

**PENGARUH PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN TERHADAP
KARAKTERISTIK ALIRAN MASUK (*INFLOW*) BENDUNGAN
BATUTEGI**

(Skripsi)

Oleh

EKO SUPRIYADI



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

ABSTRACT

THE EFFECT OF LAND USE CHANGE ON THE INFLOW CHARACTERISTICS OF BATUTEGI DAM

By

Eko Supriyadi

Sekampung Hulu Watershed (DAS) is a catchment area for the Batutegi Dam. Changes in land use due to increment of human need for land can affect the hydrological conditions of Sekampung Hulu Watershed. This research analyzed land use change to inflow characteristic of Batutegi Dam. The method used to analyze was descriptive method, which was done by analyzing rainfall data, land use change data, inflow data and surface coefficient data. The results showed that there had been a change in the land use of Sekampung Hulu Basin covering the decreasing of forest area and the increasing of agriculture land, dry land, and shrubland. It affected the increasing of surface coefficient and decreasing of total inflow. The total inflow decrement of Batutegi Dam in 2005 was 7.229,92 m³/sec and in 2015 was 6.846,82 m³/sec. This was caused by the value of surface runoff coefficient in the Sekampung Hulu Watershed. The surface runoff coefficient increased in 2005 and 2015 by 0,23 to 0,34. The amount of surface coefficient value in 2005 and 2015 showed that the Sekampung Hulu Basin has been

Eko Supriyadi

degraded. Therefore it is necessary to restore the condition of the forest through reforestation and greening to increase the water catchment area.

Keywords: Sekampung Hulu watershed, inflow, land use change.

ABSTRAK

PENGARUH PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN TERHADAP KARAKTERISTIK ALIRAN MASUK (*INFLOW*) BENDUNGAN BATUTEGI

Oleh

Eko Supriyadi

Daerah Aliran Sungai (DAS) Sekampung Hulu merupakan daerah tangkapan air (*catchment area*) bagi Bendungan Batutegi. Perubahan penggunaan lahan akibat meningkatnya kebutuhan manusia terhadap lahan dapat berpengaruh terhadap kondisi hidrologi DAS Sekampung Hulu. Penelitian ini menganalisis perubahan penggunaan lahan terhadap karakteristik aliran masuk (*inflow*) Bendungan Batutegi. Metode yang digunakan yaitu metode analisis deskriptif dengan cara menganalisis data curah hujan, data perubahan penggunaan lahan, data *inflow* dan data koefisien aliran permukaan. Hasil penelitian menunjukkan telah terjadi perubahan penggunaan lahan DAS Sekampung Hulu meliputi penurunan luas hutan dan peningkatan luas pertanian lahan kering, pemukiman, dan semak belukar. Hal tersebut berpengaruh terhadap peningkatan koefisien aliran permukaan dan penurunan total *inflow*. Penurunan total *inflow* bendungan batutegi tahun 2005 sebesar 7.229,92 m³/detik dan pada tahun 2015 sebesar 6.846,82

m³/detik. Hal tersebut disebabkan oleh nilai koefisien aliran permukaan di DAS Sekampung Hulu. Peningkatan nilai koefisien aliran permukaan pada tahun 2005 dan 2015 sebesar 0,23 menjadi 0,34. Besarnya nilai koefisien aliran permukaan tahun 2005 dan 2015 menunjukkan DAS Sekampung Hulu telah mengalami degradasi. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemulihan kondisi hutan melalui reboisasi maupun penghijauan untuk menambah daerah resapan air.

Kata Kunci: DAS Sekampung Hulu, *inflow*, perubahan penggunaan Lahan.

**PENGARUH PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN TERHADAP
KARAKTERISTIK ALIRAN MASUK (*INFLOW*) BENDUNGAN
BATUTEGI**

Oleh

EKO SUPRIYADI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA KEHUTANAN**

Pada

**Jurusan Kehutanan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

Judul Skripsi

**: PENGARUH PERUBAHAN PENGGUNAAN
LAHAN TERHADAP KARAKTERISTIK
ALIRAN MASUK (*INFLOW*) BENDUNGAN
BATUTEGI**

Nama Mahasiswa

: Eko Supriyadi

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1114151024

Jurusan

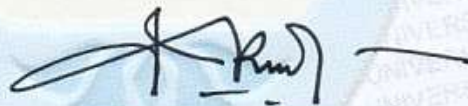
: Kehutanan

Fakultas

: Pertanian

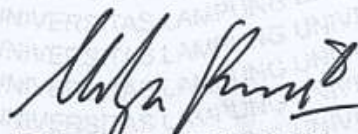
MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP 196110201986031002

2. Ketua Jurusan Kehutanan



Dr. Melya Piniarti, S.P., M.Si.
NIP 197705032002122002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

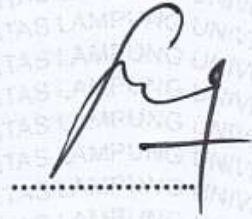
: Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.



Penguji

Bukan Pembimbing

: Dr. Ir. Slamet Budi Yuwono, M.S.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP.196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 03 April 2018

RIWAYAT HIDUP



Penulis Eko Supriyadi dilahirkan di Teluk Betung pada tanggal 6 April 1993 sebagai anak pertama dari dua bersaudara, pasangan dari ayahanda Nurwahyudi dan Ibunda Suprih Alam.

Penulis menempuh pendidikan di Taman Kanak-kanak Tunas Harapan Labuhan Maringgai Lampung Timur diselesaikan pada tahun 1999, Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SD Negeri 2 Muara Gading Mas Labuhan Maringgai Lampung Timur pada tahun 2005, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Al-kautsar Bandar Lampung pada tahun 2008, Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 1 Bandar Sribhawono Kabupaten Lampung Timur dan selesai pada tahun 2011.

Tahun 2011 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif di Himasyva (Himpunan Mahasiswa Kehutanan) sebagai Sekertaris Bidang Penelitian dan Pengembangan pada tahun 2013-2014 dan Ketua Umum Himasyva pada tahun 2014 - 2015. Penulis pernah melaksanakan Praktik Umum (PU) di Bagian Kesatuan Pemangkuan Hutan (BKPH) Banyu Urip, Kesatuan Pemangkuan Hutan (KPH) Randublatung Perum Perhutani Divisi Regional Jawa Tengah pada tahun 2014. Selain itu penulis juga telah melaksanakan Kuliah Kerja

Nyata (KKN) pada tahun 2015 di Desa Sendang Asih, Kecamatan Sendang Agung, Kabupaten Lampung Tengah.

SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas berkah dan nikmatnya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir (skripsi) ini dengan lancar. Skripsi dengan judul “*Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Karakteristik Aliran Masuk (Inflow) Bendungan Batutegi*” adalah salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas Lampung. Penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada beberapa pihak sebagai berikut:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung sekaligus pembimbing utama skripsi atas bimbingan, saran dan motivasi yang telah diberikan dalam proses penyelesaian skripsi.
2. Bapak Dr. Ir. Slamet Budi Yuwono, M.S., selaku penguji utama skripsi atas saran yang telah diberikan dalam proses penyelesaian skripsi.
3. Ibu Dr. Melya Riniarti, S.P., M.Si., selaku Ketua Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
4. Ibu Rommy Qurniati, S.P., M.Si., selaku pembimbing akademik atas segala bantuan, bimbingan dan motivasi dalam perkuliahan maupun proses penyelesaian skripsi.

5. Seluruh dosen Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas ilmu yang telah diberikan.
6. Kepada orang tua saya Bapak Nurwahyudi dan Ibu Suprih Alam yang telah memberikan kasih sayang, semangat, motivasi dan doa.
7. Kepada kedua saudara saya Rahmat Suprayogi dan Veri Cahyadi yang telah memberikan doa dan semangat untuk menyelesaikan skripsi.
8. Keluarga besar Angkatan 2011 (FOREVER'11) atas kebersamaan, persaudaraan, motivasi, serta dukungan dalam penyelesaian skripsi.
9. Sahabat dan saudara di Himasyilva atas kebersamaan dan dukungannya selama ini.

Saya menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu, saya mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dalam bidang kehutanan.

Bandar Lampung, Juni 2018.

Penulis

EKO SUPRIYADI

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Kerangka Pemikiran.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Daerah Aliran Sungai.....	7
2.2. Perubahan Penggunaan Lahan	8
2.3. Aliran Permukaan	9
2.4. Kondisi Umum Lokasi Penelitian	10
III. METODE PENELITIAN	15
3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian	15
3.2. Alat dan Bahan Penelitian.....	16
3.3. Jenis Data	16
3.4. Metode Pengumpulan Data	17
3.5. Metode Analisis Data.....	17
3.5.1. Analisis penggunaan lahan	17
3.5.2. Analisis curah hujan wilayah	18
3.5.3. Rasio <i>inflow</i>	18
3.5.4. Koefisien aliran permukaan (C).....	19
3.5.5. Analisis regresi sederhana.....	19
3.5.6. Analisis deskriptif	19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1. Curah Hujan	20
4.2. Penggunaan Lahan	22
4.3. <i>Inflow</i> Bendungan Batutegi.....	26
4.4. Koefisien Aliran Permukaan (<i>Runoff</i>)	28
4.5. Hubungan Antara Curah Hujan Dengan <i>Inflow</i> Bendungan Batutegi	31

	Halaman
V. KESIMPULAN DAN SARAN	35
5.1. Kesimpulan	35
5.2. Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	40
Tabel 5-10	40-51

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Curah hujan bulanan DAS Sekampung Hulu tahun 2005 dan 2015.....	20
2. Perubahan penggunaan lahan di DAS Sekampung Hulu tahun 2005 dan 2015.....	22
3. Data <i>Inflow</i> Bendungan Batutegi tahun 2005 dan 2015.....	27
4. Data hasil perhitungan Koefisien Aliran Permukaan di DAS Sekampung Hulu tahun 2005 dan 2015	28
5. Curah hujan harian DAS Sekampung Hulu tahun 2005 pada stasiun pengamatan Air Nainingan.....	40
6. Curah hujan harian DAS Sekampung Hulu tahun 2015 pada stasiun pengamatan Air Nainingan.....	42
7. Curah hujan harian DAS Sekampung Hulu tahun 2005 pada stasiun pengamatan Bendungan Batutegi.....	44
8. Curah hujan harian DAS Sekampung Hulu tahun 2015 pada stasiun pengamatan Bendungan Batutegi.....	46
9. <i>Inflow</i> harian Bendungan Batutegi tahun 2005	48
10. <i>Inflow</i> harian Bendungan Batutegi tahun 2015	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pemikiran.....	6
2. Peta wilayah penelitian	15
3. Peta perubahan penggunaan lahan DAS Sekampung Hulu	23
4. Grafik hubungan antara curah hujan dengan <i>inflow</i> Bendungan Batutegi pada penutupan lahan tahun 2005 dan 2015.....	31

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air merupakan sumber kehidupan yang dapat langsung diperoleh dari atmosfer melalui hujan atau dari berbagai sumber di bumi melalui proses hidrologi yang kompleks. Semakin bertambahnya jumlah penduduk di bumi dengan didukung tumbuh dan berkembangnya sektor ekonomi dan sektor industri beserta prasarana pendukungnya telah memberikan tekanan yang berat terhadap ketersediaan sumberdaya air saat ini dan di masa mendatang. Konsekuensi yang jelas terjadi dari fenomena tersebut yaitu terjadinya penurunan produksi pertanian dan kompetisi antar pengguna air semakin bertambah sehingga menyebabkan kelangkaan air yang makin serius (Kite, 2000). Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, manusia merubah penggunaan lahan kearah penggunaan yang lebih tinggi daya gunanya, hal tersebut juga terjadi pada Daerah Aliran Sungai (DAS).

DAS merupakan suatu wilayah dataran yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian mengalirkannya ke laut melalui sungai utama, dan dipisahkan dengan DAS-DAS lainnya oleh topografi, punggung-punggung bukit, maka seluruh wilayah dataran terbagi habis dalam DAS (Seyhan, 1990).

Provinsi Lampung memiliki beberapa DAS, salah satunya DAS Sekampung Hulu. DAS Sekampung Hulu memiliki tiga sungai utama yaitu Way Sekampung yang mengalir dari pegunungan di sebelah barat, Way Sangharus yang mengalir dari Bukit Rindingan, dan Way Rilau yang mengalir dari pegunungan di sebelah utara. DAS Sekampung Hulu merupakan *catchment area* bagi bendungan Batuteги. Air dari Bendungan batu tegi dimanfaatkan untuk menjalankan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), bahan baku air minum dan menjadi sumber utama irigasi bagi 108.553 Ha sawah (Ridwan dkk., 2013).

