

**PENGARUH PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN TERHADAP
FLUKTUASI KETERSEDIAAN AIR (INFLOW)
BENDUNGAN BATUTEGLI, PROVINSI LAMPUNG**

Tesis

Oleh

**EMI ARTIKA
1920011007**



**PROGRAM STRATA 2
PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU LINGKUNGAN
PASCASARJANA UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

PENGARUH PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN TERHADAP FLUKTUASI KETERSEDIAAN AIR (INFLOW) BENDUNGAN BATUTEGI, PROVINSI LAMPUNG

Oleh

EMI ARTIKA

DAS Sekampung Hulu merupakan DAS yang memiliki peranan penting di Provinsi Lampung yaitu sebagai daerah tangkapan air bagi Bendungan Batuteги. Bendungan Batuteги merupakan bendungan multi purpose dengan fungsi utama sebagai pensuplai air irigasi sehingga sangat bergantung terhadap ketersediaan air (inflow). Kemampuan Bendungan Batuteги dalam memenuhi kebutuhan air pada musim kemarau dan mencegah banjir pada musim hujan menjadi salah indikator untuk mengetahui kondisi Hidrologi pada DAS Sekampung Hulu. Kondisi hidrologi *catchment area* (CA) bendungan dapat dilihat melalui nilai fluktuasi inflow pada musim kemarau dan musim hujan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penutupan hutan terhadap fluktuasi inflow bendungan Batuteги. Untuk mengetahui hubungan penutupan hutan terhadap kondisi fluktuasi inflow dilakukan analisis tutupan lahan menggunakan citra landsat dengan metode *object oriented classification* (OOC), dan analisis inflow pada saat musim kemarau dan musim hujan lalu dilakukan analisis regresi antara penutupan hutan terhadap fluktuasi inflow bendungan Batuteги. Hasil penelitian adanya perubahan tutupan lahan yang terjadi di CA Bendungan Batuteги dengan perubahan tutupan lahan tahun 2010-2020 dengan perubahan luasan hutan menurun 13%, pemukiman meningkat 40%, pertanian lahan kering menurun 79%, pertanian lahan kering campuran meningkat 135%, lahan terbuka menurun 90% dan semak meningkat ∞%. Nilai fluktuasi inflow (KRA) tahun 2010-2020 berkisar antara 40-90 yang termasuk dalam kelas kategori rendah-tinggi. Fluktuasi inflow tertinggi pada tahun 2018 yaitu sebesar 91,74 dan fluktuasi infow terendah pada tahun 2011 yaitu sebesar 45,86. Analisis hubungan antara tutupan lahan terhadap fluktuasi inflow menunjukkan hubungan yang nyata antara luas hutan dan pemukiman terhadap dengan p-value hutan terhadap KRA dengan nilai

p- value hutan 0,042 dan p-value pemukiman 0,046. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kondisi penutupan hutan akan sangat mempengaruhi kestabilan ketersediaan air Bendungan Batutege. Oleh karena itu, upaya perbaikan hutan dan lahan melalui kegiatan reboisasi dan rehabilitasi sangat penting untuk dilakukan untuk mencegah terganggunya fungsi hidrologi dan lingkungan DAS.

Kata Kunci : DAS, Tutupan Lahan, *Inflow*, KRA, *Runoff*.

ABSTRACT

THE EFFECT OF LAND COVER CHANGES ON WATER AVAILABILITY FLUCTUATIONS (INFLOW) AT BATUTEGI DAM, LAMPUNG PROVINCE

By

EMI ARTIKA

The Sekampung Hulu watershed is a watershed that has an important role in Lampung Province, namely as a water catchment area for the Batutegi Dam. Batutegi Dam is a multi-purpose dam with the main function as a supplier of irrigation water so it is very dependent on the availability of water (inflow). The ability of the Batutegi Dam to meet water needs during the dry season and prevent flooding in the rainy season is one of the indicators to determine the hydrological conditions in the Sekampung Hulu watershed. The hydrological condition of the catchment area (CA) of the dam can be seen through the value of inflow fluctuations in the dry season and rainy season. This study aims to analyze the effect of forest cover on the inflow fluctuations of the Batutegi dam. To determine the relationship between forest cover and inflow fluctuation conditions, a land cover analysis was performed using Landsat imagery using the object oriented classification (OOC) method, and inflow analysis during the dry and rainy seasons was then carried out a regression analysis between forest cover and the inflow fluctuations of the Batutegi dam. The results of the study showed that there were changes in land cover that occurred in the Batutegi Dam CA with changes in land cover in 2010-2020 with changes in forest area decreasing by 13%, settlements increasing by 40%, dry land agriculture decreasing by 79%, mixed dry land agriculture increasing by 135%, open land decreased by 90% and shrubs increased by $\infty\%$. The value of inflow fluctuations (KRA) in 2010-2020 ranged from 40-90 which was included in the low-high category. The highest inflow fluctuation was in 2018 which was 91.74 and the lowest inflow fluctuation was in 2011 which was 45.86. Analysis of the relationship between land cover and inflow fluctuations showed a significant relationship between forest area and settlements with p-value forest is 0.042 and p-value the settlement is 0.046. The results of this study

indicate that the condition of forest cover will greatly affect the stability of the water availability of the Batutegi Dam. Therefore, efforts to improve forest and land through reforestation and rehabilitation activities are very important to do to prevent the hydrological function and environment of the watershed from being disturbed.

Keywords: Watershed, Land Cover, Inflow, KRA, Runoff.

**PENGARUH PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN TERHADAP
FLUKTUASI KETERSEDIAAN AIR (INFLOW)
BENDUNGAN BATUTEGI, PROVINSI LAMPUNG**

Oleh

EMI ARTIKA

Tesis

**sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
MAGISTER ILMU LINGKUNGAN**

pada

**Program Studi Magister Ilmu Lingkungan
Pascasarjana Multidisiplin Universitas Lampung**



**PROGRAM STRATA 2
PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU LINGKUNGAN
PASCASARJANA UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

Judul Tesis : **PENGARUH PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN TERHADAP FLUKTUASI KETERSEDIAAN AIR (INFLOW) BENDUNGAN BATUTEGLI, PROVINSI LAMPUNG**

Nama Mahasiswa : **Emi Artika**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1920011007

Jurusan : Magister Ilmu Lingkungan

Fakultas : Pascasarjana Multidisiplin



Dr. Ir. Slamet Budi Yuwono, M.S.
NIP. 196412231994031003

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

Dr. Ir. Agus Setiawan, M.Si.
NIP. 195908111986031001

2. Ketua Program Studi Magister Ilmu Lingkungan
Universitas Lampung

Dr. Ir. Samsul Bakri, M.Si.
NIP. 196105051987031002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

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

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

Anggota : Dr. Ir. Agus Setiawan, M.Si.

**Penguji
Bukan Pembimbing** : Dr. Ir. Samsul Bakri, M.Si.

Anggota : Dr. Endro P. Wahono, S.T., M.Sc.

2. Direktur Pascasarjana Universitas Lampung



Prof. Dr. Ir. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T.

NIP. 197104151998031005

Tanggal Lulus Ujian Tesis: 11 Februari 2022

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Tesis dengan judul : **“PENGARUH PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN TERHADAP FLUKTUASI KETERSEDIAAN AIR (INFLOW) BENDUNGAN BATUTEGLI, PROVINSI LAMPUNG** adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya orang lain dengan cara yang tidak sesuai dengan etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarism.
2. Hak intelektual atas karya ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya, saya bersedia dan sanggup dituntut sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 11 Februari 2022

Yang membuat pernyataan,



EMI ARTIKA
NPM 1920011007

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Desa Pasar Sukadana, Kecamatan Sukadana Kabupaten Lampung Timur pada tanggal 9 Juni 1995, merupakan anak pertama dari tiga bersaudara pasangan Bapak Isman dan Ibu Noper Lina. Penulis menempuh Pendidikan di Sekolah Dasar (SD) di SD Negeri 2 Sukadana Pasar pada tahun 2002–2008, kemudian melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah

Pertama (SMP) di SMP Negeri 1 Sukadana Kabupaten Lampung Timur pada tahun 2008–2011 dan Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 1 Sukadana Lampung timur pada tahun 2011–2014. Tahun 2014 penulis melanjutkan pendidikan di Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama kuliah di Jurusan Kehutanan penulis aktif dalam organisasi kampus dan berbagai kegiatan penelitian dan pengabdian. Penulis juga pernah mengikuti kegiatan magang di BKPH Margasari, KPH Balapulung Perum Perhutani Divisi Regional Jawa Tengah pada tahun 2017. Penulis lulus pendidikan strata 1 pada tahun 2019. Tahun 2019 Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Pascasarjana Program Studi Magister Ilmu Lingkungan (PS MIL) melalui jalur seleksi masuk Program Beasiswa Kerjasama Universitas Lampung. Selama menempuh pendidikan di Program Magister Ilmu Lingkungan penulis aktif pada organisasi Jaringan Mahasiswa Ilmu Lingkungan Indonesia (JARING HALIKI) dan penulis aktif dalam project penelitian dosen di bidang lingkungan, sosial masyarakat dan ekowisata.

