



## ANALISIS PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN TERHADAP TINGKAT KERENTANAN KEKERINGAN DI DAS ANTOKAN

Aldhy Rahman Fajar<sup>1</sup>, Ahyuni<sup>2</sup>

Program Studi Geografi FIS Universitas Negeri Padang Padang

Email: [aldhyrahman99@gmail.com](mailto:aldhyrahman99@gmail.com)

### Abstrak

Perubahan penggunaan lahan di DAS Antokan merupakan lahan yang dibangun menjadi daerah terbangun yang memerlukan perencanaan secara aktif, perubahan penggunaan lahan tidak dapat dihindari dalam suatu proses pembangunan wilayah. Dalam DAS Antokan perlu adanya perencanaan yang matang dalam membangun suatu penggunaan lahan supaya dapat mencegah terjadinya kemungkinan terburuk, salah satunya yaitu dengan membuat suatu model perencanaan penggunaan lahan dalam rangka pengendalian kekeringan di DAS Antokan, analisis yang digunakan dalam penelitian ini yaitu klasifikasi supervised dalam menghitung perubahan penggunaan lahan dan model SWAT dan Indeks SMDI untuk mengetahui tingkat kerentanan kekeringan di DAS Antokan. Berdasarkan hasil penelitian perubahan penggunaan lahan DAS Antokan Tahun 2011-2021 mengalami perubahan besar pada penggunaan lahan hutan sekunder dengan luas 14603.3 ha. Tingkat kerentanan kekeringan DAS Antokan pada tahun 2011 yang tidak ada kerentanan kekeringan meningkat pada 2021 dengan subDAS 15, 17, 21, 24, 34, 36, 40 dan 43 menjadi “Sangat Rentan”.

**Kata kunci:** Penggunaan Lahan, DAS antokan, SWAT, Tingkat Kerentanan Kekeringan

### Abstract

*Changes in land use in the Antokan watershed are land that has been built into a built area that requires active planning, land use changes are unavoidable in a regional development process. In the Antokan watershed, careful planning is needed in building land use to prevent the worst possible occurrence, one of which is by making a land use planning model to control drought in the Antokan watershed, the analysis used in this study is the supervised classification in calculating changes land use and SWAT models and the SMDI index to determine the level of drought vulnerability in the Antokan watershed. Based on the research results on land use changes, the Antokan watershed in 2011-2021 experienced significant changes in the use of secondary forest land with an area of 14603.3 ha. The vulnerability to drought in the Antokan watershed in 2011 with no drought vulnerability increased in 2021 with sub-watersheds 15, 17, 21, 24, 34, 36, 40, and 43 being “Very Vulnerable”.*

**Keyword:** Land Use, Antokan Watershed, SWAT, Drought Vulnerability

<sup>1</sup>Mahasiswa Departemen Geografi Universitas Negeri Padang

<sup>1</sup>Dosen Departemen Geografi Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Padang

## PENDAHULUAN

Penggunaan lahan merupakan segala campur tangan manusia, baik secara permanen maupun secara siklus terhadap suatu bentuk sumberdaya alam dan sumberdaya buatan secara keseluruhan disebut lahan, dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhannya baik secara kebendaan maupun spiritual ataupun dua-duanya (Malingreau 1977).

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan sistem alami yang menjadi tempat berlangsungnya proses-proses biofisik, hidrologis, maupun kegiatan sosial ekonomi dan budaya masyarakat yang kompleks (Susanto 1991).

Daerah aliran sungai (DAS) Antokan merupakan salah satu DAS yang terletak di Kabupaten Agam Kota Lubuk Basung yang mempunyai fungsi strategis. Pada DAS terjadinya penurunan kualitas lingkungan akibat pengolahan sumber daya yang tidak ramah lingkungan serta terjadinya alih fungsi lahan tanpa memperhatikan fungsi kawasan dan cenderung mengabaikan kaidah-kaidah konvasi tanah dan air.

Perubahan penggunaan lahan di Daerah Aliran Sungai Antokan merupakan lahan yang dibangun menjadi daerah terbangun memerlukan perencanaan secara aktif. Menurut (Kusumaningrat., Subiyanto., and Yuwono. 2015), perubahan penggunaan lahan tidak dapat dihindari dalam suatu proses pembangunan wilayah.

Dalam Daerah Aliran Sungai (DAS) Antokan perlu adanya perencanaan yang

matang dalam membangun suatu penggunaan lahan supaya dapat mencegah terjadinya kemungkinan terburuk, salah satunya yaitu dengan membuat perencanaan penggunaan lahan dalam rangka pengendalian kekeringan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Antokan.

