

## **Vulnerability Assessment of Environmental and Non-Natural Physical by Subsidence in Sub-Unity of Peatland Hydrology at Jangkang River-Liong River Bengkalis Island**

Agung Adiputra<sup>1</sup>

Rasminto<sup>2</sup>

Khausar<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dosen Pendidikan Geografi UHAMKA Jakarta, Email: agung.adiputra@uhamka.ac.id

<sup>2</sup>Dosen Pendidikan FKIP Universitas Islam 45 Bekasi 3, Email: rasminto45@unismabekasi.ac.id

<sup>3</sup>Dosen STKIP Bina Bangsa Meulaboh, Aceh Barat, Email: saraja970@gmail.com

**ABSTRACT** : One of the impacts of land conversion on peatlands is the decrease of the land surface or subsidence. Subsidence in Sub-Unitary Hydrology (Sub-KHG) of Jangkang River - Liong River causes further impacts of inundation in settlements and farmland, damage to structures and the fall of plantation crops during high rainfall. To mitigate the impact of subsidence, appropriate disaster mitigation directives are required through a review of the value of disaster vulnerability at the site. This study aims to identify the aspects of environmental and non-natural physical susceptibility caused by subsidence. This research was conducted with several stages, namely 1) Collecting data and building database system, 2) Identify the susceptibility of subsidence from physical aspects of non-natural and environment. The results of this study indicate that very high environmental vulnerability is occurring in deep peat areas that should be protected in the southern part of the Sub-KHG. While the northern region of the mangrove ecosystem is less vulnerable environment. The highest non-natural physical vulnerability is found in Dusun Rahayu, ParitKenanga, Mekar and Murni. 10 hamlets have moderate non-natural physical vulnerability and 10 other hamlets of low non-natural physical vulnerability. Spatially there is an area of 4242.94 ha (28.8%) is an area of high vulnerability and 5909.03 ha (40.2%) is a medium vulnerability area and 4541,85 ha (30,9%) is an area low vulnerability.

Keywords: Subsidence, soil-water conservation, and environment.

### **PENDAHULUAN**

Indonesia memiliki lahan gambut terluas di antara Negara tropis dunia, yaitu sekitar 21 juta ha, yang tersebar terutama di Sumatera, Kalimantan dan Papua (BLSLDP 2008) atau sekitar 10,8% dari luas daratan Indonesia. Namun, pertumbuhan penduduk Indonesia menuntut pembukaan lahan baru termasuk pada lahan gambut. Lahan gambut dibuka dengan melakukan reklamasi yang biasanya diawali dengan pembuatan saluran drainase sebelum dapat digunakan lebih lanjut. Salah satu dampak yang menjadi perhatian akibat pembuatan drainase pada

lahan gambut adalah penurunan permukaan atau *subsidence*. Dalam hal ini, *subsidence* adalah sebuah peristiwa yang merugikan dan menjadi ancaman bagi kelestarian ekosistem lahan gambut atau dapat dikatakan sebagai suatu bencana.

Penelitian Edi (2017) telah menunjukkan adanya bahaya *subsidence* yang besarnya bervariasi dengan rata-rata 53,7 cm/ tahun terjadi di salah satu Sub-Kesatuan Hidrologi Gambut(KHG) Pulau Bengkalis, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau yakni Sub-KHG Sungai Jangkang - Sungai Liong. Total luas Sub-KHG tersebut

seluas 90.563 ha dan secara administrative merupakan wilayah Kecamatan Bantan, Kabupaten Bengkalis. Untuk mengurangi kerugian dan risiko bencana akibat *subsidence* diperlukan kajian kerentanan bencana sebagai pedoman dalam melakukan kegiatan mitigasi atau penanggulangan risiko bencana. Kerentanan bencana adalah kondisi yang ditentukan oleh faktor fisik atau sosial, ekonomi dan lingkungan atau proses yang meningkatkan kerentanan individu, masyarakat, aset atau sistem terhadap dampak bahaya (UNISDR 2012).