DAS Sekampung Hulu (42.400 hektar) telah mengalami alih fungsi hutan menjadi lahan pertanian yang sangat luas. Perubahan lahan tersebut didominasi oleh tanaman kopi dengan variasi campurannya adalah lada, pisang, dan kakao (BPDAS WSS, 2008). Akibat konversi hutan menjadi lahan pertanian, dan usaha tani tanpa mempertimbangkan kemampuan dan kesesuaian lahan serta agroteknologi konservasi tanah dan air, telah menyebabkan kerusakan DAS Sekampung Hulu (*on site*) dan pada bagian hilirnya (*off site*) (Banuwa, 2008).

Degradasi dan kerusakan sistem hidrologi DAS sebagai salah satu aspek kekritisannya sangat berkaitan erat dengan masalah ketersediaan air. Salah satu fenomena degradasi sistem hidrologi DAS adalah terjadinya kekeringan baik kekeringan meteorologis, hidrologi dan pertanian. Penyebab dari kekeringan ini dapat berupa penyimpangan musim, tipe iklim suatu daerah, dan kemampuan daerah dalam menyimpan air (Triatmodjo, 2008).

Berdasarkan fenomena kekeringan dan penyebabnya, maka kerusakan DAS juga dapat dilihat dari aspek air. Kerusakan ini secara sederhana dapat ditentukan oleh variabel ketersediaan air dan kebutuhan air. Apabila suatu DAS memiliki hasil aman ketersediaan yang lebih kecil dari kebutuhan, maka DAS tersebut berada dalam kondisi kritis air secara hidrologis, begitu juga sebaliknya (Purnama dkk., 2012).

Berdasarkan fungsi tutupan lahan yang dapat berperan terhadap kondisi hidrologi DAS sehingga banyak peneliti melakukan penelitian terkait hal tersebut seperti analisis dampak perubahan tata guna lahan DAS Siak bagian hulu terhadap debit banjir (Nainggolan dkk., 2015), pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap rezim hidrologi DAS Komerling (Permatasari dkk., 2017) dan kajian dampak perubahan penggunaan lahan terhadap debit aliran DAS Ciujung (Sulaeman dkk., 2014). Kendati demikian belum ada penelitian tentang pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap karakteristik aliran masuk (*inflow*) Bendungan Batuteги.

1.2. Perumusan Masalah

Peningkatan jumlah penduduk mengakibatkan tekanan terhadap sumberdaya lahan dan berakibat pada perubahan penggunaan lahan yang ada kalanya tidak sesuai dengan daya dukung lingkungan. Dampak perubahan penggunaan lahan di kawasan hulu DAS dapat mempengaruhi besarnya aliran permukaan yang selanjutnya turut mempengaruhi karakteristik aliran masuk (*inflow*) Bendungan Batuteги.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai koefisien aliran permukaan dan untuk mengetahui pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap karakteristik aliran masuk (*inflow*) Bendungan Batuteg.

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan masukan kepada pembuat kebijakan (*policy maker*) dan *stakeholder* lainnya, guna mengambil keputusan dalam rehabilitasi dan pengelolaan DAS Sekampung Hulu dimasa mendatang.

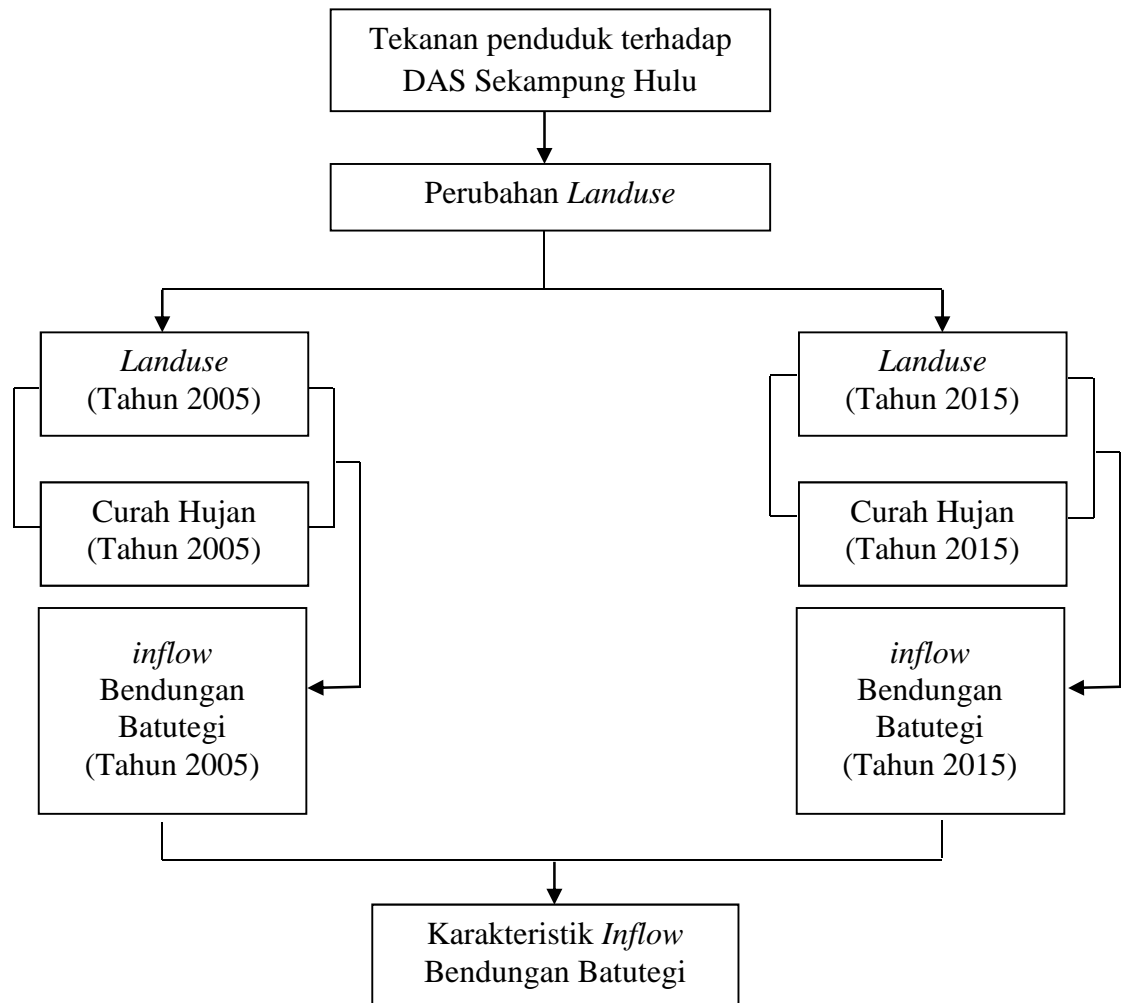
1.5. Kerangka Pemikiran

Seiring dengan peningkatan populasi manusia, maka kebutuhan terhadap lahan juga mengalami peningkatan, guna memenuhi kebutuhan hidupnya. Untuk memenuhi kebutuhan hidupnya, manusia cenderung memanfaatkan lahan kearah penggunaan yang lebih tinggi daya gunanya maupun meningkatkan potensi lahannya. Usaha peningkatan daya guna tersebut menyebabkan terjadinya perubahan penggunaan lahan.