SWAT (*Soil Water Assessment Tool*) merupakan model hidrologi berbasis fisik dalam skala spasial-temporal dan terintegrasi dengan *Geographic Information Systems* (GIS) dan *Digital Elevation MODEL* (DEM) (Olivera et al. 2006).

Model SWAT ini dapat dioperasikan pada rentan waktu harian dan dirancang untuk memprediksi dampak jangka panjang dari praktek pengolahan lahan terhadap sumber daya air, sedimen, dan hasil agro-chemical pada DAS dan menyatu dengan berbagai skenario tanah, penggunaan lahan dan pengelolaan-pengelolaan berbeda.

Dengan demikian diharapkan Model SWAT dapat menjadi solusi dalam mengendalikan berbagai masalah yang ada terutama masalah kerentanan kekeringan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Antokan.

Tujuan penelitian ini adalah Mengetahui perubahan penggunaan lahan di daerah aliran sungai (DAS) Antokan pada tahun 2011, 2016 dan 2021, Mengetahui tingkat kerentanan kekeringan di daerah aliran sungai (DAS) Antokan menggunakan metode SWAT dan Indeks SMDI pada tahun 2011, 2016 dan 2021.

## METODE PENELITIAN

### **Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Antokan yang secara administrasi berada pada Kabupaten Agam dan Kabupaten Padang Pariaman Provinsi Sumatera barat. Daerah Aliran Sungai (DAS) Antokan berbentuk memanjang atau lonjong dengan luas 52982.91 ha.

### **Teknik Pengumpulan Data**

Peta yang digunakan dalam penelitian ini adalah Peta Daerah Aliran Sungai (DAS) Antokan, peta jenis tanah, peta penggunaan lahan tahun 2011, peta penggunaan lahan 2016 dan peta penggunaan lahan tahun 2021. Data yang digunakan dalam penelitian ini ialah data curah hujan, data suhu, data sinar matahari, data kelembapan relatif, data kecepatan angin pada tahun 2011, 2016, 2021 dan data DEMNAS.

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini adalah komputer atau laptop sedangkan perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah ENVI 5.1, software Arcgis 10.4 dan ArcSWAT. Perangkat tersebut digunakan dalam proses menganalisis penggunaan lahan dan tingkat kerentanan kekeringan di kawasan Daerah Aliran Sungai (DAS) Antokan.

### **TEKNIK ANALISIS DATA**

#### **Klasifikasi *Supervised***

Klasifikasi *Supervised* atau klasifikasi terbimbing merupakan klasifikasi yang dilakukan dengan arahan analisis, dimana kriteria pengelompokan kelasnya ditetapkan berdasarkan penciri kelas (*class signature*) yang diperoleh melalui

pembuatan area (Karina and Kurniawan 2021). Klasifikasi digunakan dalam mengklasifikasikan penggunaan lahan di setiap penelitian ini, klasifikasi *supervised* dalam pengolahannya menggunakan perangkat lunak Envi 5.1.

Klasifikasi terbimbing ini ditentukan oleh kualitas sampel dan jumlah sampel yang ada. Algoritma yang digunakan dalam metode ini adalah maximum likelihood yang berpedoman pada nilai pixel yang sudah dikategorikan objeknya untuk dibuat ROI (*region of interest*) untuk masing-masing objek penggunaan lahan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Antokan.

#### **Analisis Model SWAT di Software ArcSWAT**

SWAT merupakan model matematik berbasis fisik yang dirancang sebagai model hidrologi spasial terdistribusi, berdasarkan hydrologic respon units (HRUs) yang terbentuk dari kombinasi penggunaan lahan, jenis tanah dan kelerengan (Omani, Tajrishy 2007).

Dalam proses analisis model SWAT ini tahap yang harus dilakukan yaitu Delineasi DAS (Delineasi batas Daerah Aliran Sungai) adalah proses penentuan sebuah area (input) menjadi aliran permukaan pada satu titik luaran (outlet). Model Elevasi Digital (DEM) dan data sungai digunakan sebagai sumber data pada proses delineasi batas DAS secara otomatis. Langkah berikutnya HRU analysis (*Hydrologic Response Unit*), HRU analysis adalah proses dalam model SWAT untuk menggabungkan data

penggunaan lahan, data jenis tanah dan data kelerengan. Pada proses ini data penggunaan lahan dan data jenis tanah harus di sesuaikan dengan data base SWAT secara manual pada atribut penggunaan lahan dan jenis tanah. Langkah berikutnya Write Imput Tabel Pada proses ini parameter iklim seperti Curah Hujan, Temperatur Maksimum, Temperatur Minimum, Radiasi Matahari, Kelembaban Relatif dan Kecepatan Angin, akan disimulasikan dalam software ArcSwat dalam rentan tahun 2011, 2016 dan 2021 sesuai dengan rentang tahun penggunaan lahan. Ketika ketiga proses tersebut selesai maka tahap selanjutnya running SWAT yang dilakukan pada DAS Antokan pada periode pertahun 2011,2016,2021 yang disesuaikan dengan format iklim, analisis untuk menghasilkan nilai SW (soil water). Hasil SW akan di analisis menggunakan SMDI (*Soil Moisture Definiti Indeks*) untuk mendapatkan tingkat kerentanan kekeringan di DAS Antokan.