Aspek Kerentanan lingkungan didefinisikan sebagai fungsi dari keterpaparan lingkungan, sensitivitas dan kapasitas adaptif (IPCC 1995 dalam Yoo *et al*, 2014). Penilaian kerentanan faktor fisik alami (lingkungan) dalam penelitian ini terutama berkaitan dengan karakteristik pengelolaan lingkungan alami kepulauan, kerentanan dan ketahanan lingkungan terhadap proses ekstrem alami dan implikasinya terhadap pemanfaatan lingkungan KHG yang berkelanjutan. Kerentanan fisik non-alami merupakan faktor fisik yang dipengaruhi oleh manusia, yakni melalui pengukuran parameter rumah (desain dan konstruksi bangunan), fasilitas umum dan fasilitas kritis. Kualitas bangunan rumah merupakan faktor penting dalam mengevaluasi kerentanan bencana. Hal ini

Lapis dan sebagian Desa Bantan Timur, seperti dapat dilihat pada Gambar 1.

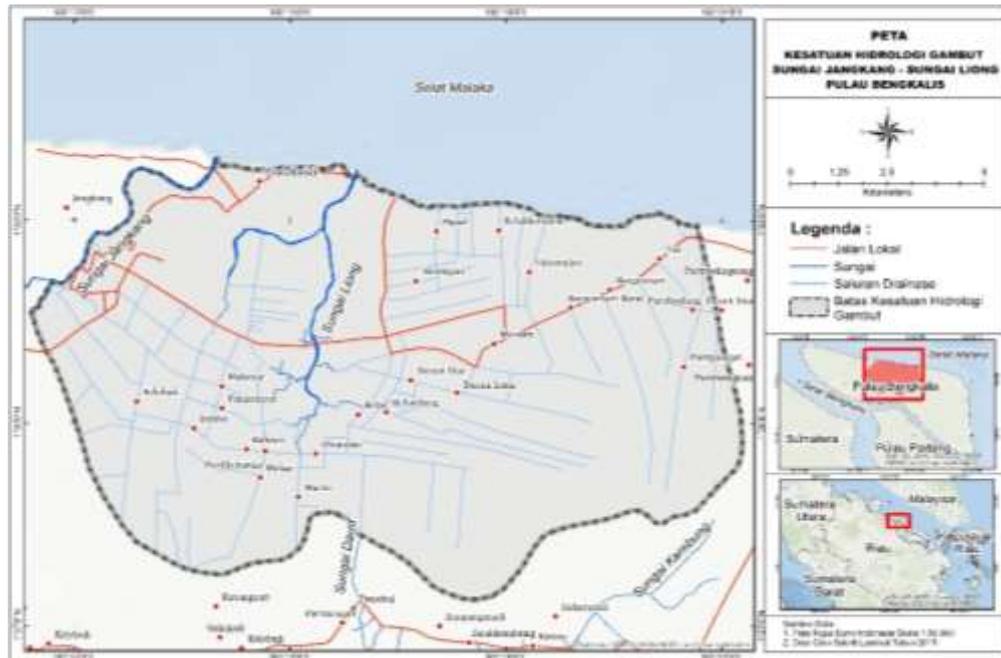
berkaitan dengan konstruksi bangunan rumah, orang yang tinggal di rumah dengan konstruksi buruk sangat rentan terhadap bencana (Eidson *et al*. 1990).

Data/informasi tentang perkiraan laju *subsidence* dan meluasnya daerah yang terpapar *subsidence* sangat penting untuk perencanaan pemanfaatan lahan gambut secara optimal dalam rangka memelihara kelestarian gambut. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi aspek kerentanan bencana secara lingkungan dan fisik non-alami yang ditimbulkan oleh penurunan muka tanah atau *subsidence* di Sub-KHG Sungai Jangkang- Sungai Liong, Pulau Bengkalis. Kajian kerentanan *subsidence* yang dapat menjadi pedoman untuk tindakan mitigasi guna mengurangi risiko kerusakan lahan gambut.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September sampai Desember tahun 2017 di Sub-KHG Sungai Jangkang-Sungai Liong, Pulau Bengkalis, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau. Sub-KHG tersebut secara administratif berada di Kecamatan Bantan, meliputi 10 desa yaitu Desa Bantan air, Desa Bantan Sari, Desa Mentayan, Desa Ulu Pulau, Desa Bantan Tengah, Desa Teluk Papal, Desa Selat Baru, Desa Berenah, Desa Resam



Gambar 1 Peta Sub-KHG Sungai Jangkang – Sungai Liang (sumber : Edi 2017)

*ArcGIS* untuk melakukan pengolahan data penelitian.

