

ESTIMASI BIOMASSA *MANGROVE* DENGAN DATA LANDSAT MULTITEMPORAL PADA GOOGLE EARTH ENGINE

(Studi Kasus : Taman Nasional Sembilang, Kab. Banyuasin, Sumatra Selatan)

FAJAR FAHLEVI Y. W.¹, DR. SONI DARMAWAN S.T., M.T.²

1. Institut Teknologi Nasional
2. Institut Teknologi Nasional
Email : Fajarlevi27@gmail.com

ABSTRAK

Estimasi biomassa *mangrove* dapat diperoleh dengan menggunakan teknologi Penginderaan Jauh. Salah satu teknologi penginderaan jauh yaitu Google Earth Engine yang merupakan suatu *cloud computing* yang menyediakan data sekaligus fasilitas pengolahan data. Dalam menghitung biomassa *mangrove* penelitian ini menggunakan model alometrik yang Budi (2000) $W = \frac{30,97183 - 56,898258 \text{ NDVI}}{1 + 3,95247 \text{ NDVI} - 9,5673017 \text{ NDVI}^2}$; $R^2 = 82,8\%$. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui nilai biomassa hutan *mangrove* periode 1989-2019 menggunakan Landsat multitemporal menggunakan GEE. Metodologi yang digunakan penelitian ini *pre-processing*, tranformasikan indeks vegetasi NDVI, perhitungan biomassa dengan model alometrik Budi, analisis nilai biomassa *mangrove*. Hasil yang didapatkan pada periode 1989-2019 secara berurutan 8,1 ton/ha, 13,4 ton/ha, 17,3 ton/ha, 11,2 ton/ha, 12,7 ton/ha, 9,4 ton/ha, 8,7 ton/ha, 10,7 ton/ha, 9,2 ton/ha, 11,1 ton/ha, 8,1 ton/ha, 7,8 ton/ha, 7,9 ton/ha, 8,3 ton/ha, 10,8 ton/ha. Terdapat faktor-faktor yang mungkin dapat mengancam ekosistem dan memperngaruhi nilai biomassa *mangrove* di Taman Nasional Sembilang yaitu faktor manusia serta faktor lingkungan.

Kata Kunci: Estimasi, Biomassa, *Google Earth Engine*, *Mangrove*.

ABSTRACT

Mangrove biomass estimation can be obtained using Remote Sensing technology. One of the remote sensing technologies is Google Earth Engine, which is a cloud computing that provides data as well as data processing facilities. In calculating mangrove biomass, this study used the allometric model Budi (2000) $W = (30.97183 - 56.898258 \text{ NDVI}) / (1 + 3.95247 \text{ NDVI} - 9.5673017 \text{ NDVI}^2)$; $R^2 = 82.8\%$. The purpose of this study was to determine the value of mangrove forest biomass for the period 1989-2019 using multitemporal Landsat using GEE. The methodology used in this research is pre-processing, transformation of the NDVI vegetation index, calculation of biomass using Budi's allometric model, analysis of mangrove biomass values. The results obtained in the 1989-2019 period were 8.1 tonnes / ha, 13.4 tonnes / ha, 17.3 tonnes / ha, 11.2 tonnes / ha, 12.7 tonnes / ha, 9.4 tonnes / ha, respectively. ha, 8.7 tonnes / ha, 10.7 tonnes / ha, 9.2 tonnes / ha, 11.1 tonnes / ha, 8.1 tonnes / ha, 7.8 tonnes / ha, 7.9 tonnes / ha, 8.3 tonnes / ha, 10.8 tonnes / ha. There are factors that may threaten the ecosystem and affect the value of mangrove biomass in Sembilang National Park, namely human factors and environmental factors.