#### **Analisis Ouput SWAT Untuk Menentukan Tingkat Kerentanan Kekeringan DAS**

Proses dalam tahap ini dilakukan dengan menggunakan standar klasifikasi dari beberpa sumber yang kemudian diolah dalam software ArcGis. Analisis yang digunakan dalam menentukan kerentanan DAS terhadap tingkat kekeringan dengan menggunakan SMDI (*Soil Moisture Definiti Indeks*). Dengan menggunakan data output hasil model

SWAT yaitu *Soil Water*/SW (Kadar Air Tanah). Nilai SW kemudian diolah dalam ArcGis untuk mendapatkan nilai SMDI yang kemudian akan di klasifikasikan dalam klasifikasi SMDI. Adapun formula yang digunakan adalah sebagai berikut.

Jika  $SW \leq MSW$  maka

$$SD = \frac{SW - MSW}{MSW - \min SW} \times 100$$

Dan jika,  $SW > MSW$  maka,

$$SD = \frac{SW - MSW}{\max SW - MSW} \times 100$$

Dimana:

SD : Defisit kadar air dalam tanah (%)

SW : Total kadar air dalam tanah pada periode tahun analisis

MSW : Nilai median dari total kadar air dalam tanah pada periode tahun analisis.

maxSW : Nilai maksimum dari total kadar air dalam tanah pada periode tahun analisis

minSW : Nilai minimum dari total kadar air dalam tanah pada periode tahun analisis

Nilai defisit kadar air dalam tanah (SD) tersebut kemudian dikalkulasikan dalam nilai indeks yaitu *Soil Moisture Dificit Index* (SMDI), menggunakan rumus:

$$SMDI_i = 0,5SMDI_i - 1 + \frac{SD}{50}$$

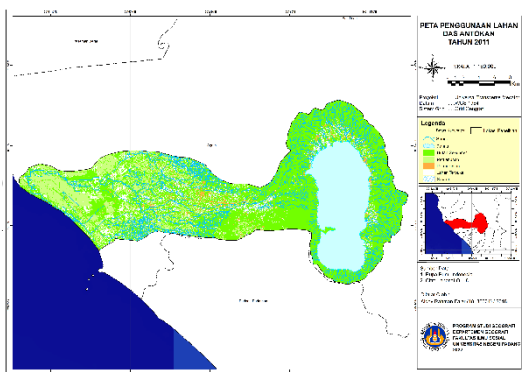
Menurut (Narasimhan and Srinivasan 2005), terdapat 9 klasifikasi indeks SMDI. Klasifiikasi ini kemudian dikelompokkan kembali dalam 5 kelas tingkat kerentanan yaitu Tidak Rentan, Sedikit Rentan, Agak Rentan, Rentan dan Sangat Rentan.

**Tabel 1.** Klasifikasi Indeks SMDI

No	Nilai Indeks	Kategori	Tingkat Kerentanan
1	$\geq 4,00$	Sangat Basah	Tidak Rentan
2	3,00 sd 3,99	Basah	Tidak Rentan
3	2,00 sd 2,99	Agak Basah	Tidak Rentan
4	0,50 sd 1,99	Sedikit Basah	Tidak Rentan
5	0,49 sd -0,49	Normal	Tidak Rentan
6	-0,50 sd -1,99	Sedikit Kering	Sedikit Rentan
7	-2,00 sd -2,99	Agak Kering	Agak Rentan
8	-3,00 sd -3,99	Kering	Rentan
9	$\leq -4,00$	Sangat Kering	Sangat Rentan

Sumber: Narasiman dan Srinivasan, 2006

### HASIL DAN PEMBAHASAN Penggunaan Lahan DAS Antokan Tahun 2011



Hasil penelitian menggunakan metode suverfised melalui citra satelit landsat OLI 5 tahun 2011 di Daerah Aliran Sungai Antokan menghasilkan enam penggunaan lahan yaitu hutan sekunder, sawah, perkebunan, lahan terbuka, permukiman dan danau. Penggunaan lahan hutan sekunder memiliki luas 30073.10 ha atau seluas 56.76% dari luas DAS Antokan, untuk penggunaan lahan sawah memiliki luas 2195.91 ha atau seluas 4.14% dari luas DAS Antokan, pada penggunaan lahan perkebunan memiliki luas 7844.78 ha atau 14.81% dari luas DAS Antokan,