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa seperangkat peta kerja yang berguna sebagai panduan untuk melakukan pengamatan lapangan yang terdiri dari peta-peta dasar seperti peta administrasi, peta penggunaan lahan, peta bahaya *subsidence* Pulau Bengkalis. Selain itu juga dibutuhkan beberapa peralatan untuk melakukan pengamatan lapangan yang terdiri dari GPS (*Global Position System*) dan komputer tablet berbasis android yang digunakan untuk dokumentasi lapangan. Untuk memperoleh data kerentanan fisik non-alami digunakan kuisioner tertutup dan terbuka. Sedangkan untuk menginventarisasi data yang diperoleh dilapangan digunakan perangkat komputer tablet dengan aplikasi survei *Avenza map*. Selain itu juga dibutuhkan satu unit laptop yang dilengkapi oleh aplikasi *Microsoft Office, Microsoft Excel, SPSS*, dan

### PROSEDUR PENELITIAN

Dalam mengkaji data untuk memperoleh informasi kerentanan lingkungan dan fisik non-alami bencana *subsidence* pada lahan gambut di Pulau Bengkalis, Kabupaten Riau dilakukan pada beberapa tahapan sebagai berikut :

Tahap 1 : Mengumpulkan data dan membangun sistem *database*.

Pada tahap awal sebelum dilakukan analisis, semua data dibuat ke dalam bentuk *database* berbasis sistem informasi geografis. Kemudian, dengan *database* yang tersusun rapi tersebut data dapat dikonversi secara terpisah untuk data tabular pada aplikasi *microsoft Excel*, sedangkan untuk data spasial karena berbasis SIG maka digunakan aplikasi *ArcGIS* sebagai alat untuk

mengolah data agar lebih efisien waktu dan tenaga. Untuk membangun data diperlukan pengamatan lapangan dan pengumpulan data. Beberapa tahapan pengamatan lapangan dan pengumpulan data pada penelitian ini meliputi:

- a) Pengujian terhadap kebenaran identifikasi objek (penggunaan/penutupan lahan dan bentuk lahan di wilayah Sub-KHG Sungai Jangkang - Sungai Liong pulau Bengkalis).
- b) Verifikasi hasil dilapangan mengenai kebenaran identifikasi daerah bahaya *subsidence*.
- c) Wawancara penduduk di daerah terparah bahaya *subsidence* untuk mendapatkan data kerentanan sosial dan kapasitas.

Tahap 2 : Identifikasi Kerentanan *subsidence*

Penentuan tingkat kerentanan dilakukan dengan menggunakan skor setiap parameter, dimana semakin besar nilai skor

maka semakin tinggi ancamannya. Pada potensi bahaya *subsidence* yang terjadi di lahan gambut, penilaian potensi dibagi menjadi tiga kelas yaitu, rendah, sedang dan tinggi. Bobot parameter setiap aspek kerentanan menggunakan asumsi nilai kepentingan dalam kerentanan tersebut. Skoring untuk setiap kelas adalah 1 untuk potensi rendah, 2 untuk sedang dan 3 untuk potensi tinggi. Penentuan skor dan bobot setiap parameter lebih jelas sebagai berikut :

a) Kerentanan Fisik Non-Alami

Kerentanan fisik non-alami merupakan faktor fisik yang dipengaruhi oleh manusia, yakni melalui pengukuran parameter rumah (desain dan konstruksi bangunan), fasilitas umum dan fasilitas kritis. Distribusi spasial untuk parameter rumah dan fasilitas umum kajiannya berdasarkan sebaran wilayah permukiman di setiap dusun. Jumlah rumah, fasilitas umum, dan fasilitas kritis. Nilai kerentanan dusun dihitung berdasarkan sensitivitas setiap parameter terhadap *subsidence* seperti pada Tabel 1.