Perubahan penggunaan lahan secara umum akan mengubah karakteristik aliran sungai, total aliran permukaan, kualitas air dan sifat hidrologi yang bersangkutan (Sudadi dkk., 1991). Alih fungsi lahan seperti pembalakan hutan, perubahan dari satu jenis vegetasi hutan menjadi jenis vegetasi hutan lainnya, perladangan berpindah, atau perubahan tataguna lahan hutan menjadi areal pertanian atau

padang rumput adalah contoh-contoh kegiatan yang sering dijumpai di negara berkembang. Menurut Asdak (2010) terjadinya perubahan tataguna lahan dan jenis vegetasi tersebut, dalam skala besar dan bersifat permanen, dapat mempengaruhi besar-kecilnya hasil air. Selanjutnya fenomena yang kerap terjadi adalah banjir di musim hujan dan kekeringan di musim kemarau (Sarminingsih, 2007). Oleh sebab itu, pemanfaatan teknologi dan ilmu pengetahuan merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan lahan dan dampaknya dari tahun ke tahun dengan cepat dan akurat sehingga menghasilkan informasi mengenai sebaran penggunaan lahan dan dampak yang diukur dari keadaan Daerah Aliran Sungainya.

Penelitian tentang pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap karakteristik aliran masuk (*inflow*) Bendungan Batutege dilakukan menggunakan data penggunaan lahan, *inflow* bendungan dan curah hujan bulanan pada tahun 2005 dan 2015. Data tersebut akan disajikan dalam bentuk tabel dan dianalisis dari masing-masing tahun. Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dalam menentukan arah perencanaan rehabilitasi dan pengelolaan DAS di masa mendatang. Adapun kerangka pemikiran yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Daerah Aliran Sungai

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (Peraturan Pemerintah, 2012).

Menurut Asdak (2010), DAS adalah suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama. Wilayah daratan tersebut dinamakan daerah tangkapan air (*Catchment Area*) yang merupakan suatu ekosistem dengan unsur utamanya terdiri atas sumberdaya alam (tanah, air dan vegetasi) dan sumberdaya manusia sebagai pemanfaat sumberdaya alam.

Suripin (2002) menyatakan DAS adalah suatu daerah yang dibatasi oleh pemisah topografi yang menerima hujan, menampung, menyimpan dan mengalirkan ke sungai dan seterusnya ke danau atau ke laut. Daerah Aliran Sungai merupakan

satu ekosistem yang terdiri atas komponen biotis dan abiotis yang saling berinteraksi membentuk satu kesatuan yang teratur. Aktivitas satu komponen ekosistem selalu mempengaruhi ekosistem yang lain. DAS dibagi menjadi daerah hulu, tengah dan hilir. Secara biogeofisik, daerah hulu DAS dicirikan oleh hal-hal berikut merupakan daerah konservasi, mempunyai kerapatan drainase lebih tinggi, merupakan daerah dengan kemiringan lereng besar (>15%), bukan merupakan daerah banjir, pengaturan pemakaian air dipengaruhi oleh pola drainase dan jenis vegetasi umumnya merupakan tegakan hutan. Ekosistem DAS hulu merupakan bagian yang penting karena mempunyai fungsi perlindungan terhadap seluruh bagian DAS (Asdak, 2010).

2.2. Perubahan Penggunaan Lahan

Menurut Meyer dan Turner (1994), perubahan penggunaan lahan (*land use change*) meliputi pergeseran penggunaan lahan menuju penggunaan lahan yang berbeda (*conversion*) atau intensifikasi pada penggunaan yang telah ada (*modification*). Identifikasi perubahan penggunaan lahan pada suatu DAS merupakan suatu proses mengidentifikasi perbedaan keberadaan suatu objek atau fenomena yang diamati pada waktu yang berbeda di DAS tersebut. Identifikasi perubahan penggunaan lahan memerlukan suatu data spasial temporal (Suarna dkk., 2008).

Penggunaan lahan secara umum dipengaruhi oleh dua faktor utama yaitu faktor alami seperti iklim, topografi, tanah atau bencana alam dan faktor manusia berupa aktivitas manusia pada sebidang lahan. Faktor manusia dirasakan berpengaruh

lebih dominan dibandingkan dengan faktor alam karena sebagian besar perubahan penggunaan lahan disebabkan oleh aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhan pada sebidang lahan yang spesifik (Sudadi dkk., 1991).

2.3. Aliran permukaan

Aliran permukaan (*run off*) adalah bagian dari air hujan yang mengalir di atas permukaan tanah (Murtiono 2008). Menurut Rahim (2006) air hujan yang menjadi *run off* sangat bergantung kepada intensitas hujan, penutupan tanah, dan ada tidaknya hujan yang terjadi sebelumnya (kadar air tanah sebelum terjadinya hujan). Kadar air tanah sebelum terjadinya hujan biasa disebut AMC (*Antecedent Moisture Content*).

Jumlah dan kecepatan aliran permukaan selain bergantung kepada luas areal tangkapan, juga yang tidak kalah pentingnya kepada koefisien *run off* dan intensitas hujan maksimum. Aliran permukaan dengan jumlah dan kecepatan yang besar sering menyebabkan pemindahan atau pengangkutan massa tanah secara besar-besaran. Inilah yang sering diistilahkan dengan banjir. Banjir ini meluapkan sedimentasi depresi alami, saluran-saluran, anak-anak sungai, sungai-sungai, dan selanjutnya waduk-waduk (Rahim, 2006).