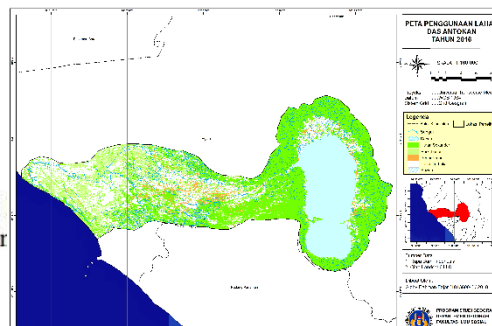
penggunaan lahan permukiman memiliki luas 1064.10 ha atau 2.01% dari luas DAS Antokan, sedangkan lahan terbuka memiliki luas 2221.99 ha atau 4.19% dari luas DAS antokan, dan danau memiliki luas 9583.02 ha atau 18.09% dari luas DAS Antokan.

**Tabel 2.** Luas dan Persentase Penggunaan Lahan Tahun 2011

Penggunaan Lahan	Luas (ha)	Persen (%)
Hutan Sekunder	30073.10	56.76
Sawah	2195.91	4.14
Perkebunan	7844.78	14.81
Permukiman	1064.10	2.01
Lahan Terbuka	2221.99	4.19
Danau	9583.02	18.09

Sumber: Hasil Klasifikasin Supervised Citra Landsat 5 TM Tahun 2010

### Penggunaan Lahan DAS Antokan 20116



**Gambar 2.** Penggunaan Lahan DAS Antokan Tahun 2016

Hasil penelitian menggunakan metode suverfised melalui citra satelit landsat 8 OLI tahun 2016 di Daerah Aliran Sungai Antokan menghasilkan enam penggunaan lahan yaitu hutan sekunder, sawah, perkebunan, lahan terbuka, permukiman dan danau. Penggunaan lahan hutan sekunder memiliki luas 22846.97 ha atau 43.12% dari luas DAS Antokan, untuk penggunaan lahan sawah memiliki luas 1525.28 ha atau 2.88% dari luas DAS Antokan, pada penggunaan lahan perkebunan memiliki luas 6464.49 ha atau 12.20% dari luas DAS Antokan, penggunaan lahan permukiman memiliki luas 1620.42 ha atau 3.06% dari luas DAS Antokan, sedangkan lahan terbuka memiliki luas 10942.72 ha atau 20.65% dari luas DAS Antokan, dan danau memiliki luas 9583.02 atau 18.09% dari luas DAS Antokan.

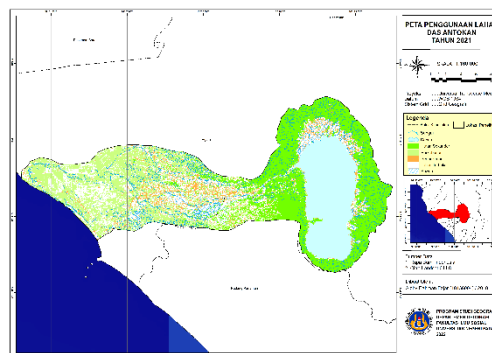
**Tabel 3.** Luas dan Persentase Penggunaan Lahan Tahun 2016

Penggunaan Lahan	Luas (ha)	Persen (%)
Hutan Sekunder	22846.97	43.12
Sawah	1525.28	2.88

Perkebunan	6464.49	12.20
Permukiman	1620.42	3.06
Lahan Terbuka	10942.72	20.65
Danau	9583.02	18.09

Sumber: Hasil Klasifikasi Citra Landsat 8 OLI Tahun 2016

**Penggunaan Lahan DAS Antokan Tahun 2021**



**Gambar 3.** Penggunaan Lahan DAS Antokan Tahun 2021

Hasil penelitian menggunakan metode suverfised melalui citra satelit landsat 8 OLI tahun 2021 di Daerah Aliran Sungai Antokan menghasilkan enam penggunaan lahan yaitu hutan sekunder, sawah, perkebunan, lahan terbuka, permukiman dan danau. Penggunaan lahan hutan sekunder memiliki luas 15469.79 ha atau 29.20% dari luas DAS Antokan, untuk penggunaan lahan sawah memiliki luas 1085.74 ha atau 2.05% dari luas DAS Antokan, pada penggunaan lahan perkebunan memiliki luas 13446.91 ha atau 25.38% dari luas DAS Antokan, penggunaan lahan permukiman memiliki luas 3212.82 ha atau 6.06% dari luas DAS Antokan, sedangkan lahan terbuka memiliki luas 10184.64 ha atau 19.22%

dari luas DAS Antokan, dan danau memiliki luas 9583.02 atau 18.09% luas DAS Antokan.