Tabel 1  
 Parameter dan Skoring Kerentanan Fisik non-alami

Parameter	Bobot	Skoring		
		1	2	3
Jumlahbangunanrumahkayu	0, 1	<20	20-60	>60
Jumlahbangunanrumahbatu	0, 2	<20	20 -60	>60
Jumlahfasilitasumum	0, 3	<5	5-10	>10
Jumlahfasilitaskritis	0, 4	<2	2-4	>4

b) Kerentanan Lingkungan

Penilaian kerentanan lingkungan berdasarkan pedoman penentuan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup

2014, DAS dan KHG (kawasan hutan gambut), yakni total luas yang menjadi fungsi lindung adalah 30% dari keseluruhan luasan KHG pada kubah gambut dalam (kedalaman

lebih dari 3 meter). Sedangkan dalam penentuan skoring penggunaan lahan menjadi indikator penilaiannya. Bagian ini menghasilkan penilaian dampak bahaya *subsidence* sebagai bencana yang merusak pada KHG Sungai Jangkang - Sungai Liong, Pulau Bengkalis. Setiap parameter dapat diidentifikasi menggunakan data penggunaan lahan. Parameter kerentanan lingkungan meliputi hutan lindung, hutan alam, hutan bakau/mangrove, semak belukar, pemukiman

dan penggunaan lahan lainnya. Masing-masing parameter dikaji dengan menggunakan metode skoring dengan nilai skor diperoleh dari persentase luas gambut dalam yang wajib dilindungi dengan luasan total area pada fungsi lindung. Nilai bobot dan skor dari penggunaan lahan dan kedalaman gambut untuk menentukan kerentanan fisik alami (lingkungan) seperti pada Tabel 2.

Tabel 2  
 Bobot dan Skor Parameter Kerentanan Fisik Alami (Lingkungan)

Parameter	Bobot	Skor
Kedalaman Gambut	0,6	
0-100 cm		1
100-400 cm		2
>400 cm		3
Penggunaan Lahan	0,4	
Sawah		0
Sungai		0
Tambak		0
Mangrove		1
Semak belukar		1
Hutan		2
Tegalan		3
Kebun campuran		3
Pemukiman		3
Bekas kebakaran		3

### Tahap 3 : Identifikasi Kerentanan

Dari hasil kajian aspek kerentanan bencana *subsidence* lahan gambut, akan diperoleh indeks kerentanan bencana yang juga divisualisasikan secara spasial. Berdasarkan metode perhitungan kerentanan yang ditetapkan oleh Lembaga khusus penanggulangan bencana persatuan bangsa-

bangsa (UNISDR), Potensi Dampak (PI) ditentukan sebagai produk kajian *Exposure* (E) dan Sensitivitas (S) dengan persamaan  $PI = (E \times S)$ . Perhitungan potensi dampak didasarkan pada sinergi (atau sifat multiplikatif) E dan S karena faktor-faktor ini berinteraksi secara aditif. Nilai kerentanan terhadap bencana diperhitungkan dengan rumus  $V = (E \times S) / AC$ . Oleh karena itu, diperlukan data

kapasitas pada tiap jenis kerentanan. Kapasitas (AC) adalah kombinasi dari semua tindakan dan energi yang ada di dalam komunitas, masyarakat atau organisasi yang dapat digunakan untuk mencapai tujuan tertentu yakni dalam menghadapi dampak bahaya *subsidence*. Sedangkan kapasitas adaptasi adalah kemampuan orang, organisasi dan sistem, menggunakan keterampilan dan sumber daya yang tersedia, menghadapi dan mengelola kondisi buruk atau keadaan darurat bencana.

Penentuan kelas kerentanan *subsidence* diperoleh dari kajian tumpang-susun dengan sistem pengharkatan dan pembobotan. Dalam penentuan kelas kerentanan digunakan metode analisis dengan prosedur analisis *cluster* dalam mencari daerah yang mempunyai tingkat kerentanan paling tinggi. Dalam penentuan tingkat kerentanan ini semua variabel yang digunakan dikelompokkan menjadi 3 yaitu daerah dengan kondisi bahaya tinggi, sedang dan kondisi rendah/aman (Tran 2010). Data kerentanan tersebut kemudian dapat menjadi acuan dalam pembuatan kebijakan pengembangan wilayah. Sedangkan peta kerentanan menjadi rekomendasi pembuatan rencana tata ruang berbasis bahaya *subsidence* pada lahan gambut dan menjadi dasar pembuatan kebijakan arahan mitigasi bencana.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kajian Kerentanan

#### 1. Aspek Kerentanan Lingkungan

Penilaian aspek kerentanan lingkungan berdasarkan pedoman penentuan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup 2014 secara spasial menunjukkan daerah yang memiliki kriteria paling sensitiv atau paling rentan dalam menghadapi ancaman *subsidence* dan merupakan kawasan fungsi lindung gambut dalam lebih dari 4 meter, sedangkan pada area Sub-KHG Sungai Jangkang – Sungai Liong lokasi gambut dalam berada di sebelah selatan. Sementara itu, wilayah utara merupakan daerah pesisir dengan ekosistem mangrove yang sensitivitasnya lebih rendah terhadap ancaman *subsidence*.

