$$

dimana C adalah koefisien aliran permukaan (%), H adalah luas hutan (% luas DAS Konawehea Hulu), K adalah luas perkebunan (% luas DAS Konawehea Hulu), Kc adalah luas kebun campuran (% luas DAS Konawehea Hulu) dan Sb adalah luas semak belukar (% luas DAS Konawehea Hulu).

$$Q_{\max} (\text{m}^3/\text{detik}) = 1713 - 20.1 H (\%) - 10.1 K (\%) - 45.4 Kc (\%) + 47.5 Sb (\%) \quad (7)$$

dimana Q_{\max} adalah debit maksimum (m^3/detik), H adalah luas hutan (% luas DAS Konawehea Hulu), K adalah luas perkebunan (% luas DAS Konawehea Hulu), Kc adalah luas kebun campuran (% luas DAS Konawehea Hulu) dan Sb adalah luas semak belukar (% luas DAS Konawehea Hulu).

Analisis regresi dan keragaman (anova) menunjukkan bahwa perubahan

$$Q_{\min} (\text{m}^3/\text{detik}) = 13 + 0.7 H (\%) + 0.6 K (\%) - 3.4 Kc (\%) - 3.7 Sb (\%) \quad (8)$$

dimana Q_{\min} adalah debit minimum (m^3/detik), H adalah luas hutan (% luas DAS Konawehea Hulu), K adalah luas perkebunan (% luas DAS Konawehea Hulu), Kc adalah luas kebun campuran (% luas DAS Konawehea Hulu) dan Sb adalah luas semak belukar (% luas DAS Konawehea Hulu).

Fenomena tersebut di atas menunjukkan bahwa perubahan luas penggunaan lahan khususnya hutan di daerah-daerah tropis akan mempengaruhi siklus hidrologi. Hal ini sesuai dengan pendapat Sinukaban (2005); Bonell and

Pengaruh perubahan penggunaan lahan dominan (hutan, perkebunan, kebun campuran dan semak belukar) terhadap koefisien aliran permukaan, debit maksimum dan debit minimum dianalisis dengan menggunakan analisis regresi berganda dan analisis keragaman (anova) menunjukkan bahwa perubahan penggunaan lahan berpengaruh nyata terhadap kondisi hidrologi DAS Konawehea Hulu. Koefisien aliran permukaan dipengaruhi secara nyata oleh keempat jenis penggunaan lahan sesuai persamaan:

Analisis regresi dan keragaman (anova) pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap debit maksimum menunjukkan bahwa penurunan luas hutan dan peningkatan luas perkebunan, kebun campuran dan semak belukar menyebabkan terjadinya peningkatan debit maksimum mengikuti persamaan:

penggunaan lahan DAS Konawehea Hulu berpengaruh nyata terhadap debit minimum (Q_{\min}). Penurunan luas hutan dan peningkatan luas perkebunan, kebun campuran dan semak belukar menyebabkan terjadinya penurunan debit minimum Sungai Konawehea secara konsisten dari tahun ke tahun mengikuti persamaan:

Bruijnzeel (2005); Bruijnzeel (2004) dan Bruijnzeel (1999); bahwa: (1) erosi meningkat dengan terganggunya hutan; (2) produksi air (*water yield*) dalam hal ini ditribusi bulanan menurun seiring dengan penurunan evapotranspirasi vegetasi; (3) aliran air musiman khususnya aliran dasar (*baseflow*) akan menurun seiring dengan penurunan kapasitas infiltrasi tanah dan peningkatan aliran permukaan (Lerner and Harris, 2009); dan (4) aliran puncak (*peak flow*) akan meningkat seiring dengan berkurangnya penutupan tanah. Selanjutnya Aylward (2005) dan Gregory

(1972) mengemukakan bahwa dampak perubahan penggunaan lahan terhadap jumlah air meliputi : (1) hasil air tahunan; (2) aliran air musiman; (3) aliran puncak; dan (4) level air tanah. Hutan merupakan penggunaan lahan paling baik dalam fungsinya sebagai pengatur proses hidrologi dan melindungi tanah. Penggundulan hutan menyebabkan penurunan kapasitas infiltrasi tanah sehingga terjadi peningkatan aliran permukaan dan percepatan erosi tanah, bahkan dapat menyebabkan perubahan karakteristik pasokan air. Total hasil air (*water yield*) yang keluar dari suatu DAS meningkat, begitu juga dengan perbedaan hasil air antara musim kemarau dan musim hujan (Purwanto dan Ruijter, 2004; Chandler dan Suyanto, 2004).