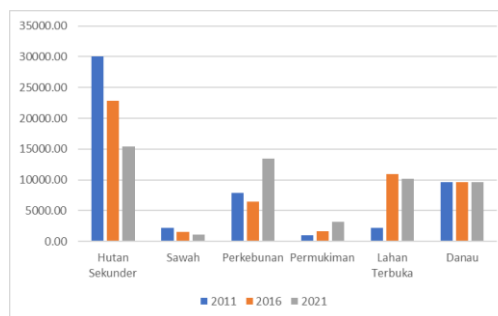
**Tabel 4.** Luas dan Persentase Penggunaan Lahan 2021

Penggunaan Lahan	Luas (ha)	Persen (%)
Hutan Sekunder	15469.79	29.20
Sawah	1085.72	2.05
Perkebunan	13446.91	25.38
Permukiman	3212.82	6.06
Lahan Terbuka	10184.64	19.22
Danau	9583.02	18.09

Sumber: Hasil Klasifikasi Citra Landsat 8 OLI Tahun 2021

### Perubahan Penggunaan Lahan DAS Antokan Tahun 2011, 2016 dan 2021

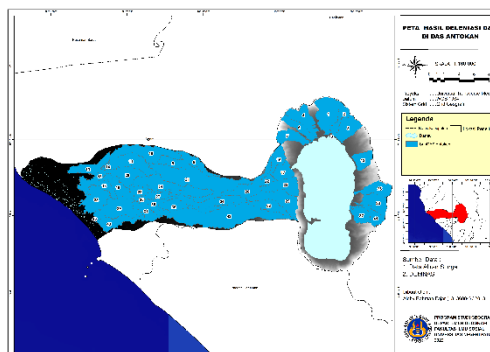
Penggunaan lahan di DAS Antokan pada tahun 2011 penggunaan lahan yang paling dominan adalah penggunaan lahan Hutan Sekunder dengan luas 30073,10 ha, sedangkan penggunaan lahan yang tidak mendominasi ialah penggunaan lahan Permukiman dengan luas 1064,10 ha. Pada tahun 2016 penggunaan lahan di DAS Antokan yang paling dominan ialah penggunaan lahan Hutan Sekunder dengan luas 22846,97 ha, sedangkan penggunaan lahan tidak dominan ialah penggunaan lahan sawah dengan luas 1525,28 ha. Penggunaan lahan DAS Antokan pada tahun 2021 yang paling dominan adalah penggunaan lahan Hutan Sekunder dengan luas 15469,79 ha, sedangkan penggunaan lahan yang tidak dominan ialah penggunaan lahan sawah dengan luas 1085,72 ha.



**Gambar 4.** Grafik Perubahan Penggunaan Lahan di DAS Antokan Tahun 2011, 2016 dan 2021

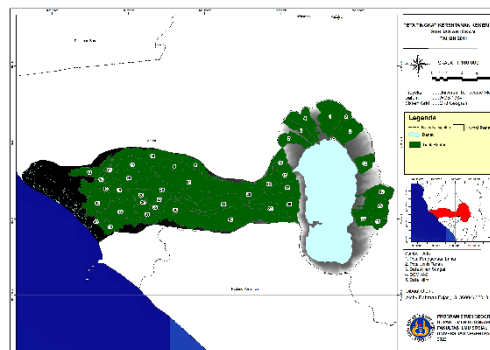
### Deleniasi DAS Antokan

Deleniasi DAS merupakan proses yang ada di model SWAT untuk memebagi DAS menjadi subDAS, hasil deleniasi DAS Antokan terbagi menjadi 43 subDAS dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Peta Deleniasi DAS Antokan

### Tingkat Kerentanan Kekeringan DAS Antokan Tahun 2011



**Gambar 6.** Peta Tingkat Kerentanan Kekeringan subDAS Antokan Tahun 2011

Penentuan tingkat kerentanan kekeringan pada tahun 2011 di DAS antokan melalui pengolahan model SWAT dan metode klasifikasi indek SMDI. Hasil penelitian pada tahun 2011 tingkat kerentanan kekeringan di DAS Antokan terdapat satu kelas kerentanan yaitu “Tidak Rentan”.