#### 2. Kerentanan fisik non alami

Kerentanan fisik non-alami menggambarkan suatu kondisi fisik lahan terbangun yang rawan terhadap bencana. Dalam penelitian ini parameter yang digunakan adalah jumlah bangunan dengan konstruksi batu maupun kayu dan fasilitas umum serta fasilitas kritis. Pengambilan data lapangan yang dilakukan menggunakan pendekatan sensus sehingga menghasilkan akurasi data yang detail seperti pada Tabel 3.

Tabel 3  
 Kerentanan Fisik Non-alamidi Wilayah Penelitian

Dusun	Jumlah			
	Bangunan Ruma hbatu	Bangunan Rumah kayu	Fasilitas kritis	Fasilitas umum

Bangun sari	65	44	4	11
Bangun sasri Barat	61	41	3	10
Belas	30	20	2	5
Belun dang	25	16	1	4
DusunDua	33	22	2	5
Dusun Lima	34	23	2	6
Jambu	59	40	3	10
Kelebuk	61	41	3	10
Makmur	66	44	4	11
Mekar	82	55	5	14
Mentayan	31	21	2	5
Meranti	27	18	1	4
Murni	86	57	5	14
PanarDarat	67	45	4	11
Pantaiindah	67	44	4	11
Papal	26	18	1	4
Paritbandung	59	39	3	10
ParitKenanga	77	52	4	13
Paritpangat	57	38	3	10
Rahayu	74	49	4	12
Sidomulya	31	21	2	5
Telukkondom	24	16	1	4
Tua	60	40	3	10
Ulu pulau	28	19	2	5

Pada lokasi penelitian, umumnya rumah dibangun dari material batu dibanding dengan material kayu. Jumlah rumah batu paling banyak terdapat di Dusun Murni sebanyak 86 rumah, disusul Dusun Mekar 82 rumah, Dusun Parit Kenangan 77 rumah, Dusun Rahayu 74 rumah, Dusun Panar Barat dan Pantai Indah masing-masing 67 rumah dan seterusnya. Sedangkan jumlah rumah kayu paling banyak ditemukan di dusun Murni dengan jumlah 57 rumah, kemudian Dusun Mekar 55 rumah, Dusun Parit Kenanga 52 rumah, Dusun Rahayu 49 rumah, Dusun Panar Darat 45 rumah, Dusun Bangun Sari, Makmur dan Pantai Indah masing-masing 44 rumah dan seterusnya.

Dari Tabel 9 dapat ditafsirkan kerentanan fisik non-alam tertinggi terdapat di Dusun Rahayu, Parit Kenanga, Mekar dan Murni. 10 dusun memiliki kerentanan fisik

non-alam sedangkan 10 dusun lainnya memiliki kerentanan fisik non-alam rendah. Fasilitas umum di Sub-KHG Sungai Jangkang - Sungai Liong seperti masjid, sekolah, bangunan desa dan semacamnya memiliki jumlah yang berbeda di berbagai dusun dan tidak semua fasilitas tersebut pada kondisi baik dan terawat, sebagian fasilitas pada kondisi kritis. Jumlah fasilitas umum terbanyak berturut-turut ada di Dusun Mekar dan Murni sebanyak 14 buah, Dusun Paritkenanga 13 buah, Dusun Rahayu 12 buah, Dusun Bangunsari, Makmur, Panar Darat dan Pantai Indah masing-masing 11 buah, Dusun Bangun sari Barat, Jambu, Kelebuk, Parit Bandung, Parit Pangat, dan Tuamasing-masing 10 buah dan seterusnya.

Sedangkan fasilitas kritis paling banyak ditemukan di Dusun Murni dan

Mekar sebanyak 5 buah, kemudian di Dusun Bangunsari, Makmur, Panar Darat, Pantai Indah, Parit Kenanga, Rahayu masing-masing 4 buah, di Dusun Bangunsari Bara, Jambu, Kelebuk, Parit Bandung, Parit Pangat, dan Tua masing-masing 3 buah, dan seterusnya.