PERSEMBAHAN

Kupersembahkan Tesis ini kepada:

Kepada Diri Saya Sendiri
Kedua Orang tua
dan
Semesta

MOTTO

“*All-in* untuk Semesta”

إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا
(Q.S 94: 6)

SANWACANA

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT, berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul “Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan terhadap Fluktuasi Ketersediaan Air (Inflow) Bendungan Batutegi, Provinsi Lampung” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Ilmu Lingkungan di Universitas Lampung. Penulis menyadari bahwa tesis ini tidak dapat terselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terimakasih kepada.

1. Bapak Prof. Dr. Karomani, M.Si., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T., selaku Direktur Pascasarjana Universitas Lampung.
3. Prof. Drs. Simon Sembiring, Ph.D. selaku wakil Direktur Pascasarjana Bidang Akademik, Kemahasiswaan dan Alumni Universitas Lampung.
4. Dr. Maulana Muklis, S.Sos, M.IP. selaku Wakil Direktur Bidang Umum Universitas Lampung
5. Bapak Dr. Ir. Samsul Bakri, M.Si., selaku Ketua Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Pascasarjana Multidisiplin Universitas Lampung dan dosen Pembimbing Akademik, serta penguji pertama yang telah memberikan masukan, saran dan kritik atas penyempurnaan penulisan tesis ini serta merekomendasikan penulis mendapatkan beasiswa program S2 Universitas Lampung.
6. Bapak Dr. Ir. Slamet Budi Yuwono, M.S., selaku pembimbing utama penulis yang telah bersedia membimbing, mengarahkan, memberikan saran, masukan, waktu, serta tenaganya dalam proses menyelesaikan tesis ini.

7. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku pembimbing kedua yang telah memberikan arahan, nasihat, dukungan, serta motivasi dalam penulisan tesis ini.
8. Bapak Dr. Ir. Agus Setiawan, M.Si., selaku pembimbing ketiga yang telah memberikan arahan, nasihat, dukungan, serta motivasi dalam penulisan tesis ini.
9. Bapak Dr. Endro Prasetyo Wahono, S.T., M.Sc., selaku penguji kedua yang memberikan arahan, masukan, saran membangun dalam menyempurnakan tesis ini.
10. Angkatan penulis Magister Ilmu Lingkungan 2019, Bang Tedy, Bang Shalehudin, Pak Otto, Pak Dzakwan, Nana, Mbak Olla, Mbak Indri dan Alicya.
11. Mas Heri dan tim admin Magister Ilmu Lingkungan, atas arahan, bantuan, dan segala macam keperluan penulis selama menjalani perkuliahan hingga wisuda penulis.
12. Universitas Lampung yang telah memberikan Beasiswa Bebas SPP Pascasarjana tahun akademik 2019/2020 kepada penulis.
13. Kedua orang tua penulis Bapak Isman dan Ibu Noper Lina, serta saudara kandung penulis yaitu Novia Rahmawati dan Citra Amalia atas doa, dukungan, arahan, dan nasihatnya kepada penulis
14. Yang selalu ada dan bersedia direpotkan setiap saat Bang Ridwan atas doa, dukungan, arahan, dan nasihatnya kepada penulis
15. Teman seperjuangan “Ruang Baca”
16. *"I want to thank me for finishing this thesis with many amazing dramas in this life, keep doing your best and give the best for the universe"*

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tesis ini jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis akan menerima saran dan kritik yang bersifat membangun agar tesis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak

Bandar Lampung, 11 Februari 2022
Penulis

Emi Artika

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	3
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Kerangka Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Daerah Aliran Sungai (DAS)	6
2.2. Perubahan Penggunaan Lahan	6
2.3. Pengelolaan DAS Berkelanjutan.....	8
2.4. Bendungan	9
2.5. Irigasi	9
2.6. Aliran Permukaan (<i>Runoff</i>)	10
2.7. Inflow	10
2.8. <i>Object Oriented Classification</i> (OOC)	11
2.9. Keadaan Umum Lokasi Penelitian.....	12
III. METODE PENELITIAN	15
3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian	15
3.2. Alat dan Bahan.....	15
3.3. Data Penelitian	16
3.4. Tahapan Penelitian	16
3.5. Metode Analisis Data.....	17
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1. Tutupan Lahan DAS Sekampung Hulu	21
4.2. Perubahan Tutupan Lahan DAS Sekampung Hulu.....	28
4.3. Curah Hujan	31
4.4. Inflow	33
4.5. Koefisien Aliran Tahunan (KAT)	35
4.6. Fluktuasi Inflow (KRA).....	37

4.7. Hubungan Tutupan Lahan dan Curah Hujan terhadap Inflow, KAT dan KRA	39
4.8. Simulasi Reforestasi dan Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Nilai KRA	48
V. SIMPULAN	51
5.1. Simpulan	51
5.2. Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	58

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komponen, jenis, sumber data dan cara pengambilan data	16
2. Klasifikasi curah hujan menurut Schmidt-Ferguson	18
3. Klasifikasi iklim menurut Schmidt-Ferguson	18
4. Pengkategorian nilai Koefisien Aliran Tahunan (KAT).	19
5. Pengkategorian nilai Fluktuasi <i>Inflow</i> (KRA)	19
6. Tutupan lahan Das Sekampung Hulu tahun 2010-2020	21
7. Perubahan tutupan lahan 2010-2020	28
8. Curah hujan DAS Sekampung Hulu tahun 2010-2020	32
9. Data <i>inflow</i> tahun 2010-2020	34
10. Nilai KAT DAS Sekampung Hulu tahun 2010-2020	35
11. Nilai KRA DAS Sekampung Hulu tahun 2010-2020	37
12. Hasil analisis Uji F	39
13. Hasil analisis tutupan lahan dan curah hujan terhadap <i>inflow</i>	39
14. Hasil analisis Uji F	41
15. Hasil analisis tutupan lahan dan curah hujan terhadap KAT	41
16. Hasil analisis Uji F	43
17. Hasil analisis tutupan lahan dan curah hujan terhadap KRA	43
18. Hasil analisis Hutan dan KRA	47

Tabel	Halaman
19. Skenario perubahan tutupan lahan dan curah hujan terhadap nilai KRA	48
20. Data curah hujan tahun 2010.....	59
21. Data curah hujan tahun 2011.....	60
22. Data curah hujan tahun 2012.....	61
23. Data curah hujan tahun 2013.....	62
24. Data curah hujan tahun 2014.....	63
25. Data curah hujan tahun 2015.....	64
26. Data curah hujan tahun 2016.....	65
27. Data curah hujan tahun 2017.....	66
28. Data curah hujan tahun 2018.....	67
29. Data curah hujan tahun 2019.....	68
30. Data curah hujan tahun 2020.....	69
31. Data Inflow tahun 2010.....	70
32. Data <i>inflow</i> tahun 2011	71
33. Data <i>inflow</i> tahun 2012	72
34. Data Inflow Tahun 2013	73
35. Data <i>inflow</i> tahun 2014	74
36. Data <i>inflow</i> tahun 2015	75
37. Data <i>inflow</i> tahun 2016	76
38. Data <i>inflow</i> tahun 2017	77
39. Data <i>inflow</i> tahun 2018	78
40. Data <i>inflow</i> tahun 2019	79
41. Data <i>inflow</i> tahun 2020	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pemikiran.	5
2. Peta lokasi penelitian.....	15
3. Tutupan lahan tahun 2010-2020.....	22
4. Luas tutupan hutan DAS Sekampung Hulu..	23
5. Luas petanian lahan kering DAS Sekampung Hulu.....	24
6. Luas pertanian lahan kering campuran DAS Sekampung Hulu.....	25
7. Luas tutupan lahan semak/belukar DAS Sekampung Hulu... ..	26
8. Luas pemukiman DAS Sekampung Hulu.	27
9. Luas lahan terbuka DAS Sekampung Hulu..	27
10. Peta tutupan lahan tahun 2010..	29
11. Peta tutupan lahan tahun 2015... ..	30
12. Peta tutupan lahan tahun 2020..	30
13. KAT Bendungan Batutegi 2010-2020	36
14. KRA Bendungan Btutegi 2010-2020.....	38
15. Pengecekan plagiarisme naskah tesis yang telah dilakukan	85

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air merupakan komponen lingkungan sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup. Melihat pentingnya air bagi hidup dan kehidupan, maka dalam perkembangan peradaban dan aktifitas sosial ekonomi masyarakat banyak terjadi di daerah pesisir atau daerah aliran sungai. Sungai berperan sebagai penyangga kehidupan masyarakat untuk berbagai aktivitas sehingga kualitas sungai sangat penting dalam menjaga keberlanjutan lingkungan. Daerah Aliran Sungai (DAS) Sekampung Hulu merupakan salah satu DAS yang memiliki peranan penting bagi Provinsi Lampung.