Keywords: Estimation, Biomass, *Google Earth Engine*, *Mangrove*

1. PENDAHULUAN

Salah satu hutan *mangrove* di Indonesia yaitu Taman Nasional Sembilang (TNS), Kab. Banyuasin, Sumatra Selatan. Pada penelitian Darmawan dkk. (2020), hutan *mangrove* TNS memiliki luas 60.697 ha di tahun 2015. Secara geografis Taman Nasional Sembilang berada pada koordinat 104° 12' – 104° 55' Bujur Timur dan 1° 38' – 2° 25' Lintang Selatan.

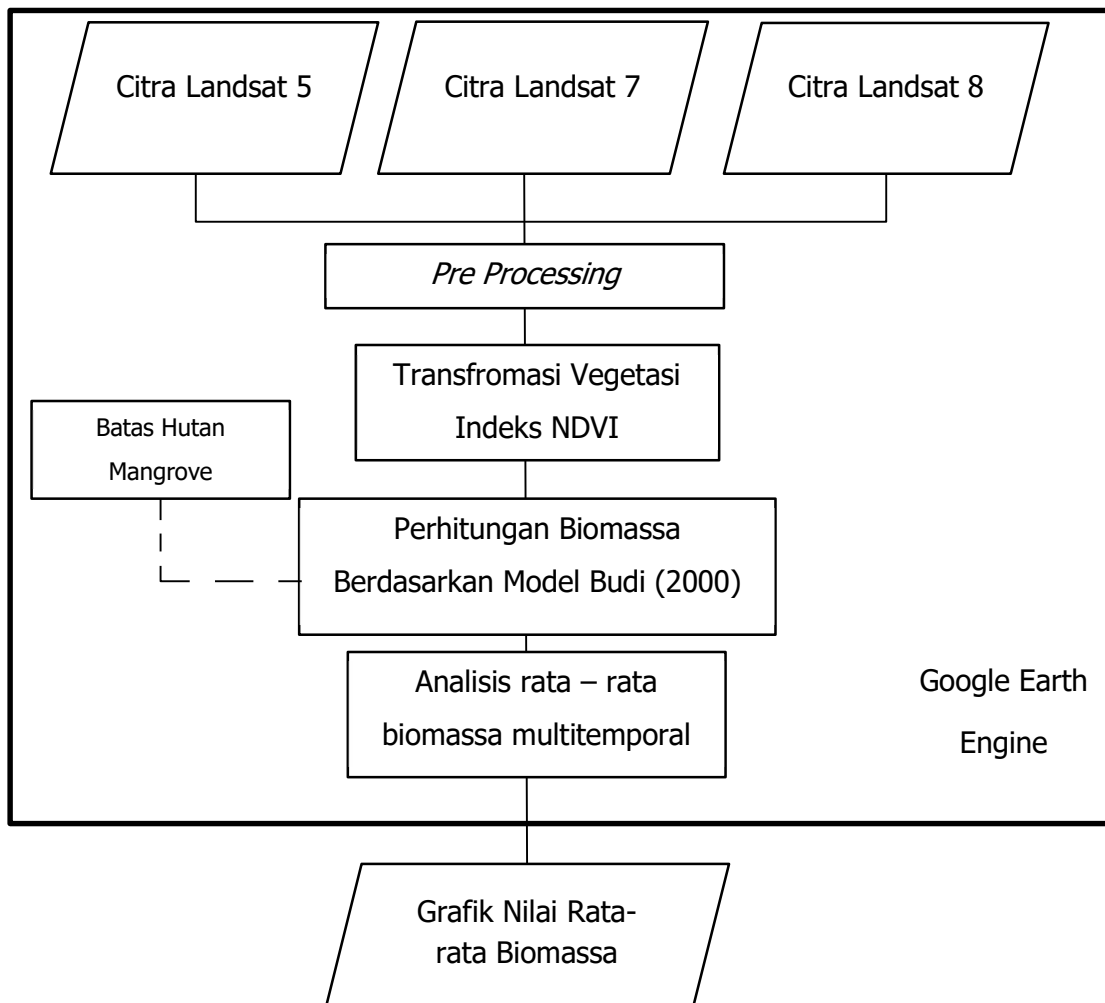
Taman nasional ini pernah mengalami beberapa kejadian yang mengakibatkan kerusakan sehingga membuat luasan hutan *mangrove*. Kerusakan tersebut terjadi dikarenakan aktivitas dari manusia atau pun pengaruh dari iklim cuaca. Kerusakan yang dialami dapat menghambat fungsi dari hutan *mangrove* tersebut yaitu penyerapan karbon serta habitat ikan-ikan yang sering di tangkap oleh warga sekitar ataupun nelayan. Stok karbon pada suatu vegetasi khususnya pada pohon dan organisme foto-autotrof lainnya mengalami proses fotosintesis pada siang hari, proses tersebut membutuhkan komponen yaitu CO₂ yang berada pada atmosfer (Franda dkk., 2015). Sebagai hasil dari penyerapan karbon, *mangrove* menyimpan karbon dalam biomassa, baik di atas substrat (batang, daun dan ranting) maupun di bawah substrat (akar) (Syukri dkk., 2018). Biomassa juga merupakan indikator penting dalam penyerapan karbon, sehingga dapat diketahui berapa banyak biomassa yang hilang atau terakumulasi dari waktu ke waktu. (Parresol, 1999).