Secara administrasi terdapat 4 dusun yaitu Makmur, Mekar, Murni dan Panar Darat yang merupakan dusun dengan kerentanan tertinggi dan terdapat 6 dusun terendah yaitu Belas, Dusun dua, Dusun lima, Mentayan, Meranti dan Sidomulya. Secara spasial terdapat area seluas 4242,94 ha (28,8%) merupakan kerentanan tinggi dan seluas 5909,03 ha (40,2%) merupakan kerentanan sedang dan seluas 4541,85 ha (30,9%).

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah diuraikan, diperoleh simpulan sebagai berikut:

1. Aspek Kerentanan lingkungan yang merupakan kawasan lindung dan merupakan lokasi yang terdapat gambut

## DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad S. 2006. *Konservasi Tanah dan Air* . Bogor (ID) : Institut Pertanian Bogor Press.
- [Dinas PUPR] Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2015. *Kajian Evaluasi Kinerja Penyelesaian*

dalamberada di wilayah selatan Sub-KHG ini, sedangkan wilayah utara yang merupakan daerah pesisir dengan ekosistem mangrove memiliki kerentanan lingkungan yang lebih rendah.

2. Aspek Kerentanan fisik non-alam tertinggi terdapat di Dusun Rahayu, Parit Kenanga, Mekar dan Murni. 10 dusun memiliki kerentanan fisik non-alam sedang dan 10 dusun lainnya memiliki kerentanan fisik non-alam rendah.
3. Secara actual berdasarkan batas administrasi terdapat pada 4 dusun yaitu Makmur, Mekar, Murni dan Panar Darat yang merupakan dusun dengan kerentanan tertinggi dan terdapat 6 dusun terendah yaitu Belas, Dusun dua, Dusun lima, Mentayan, Meranti dan Sidomulya. Secara spasial terdapat area seluas 4242,94 ha (28,8%) merupakan kerentanan tinggi dan seluas 5909,03 ha (40,2%) merupakan kerentanan sedang dan seluas 4541,85 ha (30,9%).

Pengendalian Banjir DAS Cilemer. Laporan Akhir.

- [Dirjen RLPS] Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial. 2014. *Peraturan Direktur Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial Nomor: P. 61 /Menhut-II/2014 tentang Pedoman*

- Monitoring dan Evaluasi Daerah Aliran Sungai. Jakarta.
- Junaidy E. 2013. Peranan penerapan agroforestry terhadap hasil air daerah aliran sungai (DAS) Cisadane. *Jurnal Penelitian Agroforestry*. 1(1):41-53
- Kustamar. 2013. Strategi pengendalian banjir berbasis konservasi sumber daya air di DAS Sungai Nangka, Lombok Timur. *Konferensi Nasional Teknik Sipil 7*, Surakarta 24-26 Oktober.
- Moriasi DN, Arnold JG, Van Liew MW, Bingner RL, Harmel RD, Veith TL. 2007. Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulation. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*. 50(3):885-900.
- [Pemprov Banten] Pemerintah Provinsi Banten. 2011. *Peraturan Daerah No. 2*
- White KL, Chaubey I. 2005. Sensitivity analysis, calibration, and validation for a multisite and multivariable SWAT Model.
- Junaidi E, Tarigan SD. 2012. Penggunaan model hidrologi SWAT (Soil and Water Assessment Tool) dalam pengelolaan DAS Cisadane (application SWAT hydrology model in Cisadane watershed management). *Jurnal Penelitian Hutandan Konservasi Alam*. 9 (3) : 221-237.
- tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Banten Tahun 2010-2030. Banten (ID) : PemerintahProvinsiBanten.
- Rejekiingrum P, Haryati U. 2002. Panen hujan dan aliran permukaan untuk meningkatkan produktivitas lahan kering di Nyatnyono, DAS Kaligarang, Semarang. *J. Agromet*. 1:61-75.
- Saleh DK, Kratzer CR, Green CH, Evans DG. 2009. Using the Soil and Water Assesment Tool (SWAT) to Simulate Runoff in Mustang Creek Basin, California. *Scientific Investigation Report*. US Department of Interior.
- Santhi C, Arnold jg, Williams JR, Dugas WA, Srinivasan R, Hauck LM. 2001. Validation of the SWAT model on a large river basin with point and nonpoint sources. *J. American Water Resour. Assoc*. 37(5): 1169-1188.