DAS Sekampung Hulu merupakan daerah tangkapan air (*catchment area*) bagi Bendungan Batutegi. Penelitian Banuwa (2008) menyatakan bahwa DAS Sekampung Hulu dengan luas 42.400 hektar saat ini 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. Perubahan Penggunaan lahan khususnya lahan hutan akan sangat mempengaruhi kondisi DAS yang selanjutnya akan berpengaruh terhadap suplai air ke bendungan. Persentase luas lahan hutan dari tahun 2014 ke 2017 mengalami pengurangan luasan dari 12% menjadi 9% dari luas total (BPDAS HL, 2017).

Bendungan Batutegi memiliki peran yang sangat penting sebagai pengatur ketersediaan air irigasi untuk pertanian. Bendungan Batutegi tidak hanya sebagai penyedia air bagi kepentingan irigasi saja, tetapi juga berperan sebagai pembangkit listrik tenaga air (PLTA) dan Penyedia air baku bagi PDAM Kota Bandar Lampung. Wilayah DAS Sekampung Hulu merupakan penghasil tanaman

perkebunan dan komoditas ekspor penting di Indonesia seperti kopi, kakao, lada dan lain-lain. Kebutuhan manusia akan lahan pertanian dengan adanya keterbatasan lahan dan meningkatnya kebutuhan masyarakat di DAS Sekampung Hulu menyebabkan terjadinya perubahan tutupan lahan hutan menjadi lahan non hutan.

Perubahan tutupan lahan akan berpengaruh terhadap kondisi hidrologi DAS Sekampung Hulu. Pada hulu DAS Sekampung sebagian besar termasuk ke dalam kawasan hutan lindung, namun saat ini sebagian kawasan lindung tersebut telah mengalami alih fungsi menjadi lahan pertanian yang didominasi oleh kebun campuran dengan tanaman utama kopi. Mulai tahun 2007 hingga saat ini Kesatuan Pengelolaan Hutan Lindung (KPHL) Batutegi menerapkan pola tanam agroforestri kopi yang sejauh ini belum diketahui apakah kultur teknis agroforestri kopi mampu dalam pemulihan fungsi hutan lindung sekaligus berkontribusi nyata dalam pendapatan dan peningkatan kesejahteraan masyarakat petani kopi di KPHL Batu Tegi (Winarni, *et al.*, 2016). Pengelolaan DAS sangat erat kaitannya dengan pengelolaan hutan, dalam pengelolaan DAS dilakukan secara bersama yang melibatkan *multistakeholder* melalui pengembangan agroforestri kopi organik merupakan salah satu alternatif dalam mengurangi alih fungsi kawasan hutan, meningkatkan konservasi lingkungan dan mengurangi resiko bencana alam. Program yang melibatkan *multistakeholder* dilaksanakan berdasarkan kemitraan melalui pihak perguruan tinggi melalui pengabdian masyarakat (Rosmaladewi, *et al.*, 2019).

Permasalahan degradasi lingkungan pada wilayah DAS yang salah satunya diakibatkan konversi lahan sehingga berpengaruh terhadap fungsi DAS hal ini sejalan dengan hasil penelitian Saputri, *et al.* (2018) Perubahan penggunaan lahan akan mempengaruhi kondisi hidrologi DAS, dimana lahan non hutan menghasilkan nilai koefisien *runoff* lebih besar dibandingkan lahan berhutan hal ini dikarenakan lahan non hutan memberikan dampak pada pengurangan kapasitas resapan pada satu sisi dan meningkatkan laju aliran permukaan. Perubahan tutupan lahan merupakan faktor dinamis yang mempengaruhi debit sungai sehingga akan berpengaruh terhadap ketersediaan air pada Bendungan Batutegi. Berdasarkan Data inflow tahun 2010 dan 2014 terjadi penurunan total inflow

Bendungan Batutege dari nilai total inflow 8.196,68 m³/detik pada tahun 2010 menjadi 7.467,47 m³/detik pada tahun 2014 (BBWS-MS, 2017).

Berdasarkan Penelitian Supriyadi, *et al.* (2018) perubahan lahan hutan menjadi lahan non hutan menyebabkan berkurangnya aliran air masuk (*Inflow*) ke Bendungan Batutege. Penelitian ini akan melihat seberapa besar pengaruh tiap perubahan tutupan lahan terhadap fluktuasi volume air masuk (*Inflow*) di bendungan. Fluktuasi *inflow* (KRA) dapat digunakan untuk mengetahui fungsi hidrologi DAS Sekampung Hulu terhadap bendungan Batutege dalam menyediakan air pada musim hujan dan musim kemarau

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah.

1. Bagaimana perubahan tutupan lahan pada DAS Sekampung Hulu tahun 2010 -2020.
2. Bagaimana pengaruh tutupan lahan pada DAS Sekampung Hulu terhadap koefisien *runoff* / koefisien aliran tahunan (KAT) bendungan Batutege.
3. Bagaimana pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap fluktuasi *inflow* (KRA) di Bendungan Batutege.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Menetapkan perubahan tutupan lahan DAS Sekampung Hulu.
2. Menetapkan pengaruh Perubahan tutupan lahan dan curah hujan terhadap koefisien *runoff*/koefisien aliran tahunan (KAT) dan Fluktuasi *Inflow* (KRA) Bendungan Batutege.
3. Merancang rekomendasi untuk menurunkan nilai Fluktuasi *Inflow* (KRA).

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah.

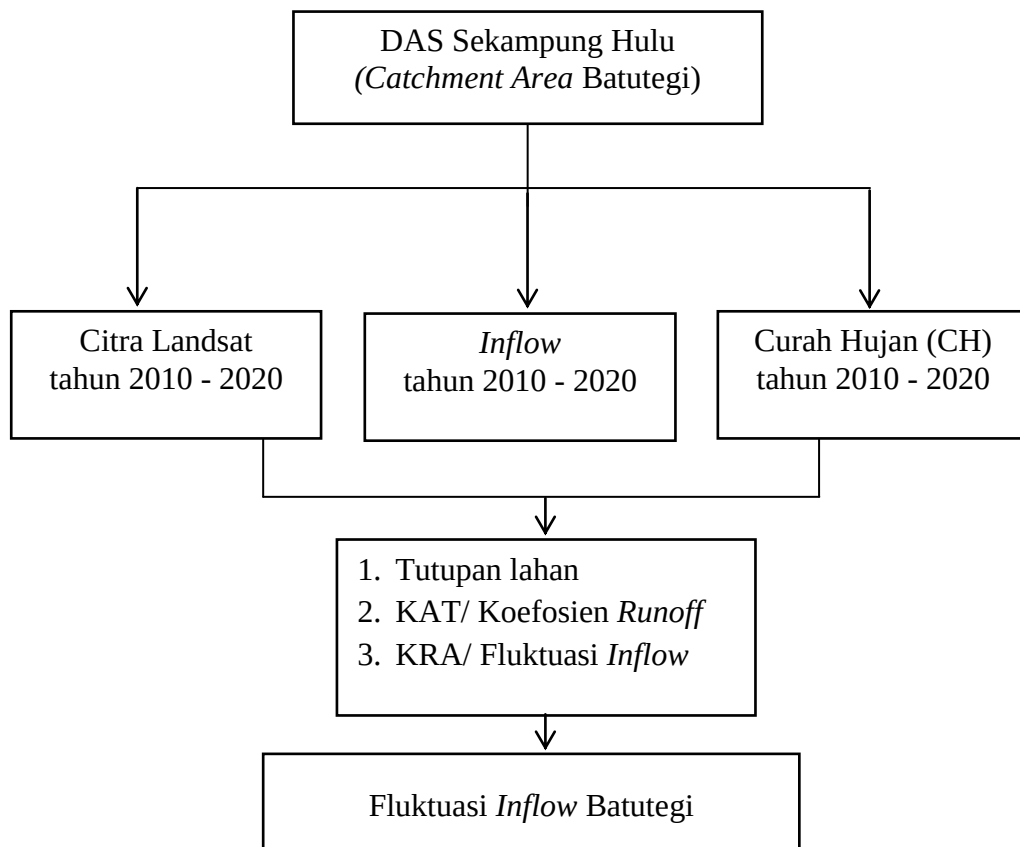
Sebagai informasi mengenai perubahan tutupan lahan DAS Sekampung Hulu dan pengaruhnya terhadap fluktuasi *inflow* Bendungan Batutege tahun 2010 sampai 2020 sehingga dapat digunakan sebagai informasi dalam pembuatan kebijakan terkait dengan manajemen hutan dan sistem operasi bendungan.