Estimasi biomassa dengan penginderaan jauh dapat melalui citra Landsat dengan menggunakan pendekatan indeks vegetasi (Rakhmawati, 2012). Indeks vegetasi merupakan kombinasi matematis antara *band* red dan *band* NIR yang telah lama digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan dan kondisi vegetasi (Lillesand dan Kiefer, 1997). Kombinasi ini disebut dengan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), tetapi dengan menggunakan pendekatan indeks vegetasi saja tidak dapat mengetahui persebaran dari biomassa *mangrove*. Diperlukan model yang dapat menggambarkan pertumbuhan dari *mangrove* dan melibatkan NDVI sebagai variabel yang mewakili nilai vegetasi. Salah satu model alometrik yang menghubungkan pertumbuhan *mangrove* dan variable vegetasi dikembangkan oleh Budi (2000). Model alometrik yang dibuat Budi (2000) melibatkan NDVI yang memiliki nilai koefisien determinasi yang tinggi dengan nilai 82,%. Berikut ini persamaan model alometrik yang dikembangkan oleh Budi (2000) :
$$W = \frac{30,97183 - 56,898258 \text{ NDVI}}{1 + 3,95247 \text{ NDVI} - ,5673017 \text{ NDVI}^2}; R^2 = 82,8\%.$$

Hasil dari model alometrik Budi memiliki selisih yang kecil dengan data lapangan (Rianzani, dkk, 2018). Dengan teknologi penginderaan jauh dan model alometrik untuk menghitung biomassa, diperlukan perangkat lunak yang dapat mempermudah dalam mengolah data citra menjadi estimasi biomassa. Salah satu teknologi yang berkembang dalam bidang penginderaan jauh yaitu Google Earth Engine (GEE). Google Earth Engine (GEE) merupakan platform berbasis cloud untuk analisis data lingkungan skala planet. Tujuan dari GEE salah satunya yaitu membuat kemajuan substantif pada tantangan global yang melibatkan kumpulan data geospasial yang besar serta dalam hal pengamatan perubahan yang terjadi di permukaan bumi (*Development Google*, 2019).

2. METODELOGI

Metode penelitian ini meliputi dengan pengumpulan data, pengolahan data, dan analisis data. Berikut diagram alir dari metode penelitian :



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

2.1 PENGUMPULAN DATA

Data yang digunakan merupakan citra Landsat 8 *Collection 1 tier 1 TOA Reflectance* pada tahun 2019-2013, Landsat 7 *Collection 1 tier 1 TOA Reflectance* pada tahun 2007-1999, Landsat 5 TM *Collection 1 Tier 1 TOA Reflectance* pada tahun 1998-1989 dengan semua data menggunakan *path/row* 124/06. Data citra dapat dicari pada GEE dan terhubung dengan *USGS Earth Explorer*.