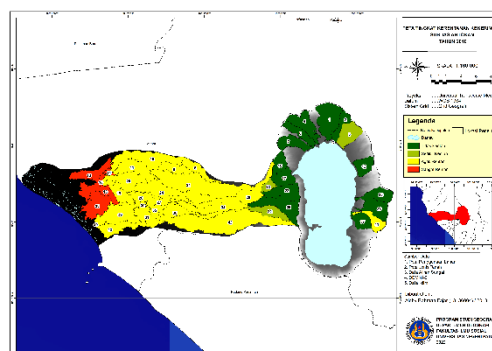
**Tabel 5.** Tingkat Kerentanan Kekeringan DAS Antokan Tahun 2011

SubDAS	Nilai SMDI	Tingkat Kerentanan
1	1.56	Tidak Rentan
2	1.90	Tidak Rentan
3	2.42	Tidak Rentan
4	1.88	Tidak Rentan
5	1.87	Tidak Rentan
6	2.02	Tidak Rentan
7	1.96	Tidak Rentan
8	1.54	Tidak Rentan
9	2.07	Tidak Rentan
10	1.45	Tidak Rentan
11	1.45	Tidak Rentan
12	1.86	Tidak Rentan
13	0.73	Tidak Rentan
14	0.95	Tidak Rentan
15	1.36	Tidak Rentan
16	1.56	Tidak Rentan
17	1.54	Tidak Rentan
18	1.03	Tidak Rentan

19	1.11	Tidak Rentan
20	1.46	Tidak Rentan
21	1.84	Tidak Rentan
22	1.54	Tidak Rentan
23	1.55	Tidak Rentan
24	1.84	Tidak Rentan
25	1.56	Tidak Rentan
26	1.86	Tidak Rentan
27	2.04	Tidak Rentan
28	1.92	Tidak Rentan
29	1.56	Tidak Rentan
30	1.96	Tidak Rentan
31	1.46	Tidak Rentan
32	1.55	Tidak Rentan
33	1.56	Tidak Rentan
34	1.95	Tidak Rentan
35	1.92	Tidak Rentan
36	1.49	Tidak Rentan
37	2.01	Tidak Rentan
38	1.09	Tidak Rentan
39	1.36	Tidak Rentan
40	2.01	Tidak Rentan
41	0.96	Tidak Rentan
42	0.91	Tidak Rentan
43	1.71	Tidak Rentan

Sumber: Hasil SMDI Tahun 2011

**Tingkat Kerentanan Kekeringan DAS Antokan Tahun 2016**



**Gambar 7.** Peta Tingkat Kerentanan Kekeringan subDAS Antokan Tahun 2011

Penentuan tingkat kerentanan terhadap kekeringan pada tahun 2016 di DAS Antokan melalui pengolahan model SWAT dan metode klasifikasi indeks SMDI. Pada penelitian ini menghasilkan pada tahun 2016 tingkat kerentanan kekeringan di subDAS Antokan terdapat empat kelas kerentanan yaitu Tidak Rentan, Sedikit Rentan.

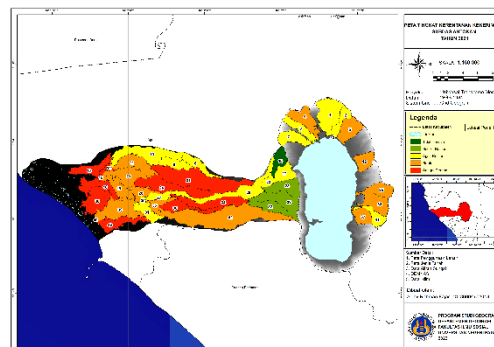
**Tabel 6.** Tingkat Kerentanan Kekeringan DAS Antokan Tahun 2016

SubDAS	Nilai SMDI	Tingkat Kerentanan
1	0.34	Tidak Rentan
2	0.34	Tidak Rentan
3	2.78	Tidak Rentan
4	-0.68	Tidak Rentan
5	0.34	Sedikit Rentan
6	0.55	Tidak Rentan
7	0.92	Tidak Rentan
8	-2.48	Agak Rentan
9	-2.41	Agak Rentan
10	-2.24	Agak Rentan
11	-2.77	Agak Rentan
12	0.17	Tidak Rentan
13	-6.72	Sangat Rentan
14	-4.14	Sangat Rentan
15	-4.35	Sangat Rentan
16	0.68	Tidak Rentan
17	-0.52	Tidak Rentan
18	-7.25	Sangat Rentan