1.5. Kerangka Pemikiran

DAS Sekampung Hulu merupakan kawasan *cathment area* (daerah tangkapan air) bagi Bendungan Batutege. Wilayah DAS Sekampung Hulu telah mengalami perubahan tutupan lahan, saat ini tutupan lahan pada DAS Sekampung Hulu didominasi lahan kebun berupa tanaman kopi dengan variasi campurannya adalah lada, pisang, dan kakao. Kondisi tutupan lahan pada DAS Sekampung Hulu akan mempengaruhi kualitas dan kuantitas air pada Bendungan Batutege yang akan dimanfaatkan sebagai air irigasi, sumber energi PLTA Batutege dan sumber air baku. Perubahan tutupan lahan (ha) yang terjadi pada sub DAS Sekampung Hulu pada penelitian ini dapat diketahui melalui klasifikasi tutupan lahan yang dilakukan dengan interpretasi data citra landsat tahun 2010 sampai 2020 dengan menggunakan metode *Object Oriented Classification* (OOC).

Kondisi tutupan lahan dari adanya perubahan tutupan lahan akan mempengaruhi kemampuan lahan dalam menampung air hujan yang jatuh pada permukaan tanah (*infiltrasi*) dan aliran permukaan (*runoff*), sehingga hal ini akan mempengaruhi aliran masuk (*Inflow*) sebagai volume ketersediaan air bendungan. Perubahan tutupan lahan khususnya lahan hutan akan sangat mempengaruhi kondisi *runoff* dan infiltrasi yang terjadi. Besarnya *runoff* dan infiltrasi yang terjadi akan mempengaruhi *inflow* pada musim hujan dan musim kemarau sehingga akan mempengaruhi kondisi *inflow* minimum musim hujan dan *inflow* maksimum musim kemarau dalam satu tahun.

Nilai *inflow* minimum dan *inflow* maksimum yang akan digunakan untuk menghitung fluktuasi *inflow* (KRA) yang merupakan nilai ketersediaan air di Bendungan Batutege. Penelitian ini akan memberikan informasi mengenai hubungan tutupan lahan DAS Sekampung Hulu dengan fluktuasi *inflow* Bendungan Batutege pada tahun 2010 sampai 2020.



Gambar 1. Kerangka pemikiran.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Daerah Aliran Sungai (DAS)

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 (Asdak, 2010). Menurut Efendi *et al.* (2012) Suatu daerah aliran sungai merupakan daerah penangkapan, penampung dan penyimpanan air yang berupa daerah resapan air kemudian dialirkan ke semua wilayah untuk membentuk sebuah sungai di suatu wilayah.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No 37 tahun 2012, menyatakan DAS merupakan suatu wilayah daratan yang satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungai yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan menuju danau atau laut secara alami dengan batas pemisah topografis untuk di darat dan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan untuk batas di laut. Daerah aliran sungai (DAS) merupakan daerah yang dibatasi oleh punggung-punggung pegunungan dimana air hujan yang jatuh pada daerah tersebut akan tertangkap dan mengalir menuju sungai utama.

2.2. Perubahan Tutupan Lahan

Perubahan tutupan lahan merupakan keadaan suatu lahan yang karena manusia mengalami kondisi yang berubah pada waktu yang berbeda (Lillesand

dan Kiefer, 1993). Deteksi perubahan mencakup penggunaan fotografi udara berurutan diatas wilayah tertentu dari fotografi tersebut peta tutupan lahan untuk setiap waktu dapat dipetakan dan dibandingkan (Lo, 1995). Identifikasi perubahan tutupan 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 tutupan lahan memerlukan suatu data spasial temporal (Suarna *et al.*, 2008).

Penggunaan lahan merupakan istilah yang digunakan dalam modifikasi permukaan terestrial bumi oleh manusia, sebagian besar merupakan hasil interaksi antara alam dan proses antropogenik. Pergeseran kondisi tutupan lahan dari tutupan alam ke dalam sistem agro berkaitan dengan meningkatnya tekanan manusia dan ternak dalam hal ini deforestasi karena perluasan lahan pertanian perlu mendapatkan perhatian untuk menjaga stabilitas dan kelestarian ekosistem (Dinka dan Chaka 2019).

Perubahan tutupan lahan akan mempengaruhi proses hidrologi yang terjadi pada suatu DAS. Aliran sungai dibedakan menjadi aliran langsung dan aliran dasar. Aliran langsung terjadi karena air hujan yang sampai permukaan tanah langsung menjadi aliran, sedangkan aliran dasar adalah aliran yang berasal dari air tanah, hasil dari proses infiltrasi dan perkolasi. Aliran dasar merupakan bagian penting dalam regim aliran karena aliran ini akan menentukan ketersediaan air baik pada musim kemarau untuk memenuhi kebutuhan domestik maupun industri. Perubahan tutupan lahan akan berdampak pada pengelolaan tata air pada kondisi tutupan lahan dari non hutan menjadi hutan akan mengurangi aliran langsung, sehingga air yang jatuh akan tersimpan sebagai aliran dasar yang dapat dimanfaatkan pada musim kemarau, sedangkan perubahan lahan dari hutan menjadi non hutan akan meningkatkan aliran langsung yang menjadi aliran permukaan yang akan langsung mengalir sampai ke laut dalam kondisi ekstrim akan menyebabkan bencana banjir (Pramono, 2020). Menurut Pratama dan Yuwono (2016) Perubahan tutupan lahan pada DAS berpengaruh terhadap fungsi tata air yaitu fluktuasi debit sungai dan koefisien aliran permukaan.

Dinamika perubahan tutupan 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 tutupan lahan disebabkan oleh aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhan pada sebidang lahan yang spesifik

2.3. Pengelolaan DAS Berkelanjutan

Pengelolaan daerah aliran sungai (DAS) dilakukan untuk menciptakan hubungan timbal balik antara sumber daya alam dalam DAS dan manusia agar terwujud kelestarian ekosistem secara keberlanjutan dari generasi ke generasi. Pengelolaan DAS keberlanjutan dapat tercapai apabila setiap aktivitas pengelolaan dijalankan berdasarkan prinsip kelestarian antara keseimbangan produktivitas dan konservasi DAS sehingga tercapai peningkatan stabilitas tata air, peningkatan stabilitas tanah, termasuk mengendalikan proses degradasi lahan, peningkatan pendapatan petani, dan meningkatkan perilaku masyarakat ke arah pengelolaan DAS berkelanjutan melalui kegiatan konservasi DAS (Putra *et al.*, 2019).

Pengelolaan daerah aliran sungai (DAS) dilakukan untuk mengatur hubungan timbal balik antara sumber daya alam dalam DAS dan manusia agar terwujud kelestarian ekosistem serta menjamin keberlanjutan manfaat sumber daya alam tersebut bagi manusia. Pemanfaatan sumber daya alam dilakukan dengan mempertimbangkan aspek-aspek kelestarian DAS. Pengelolaan DAS yang dilakukan secara berkelanjutan akan menghasilkan manfaat yang dapat dinikmati oleh manusia berupa sumber daya alam dan jasa lingkungan secara berkelanjutan dari generasi ke generasi serta pengelolaan DAS yang efektif dapat melestarikan dan meminimalkan dampak yang negative yang ditimbulkan (Butt *et al.*, 2015).

2.4. Bendungan

Bendungan adalah penahan air buatan, jenis urugan atau jenis lainnya yang menampung air, termasuk pondasi, bukit/tebing tumpuan, serta bangunan pelengkap dan peralatannya, termasuk juga bendungan limbah galian, tetapi tidak termasuk bendung dan tanggul, sebuah bendungan berfungsi sebagai penangkap air dan menyimpannya di musim hujan, waktu air sungai mengalir dalam jumlah besar dan yang melebihi kebutuhan baik untuk keperluan irigasi, air minum, industry atau yang lainnya (Wijayanto, 2003).