Menurut Arsyad (2010) faktor-faktor yang mempengaruhi aliran permukaan adalah:

1. Curah hujan: jumlah, intensitas, dan distribusi
2. Temperatur
3. Tanah: tipe, jenis substratum, dan topografi

4. Luas daerah aliran
5. Tanaman/tumbuhan penutup tanah
6. Sistem pengelolaan tanah.

Faktor-faktor diatas sangat kompleks, sehingga untuk menduga aliran permukaan hanya dapat dihitung dengan pendekatan keadaan sebenarnya. Untuk itu perlu adanya penelitian keadaan setempat, agar prediksi aliran permukaan mendekati keadaan sebenarnya. Sehingga dapat diketahui seberapa besar tingkat keakuratan suatu model dalam menduga aliran permukaan di lapangan (Arsyad, 2010).

Menurut Rahim (2006) ada dua tujuan dalam mengetahui jumlah dan laju aliran permukaan, yaitu (a) merancang jumlah dan dimensi saluran atau struktur lain untuk menyimpan aliran permukaan, (b) mengetahui besarnya laju aliran permukaan di suatu wilayah yang digunakan sebagai dasar untuk melakukan mitigasi.

2.4. Kondisi Umum Lokasi Penelitian

2.4.1. Letak Geografis

Secara Geografis DAS Sekampung Hulu terletak pada $05^{\circ} 06'$ – $05^{\circ} 16'$ LS dan $104^{\circ} 30'$ – $104^{\circ} 47'$ BT dengan ketinggian tempat antara 175 m hingga 1.775 m dari permukaan air laut. Secara admimistrasi daerah penelitian terletak di Kabupaten Tanggamus, dengan luas 42.400 ha.

2.4.2. Topografi

Topografi DAS Sekampung Hulu berada pada ketinggian antara 200 – 1.750 m di atas permukaan laut (dpl). Berdasarkan Peta Topografi Lembar Air Nanningan skala 1:50.000 DAS Sekampung Hulu, relief wilayah studi terbagi menjadi relief landai dengan kelas lereng (3-8%), bergelombang (8-15%), berbukit (15-30%), agak curam (30-45%), dan curam (>45%) dan pada umumnya wilayah studi didominasi oleh relief bergelombang hingga berbukit (Banuwa, 2008).

2.5.3. Geologi

Berdasarkan Peta Geologi Lembar Kota Agung skala 1:250.000, DAS Sekampung Hulu dan sekitarnya disusun oleh batuan dari Formasi Gunung Kasih, Formasi Hulu Simpang dan Formasi Gunung api Kuartir Muda. Secara geologis daerah ini termasuk ke dalam cekungan Bengkulu, lajur Bukit Barisan 36 dan tepi cekungan Sumatera Selatan. Batuan umumnya tersusun dari batuan endapan vulkanik yang sebagian bersifat in-situ terendapkan di dalam lingkungan air (*sediment klastik*). Jenis batuan yang dijumpai adalah batuan endapan kuartir alluvium sungai, batuan endapan kuartir sedimen tufa masam, batuan beku kuartir berbahan vulkan andesitik dan lapisan tufa, batuan beku tersier *propilit andesit*, bahan batu karbon *granit*, *diorite* dan *gabro*, dan bahan *metamorfosis karbon sekis* dan *hablur*.

Struktur geologi yang berkembang di daerah ini adalah struktur patahan. Secara regional aktivitas lempeng tektonik daerah ini terletak di sekitar cekungan belakang busur Pegunungan Bukit Barisan yang memanjang mengikuti bentuk Pulau Sumatera arah Barat Laut-Tenggara, sehingga wilayah ini sangat

dipengaruhi oleh struktur regional Sesar Semangko yang sangat aktif (Banuwa, 2008).

2.4.4. Geomorfologi

Geomorfologi daerah ini dapat dibagi ke dalam satuan morfologi, yaitu satuan morfologi pegunungan, satuan morfologi kerucut gunungapi dan satuan morfologi perbukitan. Satuan morfologi pegunungan terdapat pada bagian barat dan barat laut dengan elevasi 400-1.250 m dpl. Pada satuan morfologi ini terjadi pelapukan batuan intensif dan proses denudasi cukup kuat. Satuan kerucut gunungapi terdapat di barat daya dengan elevasi 500-1750 m dpl (G. Rindingan) yang terbentuk dari material batuan vulkanik. Satuan morfologi perbukitan sangat bergelombang terdapat pada bagian utara, selatan, tenggara, dan timur laut dengan elevasi 200-800 m dpl. Satuan morfologi ini terbentuk dari batuan yang beragam dengan proses denudasi yang kuat (Banuwa, 2008).

2.4.5. Tanah

Jenis tanah DAS Sekampung Hulu termasuk ke dalam *Ordo Inceptisol* dan *Ultisol*, Karakteristik tanah pada *Ordo Inceptisol* umumnya mempunyai ciri *horison kambik* dengan batas atas pada 25 cm dan batas bawahnya pada kedalaman 100 cm atau lebih dari permukaan tanah mineral. Tanah ini tidak terdapat bahan *sulfidik* di dalam 50 cm dari permukaan tanah mineral. Tanah ini tergolong masih muda, sifat tanahnya sangat bervariasi tergantung pada bahan induknya, diantaranya mempunyai tekstur lebih halus dari pasir berlempung, sangat masam sampai netral yang tergantung dari 37 sifat bahan asal serta keadaan lingkungannya. Jenis tanah yang termasuk ke dalam *ordo Inceptisol* di

daerah penelitian adalah *Humitropepts* seluas 16.055,62 Ha (37,87%), *Dystropepts* 11.967,16 Ha (28,22%), *Dystrandeps* 6.541,15 Ha (15,43%) *Durandeps* 2.644,39 Ha (6,24%) dan *Eutropepts* 355,64 Ha (0,84%).

Tanah *ordo ultisols* dengan jenis tanah *Tropudults* di daerah penelitian menempati areal seluas 4.836,05 Ha (11,41%) yang mempunyai ciri horison *argilik* atau *kandik* serta memiliki kejenuhan basa < 35% pada kedalaman 125 cm atau lebih di bawah batas atas horison argilik atau kandik. Tanah ini telah mengalami pelapukan lanjut dan terjadi translokasi liat pada bahan induk yang umumnya terdiri dari bahan yang kaya aluminium-silika dengan iklim basah (Banuwa, 2008). Sifat-sifat tanah seperti ini mencerminkan kondisi yang telah mengalami pencucian secara intensif, diantaranya miskin akan unsur hara NPK, sangat masam sampai masam, miskin bahan organik, lapisan bawah kaya Al dan peka terhadap erosi (Broto, 2009).