2.2 PENGOLAHAN

2.2.1 IMPORT DAN VISUALISASI CITRA

Import data citra pada Google Earth Engine, untuk memanggil data serta memvisuali data citra menggunakan fungsi *.eeImage* dan *Map.addLayer*.



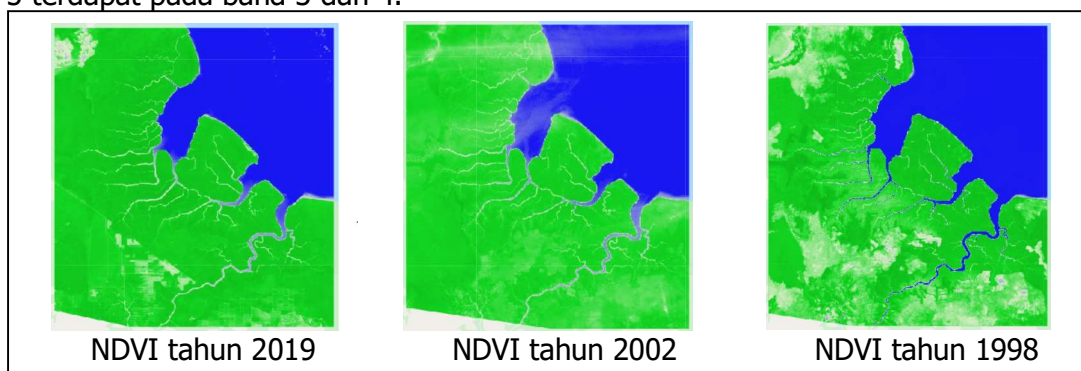
Gambar 2 Visualisasi Citra

2.2.2 PRE-PROCESSING

Pre-processing merupakan tahapan perbaikan kesalahan geometrik dan radiometric pada setiap citra agar mendapatkan hasil yang maksimal. Citra yang digunakan merupakan citra Landsat *top of atmosphere*, dimana citra sudah terkoreksi secara radiometrik. *Top of atmosphere* merupakan koreksi yang memperbaiki *digital number* dari gangguan *atmosphere*. Citra yang disediakan oleh GEE merupakan citra yang sudah terkoreksi untuk semua data citra.

2.2.4 TRANSFORMASI VEGETASI INDEKS NDVI

Transformasi vegetasi dalam GEE dapat dilakukan dengan fungsi dalam bahasa *script* yang sudah ada ataupun dapat membuat rumus NDVI ke dalam bahasa *script*. Pada pengolahan ini menggunakan fungsi *.normalizedDifferent*. Pada fungsi tersebut memerlukan band *red* dan juga *near-infrared*, dimana pada Landsat 8 terdapat di band 4 dan 5. Sedangkan Landsat 7 dan 5 terdapat pada band 3 dan 4.