Bendung merupakan salah satu alternative dalam mensuplai kebutuhan air dari suatu Sungai. Bendung adalah bangunan melintang Sungai yang berfungsi untuk meninggikan elevasi muka air sungai dan memberikan serta membagi air agar dapat mengalir ke saluran pembawa dan masuk ke petak-petak sawah untuk keperluan irigasi agar dapat menunjang pertanian dan ketahanan pangan nasional (Wigati *et al.*, 2016). Menurut Permadi *et al.* (2019) pembangunan bendung bertujuan untuk mengatur air irigasi agar bisa mengairi lahan pertanian, perternakan, dan perkebunan. Bendungan memiliki fungsi untuk pengendalian banjir, menyimpan surplus air, mengukur debit sungai, dan memperlambat aliran sungai sehingga air dapat tersimpan dan tertahan pada bendungan dan dapat dialirkan untuk berbagai macam tujuan.

2.5. Irigasi

Irigasi merupakan upaya menyalurkan air yang perlu untuk pertumbuhan tanaman ke tanah yang diolah dan mendistribusinya secara sistematis (Sosrodarsono dan Takeda, 2003). Menurut Priyonugroho (2014) irigasi adalah usaha penyediaan, pengaturan dan pembuangan air irigasi untuk menunjang produksi pertanian dengan memanfaatkan air irigasi yang tersedia secara benar, efisien dan seefektif mungkin agar produktivitas pertanian dapat meningkat sesuai yang diharapkan.

Irigasi didefinisikan sebagai pemberian air kepada tanah untuk memenuhi kebutuhan air bagi pertumbuhan tanaman, meliputi penampungan dan

pengambilan air dari sumbernya, pengambilan air melalui saluran atau pipa ke tanah, dan pembuangan air berlebih. Tujuan irigasi adalah memberikan tambahan air terhadap air hujan, dan memberikan air kepada tanaman dalam jumlah yang cukup dan pada waktu diperlukan (Arsyad 2010). Kinerja dari suatu jaringan air irigasi, sangat ditentukan oleh ketersediaan air irigasi pada musim kemarau, karena pada musim hujan umumnya sumber air irigasi dari hujan seringkali sudah memenuhi kebutuhan irigasi (Supriadi dan Rivai, 2018)

2.6. Aliran Permukaan (*Runoff*)

Nilai koefisien Aliran permukaan (C) merupakan salah satu indikator untuk menentukan apakah suatu DAS telah mengalami gangguan. Nilai C yang besar menunjukkan bahwa lebih banyak air hujan yang menjadi air larian (Asdak, 2010). Nilai koefisien limpasan merupakan nilai pengaliran berdasarkan tata guna lahan yang terdapat pada daerah tersebut. Menurut Rahim (2006), koefisien pengaliran merupakan kombinasi dari tiga faktor, yaitu topografi, kondisi tutupan lahan, dan tekstur tanah.

Proses infiltrasi dan aliran permukaan sangat dipengaruhi oleh penutupan hutan, hutan merupakan penggunaan lahan paling baik dalam fungsinya sebagai pengatur hidrologi dan pelindung tanah. Terbukanya lahan hutan meningkatkan aliran permukaan dan terjadinya erosi tanah, sehingga menyebabkan perubahan karakteristik pasokan penyimpanan air tanah. Selain itu, hilangnya lahan hutan menyebabkan jumlah air yang keluar dari suatu DAS meningkat dan tingginya perbedaan debit air pada musim penghujan dengan musim kemarau (Purwanto dan Ruijter, 2004; Chandler dan Suyanto, 2004).

2.7. *Inflow*

Inflow merupakan besaran air yang masuk/ ketersediaan air yang berasal dari air sungai, air hujan, dan mata air (Hadryana *et al.*, 2015). Variasi volume inflow dipengaruhi oleh beberapa komponen, antara lain curah hujan rata-rata

daerah (P) dan limpasan (RO), kedua komponen tersebut memiliki pengaruh pada *Inflow* yang berbeda untuk tiap-tiap daerah sesuai dengan karakteristik geografisnya, seperti faktor kelerengan/topografis, geologi, geomorfologi, penggunaan lahan, iklim, erosi, tanah, hidrologi, dan vegetasi (Atmaja *et al.*, 2018). Data inflow sangat penting dalam Perencanaan suatu proyek penampungan air atau waduk berdasarkan estimasi/perkiraan ketersediaan air (*inflow*) untuk menjamin suplesi air setiap tahunnya, baik musim hujan maupun musim kering/kemarau.

Tingkat ketersediaan air (*inflow*) dalam suatu bendungan atau dam menjadi faktor yang sangat menentukan dalam menyediakan air irigasi bagi kebutuhan tanaman, terutama dalam musim kemarau serta menjadi penjamin ketersediaan air baku (Supriadi dan Rivai, 2018). Data fluktuasi volume air sangat diperlukan untuk mengetahui perubahan volume dan kualitas air yang tertampung pada waduk atau bendungan sehingga dapat menghitung layanan bendungan dalam memenuhi kebutuhan air irigasi, produksi listrik, dan pemanfaatan air lainnya (Suryawan *et al.*, 2020). Perhitungan volume air dapat dilakukan dengan adanya data elevasi muka air, nilai elevasi muka air dipengaruhi oleh *inflow*, sedimen dan rambu ukur (Purwati *et al.*, 2010). Debit aliran sungai menurut Tommi (2011) adalah jumlah air yang mengalir pada suatu titik/tempat per satuan waktu dan dinyatakan dalam m^3/detik . Analisis pengaruh penggunaan lahan terhadap debit sungai dapat diketahui dengan menggunakan analisis statistik (Yendri *et al.*, 2019).

2.8. Object Oriented Classification (OOC)

Object oriented classification (OOC) merupakan metode klasifikasi yang menambahkan suatu *input* pengetahuan kontekstual ke dalam segmentasi. Proses klasifikasi dalam metode ini menggunakan prosedur segmentasi dengan sistem hirarki, sehingga suatu karakteristik objek dapat ditambahkan dengan kumpulan informasi tambahan dari objek yang diklasifikasikan seperti bentuk, tekstur, konteks dan informasi lain yang terkait dengan objek yang diklasifikasikan.

Penggunaan informasi tambahan ini akan memperkaya informasi dalam klasifikasi, sehingga dapat menghasilkan pengelompokan yang lebih spesifik dan akurat. Perbedaan mendasar pada pendekatan ini dibandingkan dengan klasifikasi konvensional terletak pada unit dasar proses analisis citra berupa objek citra atau segmen. OOC tidak menganalisis piksel tunggal, serta tindakan klasifikasi yang harus diterapkan pada objek citra (Baatz dan Shape, 2000).

Analisis citra dengan menggunakan metode *object oriented classification* (OOC) yang merupakan metode klasifikasi berdasarkan homogenitas karakteristik piksel-piksel pada citra landsat yang diklasifikasikan berdasarkan parameter berupa skala, bentuk dan kekompakan. Menurut hasil penelitian Artika *et al.* (2019) dengan klasifikasi penutupan lahan menggunakan 2 metode klasifikasi yaitu berbasis objek dan piksel pada klasifikasi menggunakan citra landsat mendapati bahwa metode berbasis objek menghasilkan nilai akurasi yang lebih baik dibandingkan klasifikasi berdasarkan piksel yaitu sebesar 95 %.

2.9. Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Secara geografis DAS Sekampung Hulu terletak pada 104°30 '34' BT sampai dengan 104° 49 '14' BT dan 05°050 "LS sampai dengan 05° 16'33 LS. DAS Sekampung Hulu dengan luas 424 km². Secara administrasi daerah penelitian terletak di Kabupaten Tanggamus meliputi Desa Air Kubang, Air Naningan, Datar Lebuay dan Sinar Jawa, Kecamatan Air Naningan dengan ketinggian tempat antara 175 m hingga 1.775 m dari permukaan air laut (BPDAS WSS, 2003).

DAS Sekampung Hulu merupakan daerah tangkapan air (*cacthment area*) bagi Bendungan Batuteги. Bendungan Batuteги terletak di Desa Way Harong, Kecamatan Pulau Panggung, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung, berjarak ± 90 km sebelah Barat Daya kota Bandar Lampung, dibangun pada Sungai Way Sekampung kurang lebih 65 km di hulu bendung Argoguruh. Bendungan Batuteги dibangun sebagai alternatif bagi irigasi Way Sekampung, disamping manfaat lain seperti pembangkit tenaga listrik, air baku, pariwisata, pengendalian banjir dan perikanan (Heryani dan Sutrisno, 2012).