Selain faktor perubahan penggunaan lahan, maka kemampuan tanah untuk

memasukkan dan menyimpan air juga erat kaitannya dengan debit aliran sungai akibat peningkatan aliran permukaan. Kemampuan tanah untuk menyimpan air sangat ditentukan oleh sifat tanah khususnya kandungan bahan organik yang mencakup karbon organik dan total nitrogen tanah yang lebih tinggi pada tanah-tanah dengan penutupan vegetasi hutan dan akan menurun jika tanah dibuka (Yusnaini, *et al.*, 2008).

Uraian-uraian di atas menunjukkan bahwa perubahan penggunaan lahan mempengaruhi keberlanjutan sumberdaya air di DAS Konawehea. Oleh karena itu maka perlu dilakukan berbagai upaya untuk mengendalikan perubahan penggunaan lahan.

drastis dari 40 m³/detik menjadi 24 m³/detik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Kondisi Hidrologi DAS Konawehea Hulu Provinsi Sulawesi Tenggara, maka dirumuskan kesimpulan sebagai berikut:

1. Perubahan penggunaan lahan di DAS Konawehea yang terjadi adalah penurunan luas hutan diikuti penambahan luas perkebunan, kebun campuran dan semak belukar.
2. Luas hutan periode 1991-1995 adalah 66,6 % dan periode 2006-2010 adalah 48,3 % dari luas DAS Konawehea Hulu. Luas perkebunan mengalami peningkatan dari 26,0 % periode 1991-1995 menjadi 39,7 % dari luas DAS Konawehea Hulu pada periode 2006-2010. Pada periode yang sama maka luas kebun campuran dan semak belukar mengalami peningkatan yang cenderung lambat.
3. Perubahan penggunaan lahan mempengaruhi terjadinya peningkatan koefisien aliran permukaan dari 31,4 % pada periode 1991-1995 menjadi 45,6 % pada periode 2006-2010. Pada periode yang sama maka debit maksimum Sungai Konawehea mengalami peningkatan dari 246 m³/detik menjadi 284 m³/detik, sedangkan debit minimum mengalami penurunan

Saran

Penurunan fungsi hidrologi akibat perubahan penggunaan lahan DAS Konawehea Hulu akan mempengaruhi keberlanjutan sumberdaya air sehingga diperlukan upaya yang ditujukan untuk mengendalikan perubahan penggunaan lahan khususnya penurunan luas hutan. Upaya-upaya tersebut antara lain koordinasi dan pengawasan yang ketat terhadap eksploitasi hutan, standar ketat konversi hutan, dan reorientasi prioritas pembangunan daerah. Koordinasi tersebut dapat berupa koordinasi vertikal maupun horisontal melibatkan seluruh pemangku kepentingan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aylward, D. 2005. Land Use, Hydrological Function and Economic Valuation. In: Forest, Water and people in the Humid Tropics. Ed. M. Bonell and L.A. Bruijnzeel. Published by Cambridge University Press.
- Begum, N., J. Narayana, and A. Kumar. 2010. Land Use/Land Cover Changes in the Catchment of Water Bodies in and Around Davangere City, Karnataka. International Journal of Ecology and Environmental Sciences 36 (4):277-280, 2010. National Institute of Ecology, New Delhi, India.