2.4.6. Hidrologi

DAS Sekampung Hulu memiliki 3 sungai utama yaitu Way Sekampung yang mengalir dari pegunungan di sebelah Barat, Way Sangharus yang mengalir dari Gunung Rindingan dan Way Rilau yang mengalir dari pegunungan sebelah Utara. Pola sungai yang berada pada DAS Sekampung Hulu dapat dibagi ke dalam tipe parallel, dendritik dan radial dengan kondisi saluran sungai berbentuk U pada daerah landai dan V pada daerah yang curam. Aliran sungai mengalir dari arah Barat dan Utara yaitu daerah pegunungan dan perbukitan yang tinggi menuju daerah yang lebih rendah di daerah Timur dan Selatan yang akhirnya masuk ke Waduk Batutegi (Banuwa, 2008).

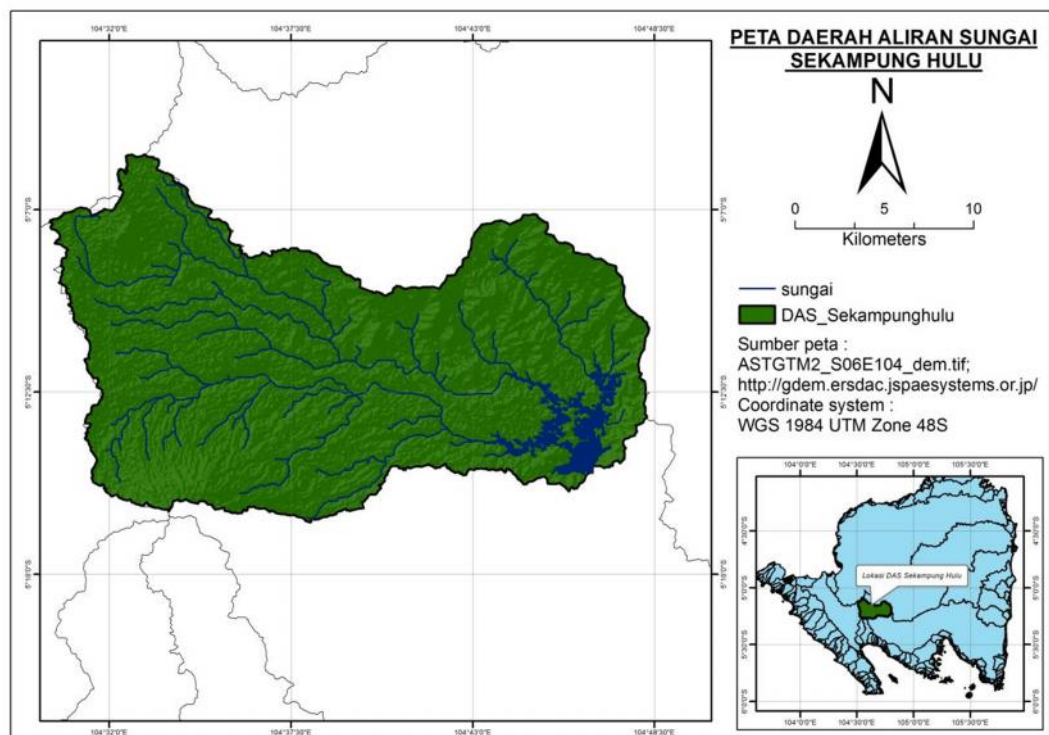
2.4.7. Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan di DAS Sekampung Hulu saat ini didominasi oleh penggunaan lahan untuk pertanian lahan kering, kemudian diikuti oleh hutan primer, hutan sekunder, belukar, dan genangan. Secara rinci dari luas total DAS Sekampung Hulu (42.400 ha), penggunaan lahan untuk pertanian lahan kering yang umumnya adalah usahatani berbasis kopi dengan tanpa tindakan konservasi tanah dan air seluas 29.679,85 ha, kemudian diikuti oleh hutan primer seluas 5.184,63 ha, hutan sekunder seluas 2.804,39 ha, belukar seluas 1.912,99 ha, dan genangan seluas 2.818,16 ha. Berdasarkan status lahan, DAS Sekampung Hulu terdiri dari areal budidaya seluas 7.515 ha dan kawasan lindung seluas 34.885 ha (BPDAS WSS, 2008).

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Januari-Juni 2017 di DAS Sekampung Hulu dan Bendungan Batutegi yang berada di wilayah kabupaten Tanggamus. Adapun lokasi penelitian tersebut dapat dilihat pada Gambar. 2.



Gambar 2. Peta wilayah penelitian.

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Global Positioning System* (GPS), kamera, dan *Software* pendukung meliputi *ArcGIS 10.3* dan *Microsoft Excel*. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa data curah hujan, data *inflow* bendungan dan peta penggunaan lahan di DAS Sekampung Hulu.

3.3. Jenis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder.

3.3.1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari sumber-sumber data. Data primer dari penelitian ini adalah berupa data yang diperoleh melalui cek lapang terkait dengan data tutupan lahan.

3.3.2. Data Sekunder

Data sekunder yaitu data yang didapatkan dari dinas maupun instansi pemerintahan. Data sekunder yang digunakan yaitu berupa data curah hujan bulanan DAS Sekampung Hulu, data *inflow* Bendungan Batutegi dan data citra *lansat* penggunaan lahan DAS Sekampung (hutan, lahan kering, semak, pemukiman dan badan air) Data tersebut didapatkan dari hasil citra satelit periode tahun 2005 dan 2015.

3.4. Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan. Tahap pertama adalah mempersiapkan data. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan bulanan di DAS Sekampung Hulu, data *inflow* Bendungan Batutege, data penggunaan lahan di DAS Sekampung Hulu yang masing-masing berasal dari tahun 2005 dan 2015. Tahap kedua adalah melakukan cek lapang dan analisis terhadap peta digital. Analisis ini bertujuan untuk mendapatkan data penggunaan lahan di wilayah DAS Sekampung Hulu. Jenis penggunaan lahan yang dianalisis adalah hutan, pertanian lahan kering, badan air, semak belukar, dan pemukiman. Tahap ketiga adalah melakukan analisis data terhadap data curah hujan bulanan dan *inflow* bendungan bulanan. Analisis ini bertujuan untuk mendapatkan hubungan dari kedua data tersebut. Tahap keempat adalah melakukan analisis hubungan perubahan *land use* terhadap *inflow* bendungan pada tahun 2005 dan 2015.

3.5. Metode Analisis Data

3.5.1 Analisis penggunaan lahan

Analisis penggunaan lahan dilakukan pada periode tahun 2005 dan 2015. Analisis dilakukan dengan melakukan *overlay* pada dua periode penggunaan lahan tersebut. Tujuan analisis ini adalah mengetahui perubahan masing-masing penggunaan lahan.