2.9.1. Topografi DAS Sekampung Hulu

Berdasarkan topografi DAS Sekampung Hulu, terbagi dalam 5 kelas kemiringan lereng yaitu landai dengan kelerengan (3-8%), bergelombang (8-15%), berbukit (15-30%), agak curam (30-45%), dan curam (>45%) dan pada umumnya wilayah penelitian didominasi oleh kemiringan lereng bergelombang hingga berbukit. DAS Sekampung Hulu memiliki elevasi antara 200 – 1.750 m yang terbagi atas 3 satuan morfologi meliputi, satuan morfologi pegunungan dengan elevasi 400 – 1.250 mdpl, satuan morfologi kerucut gunung api dengan variasi elevasi 500 – 1.750 mdpl dan Satuan morfologi perbukitan bergelombang pada elevasi 200 – 800 mdpl (Banuwa, 2008).

2.9.2. Geologi

Berdasarkan penelitian Banuwa (2008), Daerah Sekampung hulu termasuk ke dalam Cekungan Bengkulu, Lajur Bukit Barisan dan tepi Cekungan Sumatera Selatan, dimana umumnya tersusun dari batuan endapan vulkanik yang sebagian bersifat insitu terendapkan di darat (kuarter) dan sebagian lagi terendapkan dalam lingkungan air (sedimen klastik). Struktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian berupa patahan, secara regional aktivitas lempeng tektonik daerah ini terletak di sekitar cekungan belakang busur deretan Pegunungan Bukit Barisan yang memanjang mengikuti bentuk Pulau Sumatera arah Barat Laut – Tenggara dimana sangat dipengaruhi oleh struktur regional sesar Semangko yang sangat aktif.

2.9.3. Iklim

Tanggamus, yang merupakan daerah aliran irigasi Way Sekampung, termasuk dalam wilayah zona agroklimat C2 dengan bulan basah (curah hujan >200mm/bulan) lima bulan berturut-turut dan terdapat empat bulan kering (curah hujan <100 mm/bulan) dalam setahun. Bulan basah terjadi pada Bulan Nopember, Desember, Januari, Februari, dan Maret. Sedangkan bulan kering terjadi pada Bulan Juni, Juli, Agustus, dan September (Setiawan dan Anwar, 2017). Berdasarkan penelitian Banuwa (2008) DAS Sekampung Hulu memiliki tipe B.

2.9.4. Jenis Tanah

Jenis tanah pada DAS Sekampung hulu didominasi oleh jenis tanah *Dystropepts*, kemudian diikuti oleh jenis tanah *Tropaquepts*. Meskipun jenis tanah yang ada di wilayah studi terdiri dari jenis tanah *Dystropepts* dan *Tropaquepts* tetapi karena kondisi topografi dan penutupan lahannya beragam sehingga sifat-sifat tanahnya sangat beragam.

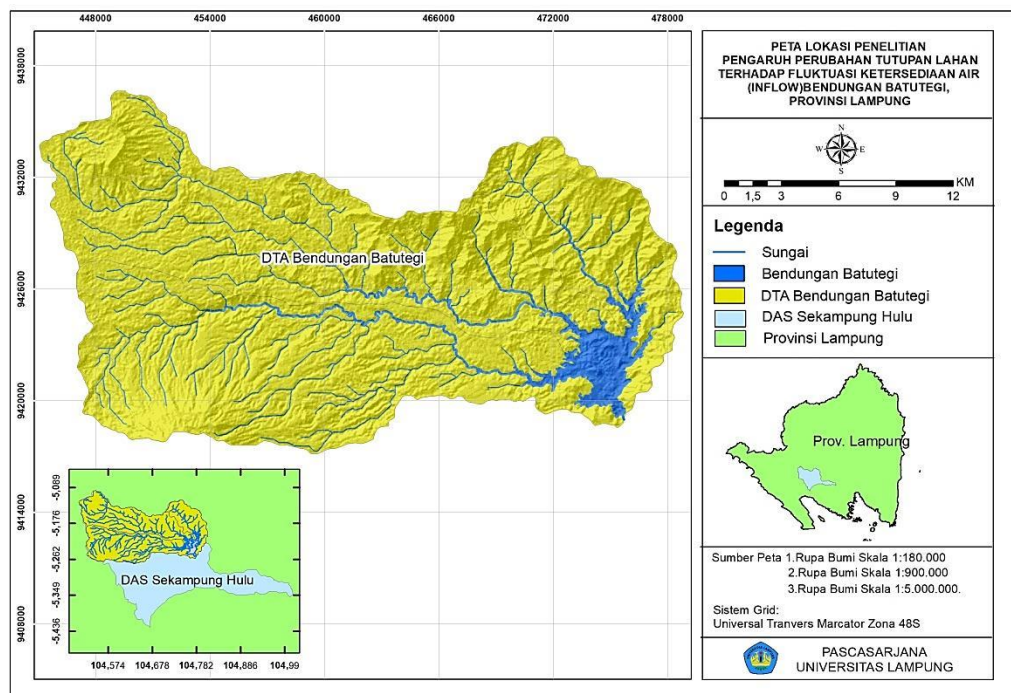
2.9.5. Hidrologi

Secara hidrologi, DAS Hulu Sekampung berfungsi berperan penting sebagai pemasok air utama bagi Bendungan Batutegi. DAS Sekampung Hulu termasuk dalam tipe paralel, dendritik dan radial dengan kondisi aliran sungai yang berbentuk meandering pada beberapa tempat, dan daerah lembah sungai berbentuk U pada daerah landai dan V pada daerah yang curam. Aliran air sungai mengalir dari arah barat dan utara yaitu daerah pegunungan dan perbukitan yang tinggi menuju daerah yang lebih rendah di daerah timur dan selatan yaitu dibendungan Batutegi (Banuwa, 2008). DAS Sekampung memiliki tiga sungai (way), yaitu: (1) Way Sekampung, yang mengalir dari pegunungan di sebelah Barat; (2) Way Sangharus, yang mengalir dari Gunung Rindingan, dan (3) Way Rilau yang mengalir dari pegunungan sebelah Utara. Sungai Sekampung menjadi sumber air bagi jaringan irigasi Sekampung dan Seputih, dengan bendungan Argo Guruh di Lampung Tengah, dan menjadi sumber penghidupan bagi jutaan petani padi dan palawija di Lampung Tengah, Metro, Lampung Timur dan Lampung Selatan (Arifin *et al.*, 2018).

III. METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Sub DAS Sekampung Hulu daerah tangkapan air Bendungan Batutegi, Provinsi Lampung pada bulan Februari-September 2021. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta lokasi penelitian.

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Global Positioning System* (GPS), kamera, dan *Software* pendukung meliputi *ArcGIS 10.4*, *Microsoft Excel*

dan Minitab. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa data citra landsat ETM +5, ETM +7 dan Landsat ETM +8 pada path/row 124/64, data curah hujan, data *inflow* di DAS Sekampung Hulu.

3.3. Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini dikelompokkan menjadi data primer dan data sekunder. Komponen, jenis, sumber data, dan cara pengambilan data disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Komponen, jenis, sumber data dan cara pengambilan data

No	Komponen Data	Jenis Data	Sumber Data	Cara Pengumpulan Data
1	Citra Landsat tahun 2010 sampai 2020	Primer	Citra Satelit http://glovis.usgs.gov .	Diolah
2	Data curah hujan 2010 sampai 2020	Sekunder	Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji-Sekampung.	Studi Pustaka
3	Data <i>inflow</i>	Sekunder	Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji-Sekampung.	Studi Pustaka

3.4. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan diantaranya adalah.

- 1) Tahap pertama adalah mempersiapkan data. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan, data *inflow* Bendungan Batutegei, data tutupan lahan di DAS Sekampung Hulu tahun 2010 sampai 2020.
- 2) Tahap kedua adalah melakukan analisis terhadap peta digital. Analisis ini bertujuan untuk mendapatkan data tutupan lahan di wilayah DAS Sekampung Hulu. Jenis tutupan lahan yang dianalisis lahan terbagi atas tutupan lahan hutan, pertanian lahan kering, pertanian lahan kering campuran, semak/belukar, pemukiman, lahan terbuka, badan air.
- 3) Tahap ketiga adalah melakukan analisis data terhadap data curah hujan bulanan dan *inflow* bulanan. Analisis ini bertujuan untuk mendapatkan

hubungan dari kedua data tersebut.

- 4) Tahap keempat adalah melakukan analisis regresi untuk mengetahui hubungan perubahan tutupan lahan terhadap volume ketersediaan air (*inflow*), koefisien *runoff* / koefisien alian tahunan (KAT), dan Fluktuasi *inflow* (KRA) Bendungan Batutege pada tahun 2010 sampai 2020.