19	-2.73	Agak Rentan
20	-2.29	Agak Rentan
21	-2.89	Agak Rentan
22	-0.70	Sedikit Rentan
23	-0.51	Tidak Rentan
24	-2.80	Agak Rentan
25	0.84	Tidak Rentan
26	-2.36	Agak Rentan
27	-2.95	Agak Rentan
28	-2.90	Agak Rentan
29	-0.51	Tidak Rentan
30	-2.79	Agak Rentan
31	-2.80	Agak Rentan
32	-1.19	Sedikit Rentan
33	0.84	Tidak Rentan
34	-2.52	Agak Rentan
35	-2.98	Agak Rentan
36	-2.52	Agak Rentan
37	0.56	Tidak Rentan
38	-7.43	Sangat Rentan
39	-2.39	Agak Rentan
40	-2.72	Agak Rentan
41	-2.14	Agak Rentan
42	-2.15	Agak Rentan
43	-2.45	Agak Rentan

Sumber: Hasil SMDI Tahun 2016

**Tingkat Kerentanan Kekeringan DAS Antokan Tahun 2021**



**Gambar 8.** Peta Tingkat Kerentanan Kekeringan subDAS Antokan Tahun 2021

Penentuan tingkat kerentanan terhadap kekeringan pada tahun 2021 di DAS Antokan melalui pengolahan model SWAT dan model klasifikasi indeks SMDI. Hasil penelitian ini pada tahun 2021 tingkat kerentanan kekeringan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Antokan terdapat lima kelas yaitu Tidak Rentan, Sedikit Rentan, Agak Rentan, Rentan dan Sangat Rentan.

**Tabel 7.** Tingkat Kerentanan Kekeringan DAS Antokan 2021

SubDAS	Nilai SMDI	Tingkat Kerentanan
1	-2.77	Agak Rentan
2	-2.65	Agak Rentan
3	-2.31	Agak Rentan
4	-3.31	Rentan
5	-3.18	Rentan
6	-2.94	Agak Rentan
7	-2.91	Agak Rentan
8	-2.56	Agak Rentan
9	-2.57	Agak Rentan
10	-2.09	Agak Rentan
11	-3.44	Rentan
12	-3.58	Rentan
13	-5.30	Sangat Rentan
14	-4.03	Sangat Rentan
15	-4.60	Sangat Rentan
16	3.41	Tidak Rentan

17	-2.02	Agak Rentan
18	-7.61	Sangat Rentan
19	-3.38	Rentan
20	-3.96	Rentan
21	-4.78	Sangat Rentan
22	-2.88	Agak Rentan
23	-1.89	Sedikit Rentan
24	-4.53	Sangat Rentan
25	-3.02	Rentan
26	-2.89	Agak Rentan
27	-2.39	Agak Rentan
28	-3.13	Rentan
29	-1.82	Sedikit Rentan
30	-2.67	Agak Rentan
31	-2.90	Agak Rentan
32	-1.69	Sedikit Rentan
33	-3.32	Rentan
34	-16.35	Sangat Rentan
35	-3.44	Rentan
36	-8.17	Sangat Rentan
37	-3.94	Rentan
38	-8.51	Sangat Rentan
39	-3.32	Rentan
40	-4.16	Sangat Rentan
41	-2.41	Agak Rentan
42	-3.21	Rentan
43	-4	Sangat Rentan

**Sumber:** Hasil SMDI Tahun 2021

Tingkat kerentanan kekeringan di subDAS Antokan pada tahun 2011 tingkat kerentanan di subDAS Antokan yaitu tidak mengalami kekeringan "Tidak Rentan". Pada tahun 2016 tingkat kekeringan di subDAS Antokan mengalami peningkatan di setiap subDAS, pada subDAS 5, 22 dan 32 perubahan Tingkat kerentanan kekeringan "Sedikit

Rentan”, pada subDAS 8, 9, 10, 11, 26, 34, 42, 21, 24, 27, 20, 28, 30, 31, 35, 36, 19, 39, 43 dan 41 perubahan tingkat kerentanan terhadap kekeringan menjadi “Agak Rentan”, sedangkan pada subDAS 13, 14, 15, 18 dan 38 perubahan tingkat kerentanan kekeringan menjadi “Sangat Rentan”. Pada tahun 2021 tingkat kerentanan kekeringan di subDAS Antokan mengalami peningkatan di setiap subDAS yaitu subDAS 29 tingkat kerentanan nya menjadi “Sedikit Rentan”. Pada tahun 2021 subDAS Antokan mengalami peningkatan kerentanan di beberapa subDAS yaitu subDAS 23 dan 24 tingkat kerentanan nya mejadi “Sedikit Rentan”, untuk subDAS 1, 2, dan 22 tingkat kerentanan nya menjadi “Agak Rentan”, untuk subDAS 3, 4, 5, 6, 7, 12, 17, 33, 37, 42, 11, 19, 20, 28, 35 dan 39 tingkat kerentanannya menjadi “Rentan”, sedangkan untuk subDAS 15, 17, 21, 24, 25, 34, 36, 40 dan 43 tingkat kerentanan subDAS Antokan terhadap kekeringan menjadi “Sangat Rentan”.