3.5.2 Analisis curah hujan wilayah

Perbedaan curah hujan disetiap stasiun pengukur curah hujan dalam suatu DAS dilakukan analisis yang menggunakan metode *Aritmatik* untuk mengetahui curah hujan rata-rata. Curah hujan rata-rata DAS ditentukan dengan menjumlahkan curah hujan dari semua tempat pengukuran untuk suatu periode tertentu dan membaginya dengan banyaknya stasiun pengukuran. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$R \text{ rata - rata} = \frac{R1 + R2 + R3 + \dots + Rn}{N}$$

Keterangan :

R rata-rata = curah hujan rata-rata (mm)

N = jumlah stasiun pengukuran hujan

R1...Rn = besarnya curah hujan pada masing-masing stasiun (mm)

3.5.3. Rasio *inflow*

Analisis rasio *inflow* dilakukan dengan cara membandingkan antara *inflow* musim hujan dengan *inflow* musim kemarau selama satu tahun pada DAS.

$$\text{Rasio } Inflow = \frac{Inflow \text{ Musim Hujan}}{Inflow \text{ Musim Kemarau}}$$

Keterangan :

inflow musim hujan = *inflow* bulanan rata-rata pada musim hujan

inflow musim kemarau = *inflow* bulanan rata-rata pada musim kemarau

Data *inflow* diperoleh dari nilai debit harian dari hasil pengamatan Stasiun

Pengamat Aliran Sungai (SPAS). Nilai *inflow* musim hujan dan musim kemarau ditentukan dengan melihat curah hujan bulanan yang terjadi.

3.5.4. Koefisien Aliran Permukaan (C)

Koefisien Aliran Permukaan adalah perbandingan antara tebal limpasan tahunan (mm) dengan tebal hujan tahunan (mm) di DAS atau dapat dikatakan berapa persen curah hujan yang menjadi limpasan (*runoff*) di DAS.

$$C = \frac{Q \text{ tahunan}}{P \text{ tahunan}}$$

Keterangan :

Q tahunan = tebal limpasan tahunan (mm)

P tahunan = tebal hujan tahunan (mm)

Tebal limpasan tahunan diperoleh dari volume debit (m^3) dari hasil pengamatan SPAS di DAS selama satu tahun dibagi dengan luas DAS (m^2) yang kemudian dikonversi ke satuan mm. Untuk tebal hujan tahunan diperoleh dari hasil pencatatan pada Stasiun Penakar Hujan baik dengan alat *Automatic Rainfall Recorder* (ARR) atau ombrometer.

3.5.5. Analisis regresi sederhana

Analisis regresi linier sederhana digunakan dalam penelitian untuk melihat hubungan antara curah hujan dan *inflow*. Analisis regresi linier sederhana adalah analisis yang menjelaskan hubungan antara peubah respon (Y) dengan faktor-faktor yang mempengaruhi lebih dari satu predictor / variabel independen (X).

$$\hat{y} = a + bx$$

3.5.6. Analisis deskriptif

Analisis deskriptif digunakan untuk melihat hubungan antara penggunaan lahan dengan *inflow* bendungan sehingga diperoleh keterkaitan diantara keduanya.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Terjadi penurunan luas lahan hutan di DAS Sekampung Hulu dari 56,04 % pada tahun 2005 menjadi 33,94 % pada tahun 2015 mengakibatkan: (1) koefisien aliran permukaan meningkat dari 0,23 menjadi 0,34 (2) *inflow* pada tahun 2005 dengan curah hujan 2.303,85 mm/tahun sebesar 7.229,92 m³/detik. Pada tahun 2015 dengan curah hujan yang jauh lebih rendah yaitu sebesar 1.512,93 mm/tahun menghasilkan *inflow* yang tinggi yaitu sebesar 6.846,82 m³/detik.

5.2. Saran

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini yaitu perlu dilakukan pemulihan kondisi hutan di DAS Sekampung Hulu melalui upaya reboisasi maupun penghijauan.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Aamery, N. A., Fox, J. F. dan Synder, M. 2016. Evaluation of climate modeling factors impacting the variance of streamflow. *Journal of Hydrology*. 542: 125-142.
- Alemu, M. M. 2016. Integrated watershed management and sedimentation. *Journal of Environmental Protection*. 7: 490-494.
- Arsyad S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. Buku. IPB Press. Bogor. 472p.
- Asdak, C . 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Buku. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 630p.
- Astuti, A. J. D., Yuniastuti, E., Nurwihastuti, D. W. dan Triastuti, R. 2017. Analisis koefisien aliran permukaan dengan menggunakan metode bransby-williams di sub daerah aliran sungai Babura Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Geografi*. 9(2): 158-165.
- Ayuningtias, N. H., Arifin, M. dan Damayani, M. 2016. Analisa kualitas tanah pada berbagai penggunaan lahan di sub sub DAS Cimanuk Hulu. *Jurnal Soilrens*. 14(2): 25-32.
- Balai Pengelolaan DAS Wilayah Sungai Way Seputih - Way Sekampung. 2008. *Karakteristik DAS Way Sekampung*. Laporan Penelitian. BPDAS Way Seputih - Sekampung. Bandar Lampung. 138p.
- Banuwa, I. S. 2008. *Pengembangan Alternatif Usahatani Berbasis Kopi Untuk Pembangunan Pertanian Lahan Kering Berkelanjutan di DAS Sekampung Hulu*. Desertasi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 182p.
- Banuwa, I. S. 2013. *Erosi*. Buku. Kencana Prenada Media Group. Jakarta. 206p.
- Broto, A.H. 2009. *Kajian Perubahan Penutupan Lahan dan Arah Pengelolaan Ruang Daerah Tangkapan Air (DTA) Waduk Batutegi Kabupaten Tanggamus Provinsi Lampung*. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 142p.