3.5. Metode Analisis Data

3.5.1 Analisis Tutupan Lahan

Analisis tutupan lahan dilakukan pada periode tahun 2010 sampai 2020.

Analisis data tutupan lahan menggunakan dengan *software* Ecognition Developer dengan metode *Object Oriented Classification (OOC)* terhadap citra *landsat* tahun 2010 sampai 2020, sehingga memperoleh data hasil klasifikasi tutupan lahan tahun 2010 sampai 2020. Tutupan lahan terbagi atas hutan, pertanian lahan kering, pertanian lahan kering campuran, semak/belukar, pemukiman, lahan terbuka dan badan air. Tujuan analisis ini adalah mengetahui perubahan dan kondisi masing-masing tutupan lahan.

3.5.2 Analisis Curah Hujan

Data curah hujan diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji-Sekampung (BBWS-MS). Bentuk tabulasi data curah hujan yaitu meliputi curah hujan harian per-bulan, total curah hujan, rata-rata curah hujan, curah hujan minimum, dan curah hujan maksimum. Data curah hujan yang digunakan pada penelitian ini merupakan data curah hujan yang ada di Bendungan Batutege.

Tujuan dari menghitung curah hujan untuk mengetahui *inflow* musim hujan dan musim kemarau. Penentuan musim hujan dan musim kemarau pada penelitian ini menggunakan Sistem klasifikasi iklim menurut Schmidt-Ferguson (1951)

Kriteria dalam klasifikasi iklim Schmidt-Ferguson berdasarkan perhitungan Bulan Basah (BB), Bulan Lembab (BL), dan Bulan Kering (BK). Musim hujan digambarkan dengan Bulan Basah (BB) dan musim kemarau merupakan Bulan Kering (BK). Nilai klasifikasi Bulan Basah (BB), Bulan Lembab (BL), dan Bulan Kering (BK) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi curah hujan menurut Schmidt-Ferguson

No	Klasifikasi Iklim	Curah hujan (mm/bulan)
1	Bulan Basah	> 100
2	Bulan Lembab	60 – 100
3	Bulan Kering	< 60

Sumber: Schmidt-Ferguson (1951)

Berdasarkan hasil analisis curah hujan berdasarkan Schmidt-Ferguson (1951) dapat mengetahui tipe iklim pada lokasi penelitian dengan klasifikasi iklim sebagai berikut

$$Q = \text{Jumlah Bulan Kering} / \text{Jumlah Bulan Basah} \times 100\%$$

Tabel 3. Klasifikasi iklim menurut Schmidt-Ferguson

Tipe Iklim	Nilai Q	Keterangan
A	$0 < Q \leq 0,143$	Sangat Basah
B	$0,143 < Q \leq 0,333$	Basah
C	$0,333 < Q \leq 0,600$	Agak Basah
D	$0,600 < Q \leq 1,000$	Sedang
E	$1,000 < Q \leq 1,670$	Agak Kering
F	$1,670 < Q \leq 3,000$	Kering
G	$3,000 < Q \leq 7,000$	Sangat Kering
H	$7,000 < Q$	Luar Biasa Kering

3.5.3. Koefisien Runoff/Koefisien Aliran Permukaan Tahunan (KAT)

Koefisien aliran tahunan 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.

$$KAT = \frac{Q \text{ tahunan}}{P \text{ tahunan}} = \frac{RO}{CH}$$

Keterangan :

Q tahunan = tebal limpasan tahunan (mm)
P tahunan = tebal hujan tahunan (mm)
RO = Runoff (mm)
CH = curah hujan (mm)

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Adapun simpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kondisi tutupan lahan periode 2010-2020 mengalami perubahan luasan tutupan hutan menurun sebesar 1.642,93 Ha, pemukiman meningkat 70,09 Ha, Pertanian lahan kering menurun 8.359,87 Ha, Pertanian Lahan Campuran meningkat 13.090,11 Ha, Lahan Terbuka berkurang 497,15 Ha dan Semak meningkat 852,14 Ha.
2. Hubungan Perubahan tutupan lahan dan curah hujan terhadap fluktuasi aliran tahunan (KAT) yang berpengaruh nyata adalah hutan dan curah hujan, semakin luas hutan akan menurunkan nilai KAT dan semakin besar curah hujan akan meningkatkan KAT, sedangkan untuk hubungan perubahan tutupan lahan dan curah hujan terhadap nilai KRA yang berpengaruh nyata adalah hutan dan pemukiman, semakin luas hutan akan menurunkan KRA dan semakin luas pemukiman akan meningkatkan KRA.
3. Perlu dilakukan penambahan luas hutan untuk menurunkan nilai KRA.

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 sehingga dapat mengurangi atau menurunkan fluktuasi inflow (KRA) ke Bendungan Batutegi dan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dalam pengelolaan DAS di Sekampung Hulu.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Artika, E., Darmawan, A. dan Hilmanto, R . 2019 . Perbandingan Metode Maximum Likelihood Classification (MLC) dan Object Oriented Classification (OOC) dalam pemetaan tutupan mangrove di kabupaten lampung selatan. *Jurnal Hutan Tropis*. 7(2): 267–275.
- Arifin, B., Yuwono, S. B. dan Ismono, H. 2018. Pengendalian Risiko Lingkungan di DAS Sekampung, Lampung. Buku. UNILA dan RIHN. Lampung. 53p.
- Asdak, C . 2010. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Buku. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 630 p.
- Asnawi, R., Arifin, B., Zakaria, W. A., Banuwa, I.S. dan Abidin, Z. 2020. *Plant Archives*. 20(2): 7895-7904.
- Atmaja, D. M. (2019). *Kajian Inflow, Outflow Dan Water Balance Danau Beratan Di Dataran Tinggi Bedugul Bali*. 20(1).
- Atmaja, D.M., Budiastuti, M.S., Setyono, P. dan Sunarto. 2018. An ecohydrological-based management of Lake Beratan in Bedugul, Bali. Prosiding. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 148 p.
- Baatz, M. dan Shape, A. 2000. Multiresolution segmentation: an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation. *Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XII. Beitrage zum AGIT Symposium Salzburg*. 12-23.
- Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Way Seputih/Sekampung. 2003. Master Plan (Rencana Induk) Rehabilitasi Hutan dan Lahan Daerah Lampung Tahun 2003-2007. Buku. Bandar Lampung.
- Balai Pengelolaan DAS Wilayah Sungai Way Seputih - Way Sekampung. 2008. *Karakteristik DAS Way Sekampung*. Laporan Penelitian. BPDAS Way Seputih - Sekampung. Bandar Lampung. 138 hlm.
- Banuwa, I.S. 2008. Pengembangan Alternatif Usaha Tani Berbasis Kopi untuk Pengembangan Pertanian Berkelanjutan di DAS Sekampung Hulu. Disertasi. IPB Press. Bogor. 200 hlm.

- Badan Pertanahan Nasional. 2010. Klasifikasi penutup lahan. Jakarta. Indonesia.
- Butt, A., Shabbir, R., Ahmad, S. S., & Aziz, N. 2015. Land use change mapping and analysis using Remote Sensing and GIS: A case study of Simly watershed, Islamabad, Pakistan. *Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*. 18(2): 251–259.
- Chandler, F.J.C., Suyanto. 2004. Pengakuan Dan Pemberian Imbalan Bagi Penyediaan Jasa Daerah Aliran Sungai (DAS). *Prosiding Lokakarya: 6991. Sumatera Barat. World Agroforestry Centre (ICRAF)*.
- Dinka, O. M., & Chaka, D. D. 2019. Analysis of land use / land cover change in Adei watershed . Central Highlands of Ethiopia. *Journal Of Water And Land Development*. 6(41): 146–153.
- Dong, Y., Lei, T., Li, S., Yuan, C., Zhou, S., & Yang, X. 2015. Effects of rye grass coverage on soil loss from loess slopes. *International Soil and Water Conservation Research*, 3(3), 170–182.
- Efendi, M., Sunoko, H. R., & Sulistya, W. (2012). Kajian Kerentanan Masyarakat Terhadap Perubahan Iklim Berbasis Daerah Aliran Sungai (Studi Kasus Sub Das Garang Hulu). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 10(1): 8.
- Hadryana, I.M.A.D., Arsana, I. G. N. K. dan Suryantara, I. P.G. 2015. Analisis Keseimbangan Air/Water Balance di Das Tukad Sungi Kabupaten Tabanan. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil* . 19 (2): 99-107.
- Heryani, N. dan Sutrisno, N. 2012. Perencanaan Penggunaan Lahan di Daerah Tangkapan Air (DTA) Waduk Batutegi untuk Mengurangi Sedimentasi. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 6(1): 23-32.
- Kirpich, T. P. 1940. Time of concentration of small agricultural watersheds. *Civil Engineering*. 10(6). 362 p.
- Lillesand, T.M. dan Kiefer. F. W. 1993. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Alih bahasa. Buku. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 744 p.
- Lo, C.P. 1995. *Penginderaan Jauh Terapan*. Buku. Universitas Press. Jakarta. 475 p.
- Menteri Kehutanan. 2014. Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia No:P. 61/Menhut-II/2014. *Monitoring dan Evaluasi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. 36 p.
- Mopangga, S. (2020). Analisis Neraca Air Daerah Aliran Sungai Bolango. *RADIAL : Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa Dan Teknologi*, 7(2), 162–171.