- Bonell, M, and L.A. Bruijnzeel. 2005. *Forest, Water and people in the Humid Tropics*. Published by Cambridge University Press.
- BPDAS Sampara. 2009. *Rencana Pengelolaan Terpadu DAS Konaweha*. Badan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Sampara Provinsi Sulawesi Tenggara. Kendari, Sulawesi Tenggara.
- Bruijnzeel, L.A. 1990. *Hydrology of Moist Tropical Forests and Effects of Conversion : A State of Knowledge Review*. Humid Tropics Programme of the International Hydrological Programme of UNESCO, Paris, and Vrije Universiteit, Amsterdam.
- Bruijnzeel, L.A. 2004. *Hydrological Functions of Tropical Forest: Not Seeing the Soil for the Trees*. Agriculture, Ecology and Environment. Doi: 10.1006/jagee.2009.01.015.
- Chandler, F.J.C., and Suyanto. 2004. *Pengakuan dan Pemberian Imbalan bagi Penyediaan Jasa Daerah Aliran Sungai (DAS)*. Prosiding Lokakarya di Padang/Singkarak, Sumatera Barat. World Agroforestry Centre.
- Gregory, G.R. 1972. *Forest Resource Economics*. John Wiley and Sons. New York, USA.
- Iriawan, N., dan S.P. Astuti. 2008. *Mengolah Data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*. Penerbit: Andi, Yogyakarta.
- La Baco., N. Sinukaban, M.Y.J. Purwanto, B. Sanim, dan S.D. Tarigan. 2011. *Valuasi Ekonomi Hutan di DAS Konaweha Hulu Provinsi Sulawesi Tenggara*. *Jurnal Ilmiah Agriplus* untuk volume 21 (2) Mei tahun 2011.
- La Baco. 2012. *Analisis Alternatif Penggunaan Lahan untuk Menjamin Ketersediaan Sumberdaya Air di DAS Konaweha Provinsi Sulawesi Tenggara*. Disertasi Doktor pada Program Studi Pengelolaan DAS Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Lerner, D.N., and B. Harris. 2009. *The relationship between land use and groundwater resources and quality*. *Journal of Land Use Policy* 265 (2009) S265-S273.. Published by Elsevier Ltd, All rights reserved.
- Maltima, J.M., S.M. Mugatha, R.S. Reid, L.N. Gachimbi, A. Majule, H. Lyaruu, D. Pomey, S. Mathai, and S. Mungisha. 2009. *The linkages between land use change, land degradation and biodiversity across East Africa*. *African Journal of Environmental Science and Technology*. Vol 3 (10) pp. 310-325, october 2009.
- Maltima, J.M., J.M. Olson, S.M. Mugatha, S. Magisha, and T. Mutie. 2010. *Land use changes, impacts and option for sustaining productivity and livelihood in the basin of Lake Victoria*. *Journal of Sustainable Development in Africa*. Volume 12, No. 3, 2010. Clarion University of Pennsylvania, USA.
- Mattjik, A.A. dan I.M. Sumertajaya. 2006. *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab, Jilid 1. Edisi Kedua*. Diterbitkan oleh IPB PRESS, P.O. Box 199, Bogor.
- Purwanto, E., dan J. Ruijter. 2004. *Hubungan antara Hutan dan Fungsi Daerah Aliran Sungai*. Prosiding Lokakarya di Padang/Singkarak, Sumatera Barat. World Agroforestry Centre.
- Rudel, T.K., O.T. Coomes, E. Moran, F. Achard, A. Angelsen, J. Xu, and E. Lambin. 2005. *Forest transitions: towards a global understanding*. *Journal of Global Environmental Change* 15 (2005) 23 – 31. Published by: Elsevier, Ltd. All rights reserved.
- Singh, V.P. 1992. *Elementary Hydrology*. Departement of Civil Engineering Louisiana State University. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- Sinukaban, N. 2008. *Peranan Konservasi Tanah dan Air dalam Mitigasi Banjir*. Prosiding Seminar Konservasi Tanah dan Air. Forum DAS Provinsi Lampung. Bandar Lampung, Indonesia.
- Sub Dinas PU Pengairan Provinsi Sulawesi Tenggara. 2010. *Debit Rata-Rata Sungai Konaweha Tahun 1993 – 2009*. Kendari, Sulawesi Tenggara.
- Sub Dinas PU Pengairan Provinsi Sulawesi Tenggara. 2009. *Rekapitulasi Data Curah Hujan Bulanan Stasiun Hujan Sulawesi Tenggara*. Kendari, Sulawesi Tenggara.
- Tang, Z., B.A. Engel, B.C. Pijanowski, and K.J. Lim. 2005. *Forecasting land use change and its environmental impact at a watershed scale*. *Journal of Environmental Management*, 76

(2005) 35 – 45. Published by: Elsevier, Ltd. All rights reserved.
Doc:10.1016/j.jenvman. 2005.01.006.

- Yusnaini, S., A. Niswati, M.A.S. Arif, and M. Nonaka. 2008. The Changes of Earthworm Population and Chemical Properties of Tropical Soil Under Different Land Use System. *Journal of Tropical Soils*, Vol. 13, No. 2, 2008.
- Yuwono, S.B. 2011. *Alternatif Pengembangan Sumberdaya Air Berkelanjutan DAS Way Betung Kota Bandar Lampung*. Disertasi Doktor pada Program Studi Pengelolaan DAS Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.