- Halim, F. 2014. Pengaruh hubungan tata guna lahan dengan debit banjir pada daerah aliran sungai Malalayang. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*. 4(1): 45-54.
- Handayani, W. dan Indrajaya, Y. 2011. Analisis hubungan curah hujan dan debit sub sub DAS Ngatabaru, Sulawesi Tengah. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 8(2): 143-153.
- Hidayat, A. K. dan Empung. 2016. Analisis curah hujan efektif dan curah hujan dengan berbagai periode ulang untuk wilayah Kota Tasikmalaya dan Kabupaten Garut. *Jurnal Siliwangi*. 2 (2): 121-126.
- Kaskoyo, H., Mohammed, A. J. and Inoue, M. 2017. Impact of community forest program in protection forest on livelihood outcomes: a case study of Lampung Province, Indonesia. *Journal of Sustainable Forestry*. 36(3): 250-263.
- Kite, G. 2000. Using a basin-scale hydrological model to estimate crop transpiration and soil evaporation. *Journal of Hydrology*. 229 (1) : 59-69.
- Meyer, W. B. dan Turner, B. L. 1994. *Change In Land Use and Land Cover: A Global Perspective*. Buku. Cambridge University Press. Cambridge. 537p
- Murtiono, U. H. 2008. Kajian model estimasi volume limpasan permukaan, debit puncak aliran, dan erosi tanah dengan model Soil Conservation Service (SCS), Rasional dan Modified Universal Soil Loss Equation (MUSLE)(Studi Kasus di DAS Keduang, Wonogiri). *Jurnal Forum Geografi*. 22(2): 169-185.
- Nainggolan, J., Yohanna, L.H. dan Sutikno, S. 2015. Analisis dampak perubahan tata guna lahan DAS Siak bagian hulu terhadap debit banjir. *Jurnal Jom FTEKNIK*. 2(2): 1-9.
- Peraturan Pemerintah. 2012. Peraturan *Pemerintah nomor 37 tahun 2012 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. Jakarta. 44p.
- Permatasari, R., Arwin, dan Natakusumah, D.K. 2017. Pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap rezim hidrologi DAS (studi kasus : DAS Komerang). *Jurnal Teknik Sipil*. 24(1): 91-98.
- Pratama, W. dan Yuwono, S. B. 2016. Analisis perubahan penggunaan lahan terhadap karakteristik hidrologi di DAS Bulok. *Jurnal Sylva Lestari*. 4 (3): 11-20.
- Purnama, S., Trijuni, S., Hanafi, F., Auliya, T. dan Razali, R. 2012. *Analisis Neraca Air di DAS Kupang dan Sengkarang*. Buku. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 79p

- Puspasari, E., Wulandari, C., Darmawan, A. dan Banuwa, I. S. 2017. Aspek sosial ekonomi pada sistem agroforestri di areal kerja Hutan Kemasyarakatan (HKm) Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung. *Jurnal Sylva Lestari*. 3(5): 95-103.
- Rahim, S. E. 2006. *Pengendalian Erosi Tanah: Dalam Rangka Pelestarian Lingkungan Hidup*. Buku. PT. Bumi Aksara. Jakarta. 150p.
- Ridwan., Sudira, P., Susanto, S. dan Sutiarmo, L. 2013. Manajemen sumberdaya air daerah aliran sungai Sekampung di antara Bendungan Batutegei dan Bendung Argoguruh, Propinsi Lampung: kerangka analitis penyusunan pola operasional waduk harian. *Jurnal Agritech*. 33(2): 226-233.
- Sandhyavitri, A., Sutikno, S. dan Iqbal, M. 2015. Analisis pengaruh perubahan tata guna lahan terhadap ketersediaan air di Daerah Aliran Sungai (DAS) Siak, Provinsi Riau. *Jurnal Fakultas Teknik*. 13(2):146-157.
- Sarminingsih, A. 2007. Evaluasi kekritisian lahan daerah aliran sungai dan mendesaknya langkah-langkah konservasi air. *Jurnal Presipitasi*. 2(1): 170-187.
- Setyowati, D. L. 2010. Hubungan hujan dan limpasan pada sub DAS Kecil penggunaan lahan hutan, sawah, kebun campuran di DAS Kreo. *Jurnal Forum Geografi*. 24(1): 39-56.
- Seyhan, E. 1990. *Dasar-dasar Hidrologi*. Buku. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 388p.
- Sharma, S. B. dan Singh, A. K. 2014. Assessment of the flood potential on a lower tapi basin tributary using scs-cn method integrated with remote sensing and gis data. *Journal of Geography and Natural Disasters*. 4(2): 1-7.
- Staddal, I. 2016. Analisis aliran permukaan menggunakan model SWAT di DAS Bila Sulawesi Selatan. *Jurnal Technopreneur*. 4(1): 57-63.
- Suarna, I.W., As-syakur, A.R., Adnyana, I.W.S., Rusna, I.W., Laksmiati, I.A.A.dan Diara, I.W. 2008. Studi perubahan penggunaan lahan di DAS Badung. *Jurnal Bumi Lestari*. 10(2): 200-208.
- Sudadi, U.D., Baskoro, P.T., Munibah, K., Barus, B. dan Darmawan. 1991. *Kajian Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Aliran Sungai dan Penurunan Kualitas Lahan di subDAS Ciliwung Hulu dengan Pendekatan Model Simulasi Hidrologi*. Laporan Penelitian. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 85p.

- Sulaeman, D., Hidayat, Y., Rachman, L. M. dan Tarigan, S. D. 2014. Kajian dampak perubahan penggunaan lahan terhadap debit aliran DAS Ciujung. *Jurnal Infrastruktur*. 4(2): 78-85.
- Suryono, T., Nomosatryo, S. dan Mulyana, E. 2008. Tingkat kesuburan danau-danau di Sumatra Barat dan Bali. *Jurnal Limnotek*. 15 (2): 99-111.
- Sutrisno, J.B., Sanim, Saefuddin, A. dan Sitorus, S.R.P. 2011. Arah kebijakan pengendalian erosi dan sedimentasi di sub DAS Keduang Kabupaten Wonogiri. *Jurnal Ilmiah Ilmu Tanah dan Agroklimatologi*. 8(2): 105-118.
- Suripin. 2002. *Pelestarian Sumberdaya Tanah dan Air*. Buku. Andi. Yogyakarta. 208p.
- Triatmodjo, B. 2008. *Hidrologi Terapan*. Buku. Beta Offset. Yogyakarta. 380p
- Ulfah, M., Rahayu, P. dan Dewi, L. R. 2015. Kajian morfologi tumbuhan pada spesies tanaman lokal berpotensi penyimpan air: konservasi air di Karangmanggis, Boja, Kendal, Jawa Tengah hlm 418-422. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. Yogyakarta, 21 Maret 2015.
- Wagner, P. D., Kumar, S. dan Schnieder, K. 2013. An assesment of land use change impact on the water resources of the Mula and Mutha rivers catchment upstream of Pune India. *Jurnal of Hydrology and Earth System Sciences*. 17: 2233-2246.