- Pambudi, S., Darma, S., & Hidayat, Y. (2018). Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Dan Debit Aliran Di Sub Das Cicatih Analysis Of Land Use Change And River Discharge In Cicatih Sub Watershed. *8*(2), 258–263.
- Peraturan Pemerintah. 2012. Peraturan Pemerintah nomor 37 tahun 2012 tentang *Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. Jakarta. 44 hlm.
- Pramono, I.B. 2020. *Peningkatan Peran Hutan dalam Mengendalikan Hasil Air untuk Mitigasi Banjir dan Kekeringan*. Buku. Badan Penelitian, Pengembangan dan Inovasi Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 73 hlm.
- Pratama, H., Yuwono, S.B., Kaskoyo, H. dan Bakri, S. 2018. Nilai Ekonomi Pemanfaatan Jasa Air Daerah Aliran Sungai Way Betung. *Jurnal Sylva Lestari*. *6*(3): 9-17
- Pratama, W. dan Yuwono, S.B. 2016. Analisis Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Karakteristik Hidrologi di Das Bulok. *Jurnal Sylva Lestari*. *4*(3): 11-20.
- Pribadi, A. D., Kusumawati, R. D., & Firdausi, A. A. 2020. Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Karakteristik Hidrologi Di Das Sampean Kabupaten Bondowoso. *Jurnal Ilmiah Desain & Konstruksi*, *19*(2), 84–101.
- Priyonugroho, A. 2014. Analisis Kebutuhan Air Irigasi (Studi Kasus pada Daerah Irigasi Sungai Keban Daerah Kabupaten Empat Lawang). *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. *2*(3): 457-470.
- Purwanto, E., Ruijter, J. 2004. Hubungan Antara Hutan Dan Fungsi Daerah Aliran Sungai. Prosiding Dampak Hidrologis Hutan, Agroforestri, dan Pertanian Lahan Kering sebagai Dasar Pemberian Imbalan kepada Penghasil Jasa Lingkungan di Indonesia. *Lokakarya di Padang/Singkarak, Sumatera Barat, Indonesia, 25-28 Pebruari 2004, Bogor, Indonesia. [ID]. ICRAFSEA: World Agroforestry Centre*.
- Purwati, E. 2010. Design Flood at Arboretum of Sumber Brantas, East Java, Indonesia. *International Journal of Academic Research*. *2*(6): 318-320.
- Putra, D. A., Utama, S. P. dan Mersyah, R. 2019. Pengelolaan Sumberdaya Alam Berbasis Masyarakat Dalam Upaya Konservasi Daerah Aliran Sungai Lubuk Langkap Desa Suka Maju Kecamatan Air Nipis Kabupaten Bengkulu Selatan. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*. *8*(1): 77–86.
- Rahim, S.E. 2006. *Pengendalian Erosi Tanah dalam Rangka Pelestarian Lingkungan Hidup*. Buku. Bumi Aksara. Jakarta.160 p.

- Romlah, D. R., Yuwono, S. B., Hilmanto, R., & Banuwa, I. S. (2018). Pengaruh Perubahan Tutupan Hutan Terhadap Debit Way Seputih Hulu. *Jurnal Hutan Tropis*, 6(2):197-204.
- Rosmaladewi, O., Danuwikarsa, I. dan Panggabean, M. 2019. Pengelolaan Hutan Bersama Multistakeholder melalui Pengembangan Agroforestry Kopi Organik di Kawasan Hutan Darajat Kabupaten Garut. *Prosiding PKM-CSR*, V. 2(1): 641-646.
- Salim, A. G., Dharmawan, I. W. S., & Narendra, B. H. (2019). Pengaruh Perubahan Luas Tutupan Lahan Hutan Terhadap Karakteristik Hidrologi DAS Citarum Hulu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(2): 333-340.
- Saraswati, G. F., Suprayogi, A., & Amarrohman, F. J. (2017). *Jurnal Geodesi Undip April 2017 TERHADAP PENINGKATAN DEBIT MAKSIMUM Jurnal Geodesi Undip April 2017*. 6(2), 90–98.
- Schmidt, F. H dan Ferguson, J. H. A. 1951. Rainfall Types Based On Wet and Dry Period Rations for Indonesia With Western New Guinea. Jakarta: Kementrian Perhubungan Meteorologi dan Geofisika.
- Setiawan, A. H. dan Anwar, N. 2017. Optimasi Pola Tanam Menggunakan Program Linier (Waduk Batu Tegi, Das Way Sekampung, Lampung). *Jurnal Teknik ITS*. 6(1): 1-6.
- Saputri, D.A., Ridwan, Amin, M. dan Asmara, S. 2018. Analisis Koefisien Aliran Permukaan pada Berbagai Bentuk Penggunaan Lahan dengan Menggunakan Model SWAT. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 7(1) : 1- 8.
- Sosrodarsono, S. dan Takeda, K. 2003. Hidrologi untuk Pengairan. Permas, Pradnya Paramita. Jakarta. 226 p.
- 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.
- Supriadi, H., & Rivai, R. S. 2018. Produksi Padi Mendukung Swasembada Beras Small Irrigation Investment Development for Rice Production Enhancement to Support Rice Self-Sufficiency. *Jurnal Analisis Kebijakan Pertanian*, 16(1): 43–57.
- Supriyadi, E., Banuwa, I.S dan Yuwono, S. B. 2018. Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Karakteristik Aliran Masuk (Inflow) Bendungan Batutegi. *Jurnal Hutan Tropis*. 6(1): 73-81.
- Sutrisno, J., Sanim, B., Saefuddin, A. dan Sitorus, S. R. P. 2011. Arahan Kebijakan Pengendalian Erosi Dan Sedimentasi di Sub Daerah Aliran Sungai Keduang Kabupaten Wonogiri. *Jurnal Ilmiah Ilmu Tanah dan Agroklimatologi*. 8(2): 105-118.

- Tommi. 2011. *Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Karakteristik Hidrologi DAS Citarum Hulu*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 89 p.
- Verrina, G. P., Anugrah, D. D. dan Sarino. 2013. Analisis Runoff pada Sub DAS Lematang Hulu. *Jurnal Sipil dan Lingkungan*. 1(1): 22-31.
- Wigati, R., Soedarsono dan Rizki, F. 2016. Kaji Ulang Bendung Tetap Cipaas (Studi Kasus Desa Bunihara Kecamatan Anyer Serang-Banten. *Jurnal Fondasi*. 5(2): 62-73.
- Wijayanto, B (2013) Studi Pengelolaan Irigasi di Indonesia. *Jurnal Analisis Kebijakan Pertanian*.
- Winarni, S., Yuwono, S.B. dan Herwanti, S. 2016. Struktur pendapatan, tingkat kesejahteraan dan faktor produksi agroforestri kopi pada kesatuan pengelolaan hutan lindung batutege (studi di gabungan kelompok tani karya tani mandiri). *Jurnal Sylva Lestari*. 4(1):1-10.
- Wirdhana, S. A. B. 2014. Analisis karakteristik hidrologi pada areal hutan dalam upaya konservasi sumber daya air secara berkelanjutan. *Biowallacea*. 1(2): 97–106.
- Yendri, O., Wahyudi, A. dan Gunawan, G. 2019. Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Debit Banjir Menggunakan Model Regresi Linier Berganda Sub Das Musi Hulu Kabupaten Mrawas. *Jurnal Teknik Hidro*. 12(2): 32-39.
- Yusuf, A., Kusumastuti, D. I. dan Wahono, E. P. 2021. Pengaruh Tutupan Lahan terhadap Base Flow Index DAS Way Seputih Provinsi Lampung. *Siklus: Jurnal Teknik Sipil*. 7(2): 146-159.