### **KESIMPULAN**

Perubahan penggunaan lahan di DAS Antokan di kelompokkan menjadi lima penggunaan lahan yaitu Hutan Sekunder, Perkebunan, Sawah, Permukiman, Lahan Terbuka dan Danau. Penggunaan lahan di DAS Antokan pada tahun 2011 penggunaan lahan yang paling dominan adalah penggunaan lahan Hutan Sekunder dengan luas 30073,10 ha, sedangkan penggunaan lahan yang tidak mendominasi ialah penggunaan lahan Permukiman dengan luas 1064,10 ha. Pada tahun 2016 penggunaan lahan di DAS Antokan yang

paling dominan ialah penggunaan lahan Hutan Sekunder dengan luas 22846,97 ha, sedangkan penggunaan lahan tidak dominan ialah penggunaan lahan sawah dengan luas 1525,28 ha. Penggunaan lahan DAS Antokan pada tahun 2021 yang paling dominan adalah penggunaan lahan Hutan Sekunder dengan luas 15469,79 ha, sedangkan penggunaan lahan yang tidak dominan ialah penggunaan lahan sawah dengan luas 1085,72 ha. Perubahan penggunaan lahan di DAS Antokan pada tahun 2011, 2016 dan 2021 mengalami perubahan yang signifikan pada penggunaan lahan Hutan Sekunder, Perkebunan, Sawah, Permukiman dan Lahan Terbuka sedangkan Danau tidak mengalami perubahan.

Dari hasil metode SWAT dan Indeks SMDI, tingkat kerentanan kekeringan di subDAS antokan pada tahun 2011 memiliki tingkat kerentanan pada semua subDAS Antokan “Tidak Rentan”, sedangkan pada tahun 2016 dan 2021 tingkat kerentanan kekeringan mengalami peningkatan yaitu menjadi sedikit rentan, agak rentan, rentan dan sangat rentan. Pada tahun 2021 subDAS yang mengalami tingkat kerentanan “Sangat Rentan” yaitu subDAS 21, 24, 34, 36, 13, 14, 15, 18, 38 dan 43. Peningkatan kerentanan tersebut di pengaruhi oleh perubahan penggunaan lahan pada subDAS tersebut.

### **DAFTAR PUSTAKA**

Karina, Ratu Kintan, and Robert Kurniawan. 2021. “Identifikasi Penggunaan Lahan Menggunakan Citra Satelit Landsat 8 Melalui Google Earth Engine.” *Seminar*

- Nasional Official Statistics*  
2020(1):798–805. doi:  
10.34123/semnasoffstat.v2020i1.514
- Kusumaningrat., Merpati Dewo, Sawitri Subiyanto., and Bambang Darmo Yuwono. 2015. “ANALISIS PERUBAHAN PENGGUNAAN DAN PEMANFAATAN LAHAN TERHADAP RENCANA TATA RUANG WILAYAH TAHUN 2009 DAN 2017 (Studi Kasus : Kabupaten Boyolali).” *Jurnal Geodesi Undip* 4(April):86–94.
- Malingreau. 1977. “Apropose Land Cover/Land Use Classification and Its Use with Remote Sensing Data in Indonesia. The Indonesian Journal of Geography.”
- Narasimhan, B., and R. Srinivasan. 2005. “Development and Evaluation of Soil Moisture Deficit Index (SMDI) and Evapotranspiration Deficit Index (ETDI) for Agricultural Drought Monitoring.” *Agricultural and Forest Meteorology* 133(1–4):69–88. doi:  
10.1016/j.agrformet.2005.07.012.
- Olivera, Francisco, Milver Valenzuela, R. Srinivasan, Janghwoan Choi, Hiudae Cho, Srikanth Koka, and Ashish Agrawal. 2006. “ArcGIS-SWAT: A Geodata Model and GIS Interface for SWAT.” *Journal of the American Water Resources Association* 42(2):295–309. doi:  
10.1111/j.1752-1688.2006.tb03839.x.
- Omani, Tajrishy, dan Abrishamchi. 2007. “Modelling of Ariver Basin Using SWAT and GIS. 2nd International Conference on Managing Rivers in The 21st Century: Solutions Towards Sustainable Rivers Basins. Riverside Kuching, Sarawak, Malaysia.”
- Susanto, S. and Y. Kaida. 1991. *Tropical Hidrology Simulation Model – 1 For Watershed Management (1) Model Building. J.Japan Soc.Hydrol. & Water Resource.*