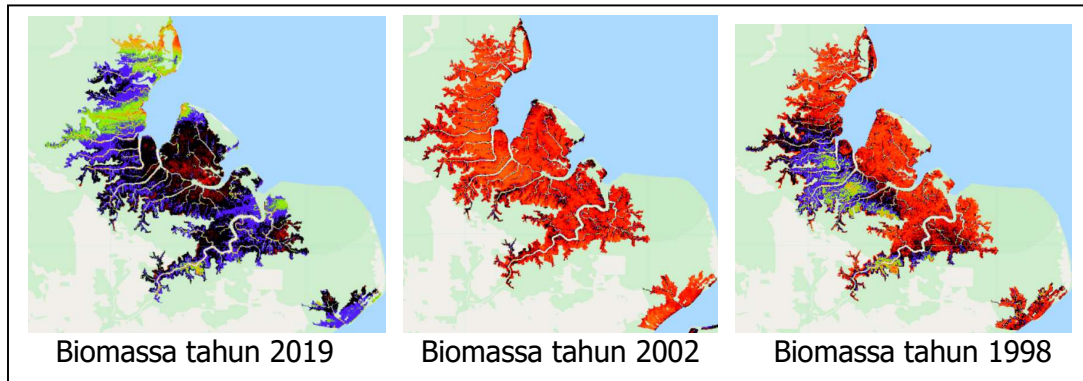
Gambar 3 Tranformasi NDVI

2.2.5 PERHITUNGAN BIOMASSA

Pada tahap transformasi vegetasi indeks hasil nilai NDVI sudah didapatkan, maka nilai NDVI dapat diinput untuk diproses dalam perhitungan biomassa. Proses ini menggunakan model yang dibuat oleh Budi (2000) di daerah Segara Anakan, Cicalap untuk biomassa *mangrove*. Pada pembentukan *script* untuk rumus biomassa Budi dalam penelitian yang sedang dilakukan, digunakan fungsi *.expression*. Fungsi ini digunakan untuk menginput rumus dari Budi serta memproses rumus, dimana hasil dari transformasi NDVI yang sudah dilakukan sebelumnya dapat diinput ke dalam rumus yang sudah ditulis dalam *script* seperti pada Gambar 4.

```
// Landsat 8  
var biomassa_L8_19 = L8_19A.expression(  
  '(30.97183 - (56.898258 * (NDVI))) / (1 + (3.95247 * (NDVI)) - (9.5673017 * ((NDVI) ** 2)))',  
  {'NDVI' : NDVI_L8_19A.select('nd')  
});
```

Gambar 4 Perhitungan biomassa model Budi pada script

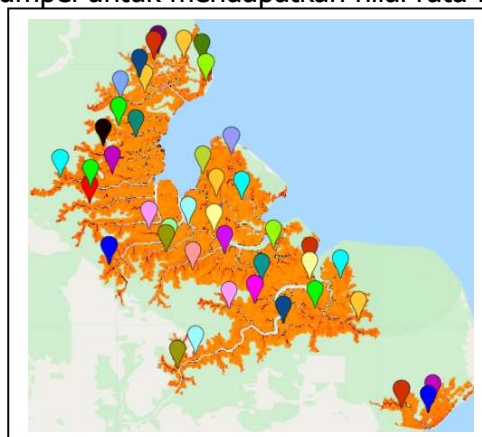


Gambar 5 Hasil Perhitungan Biomassa

Nilai minimum serta maksimum pada parameter menentukan kelas nilai biomassa terkecil hingga terbesar. Penyusunan warna mengikuti kelas yang sudah diberikan, dengan warna pertama merupakan kelas nilai terkecil sedangkan warna terakhir merupakan nilai terbesar biomassa. Pada Gambar 3.9 terdapat warna *Vivid Blued*, *Green*, *Orange*, *Red*, *Black* yang merupakan warna kelas dari nilai biomassa secara berurutan < 0 ton/ha, 0-5 ton/ha, 6-10 ton/ha, 10-15 ton/ha, 15 > ton/ha.

2.2.5 PENGAMBILAN SAMPEL

Pengambilan sampel nilai biomassa pada hasil perhitungan biomassa menggunakan rumus Budi menggunakan *Geometri Tools* yang nanti akan terinput ke dalam *Code Editor* data. Pengambilan sampel dilakukan untuk mengetahui rata-rata biomassa setiap tahunnya. Nilai rata-rata biomassa akan dibuat grafik nilai rata-rata biomassa sehingga nilai biomassa setiap tahunnya. Sampel yang diambil untuk mengetahui nilai biomassa sebanyak 42 titik. Gambar 6 menunjukan letak dari titik sampel untuk mendapatkan nilai rata-rata biomassa.



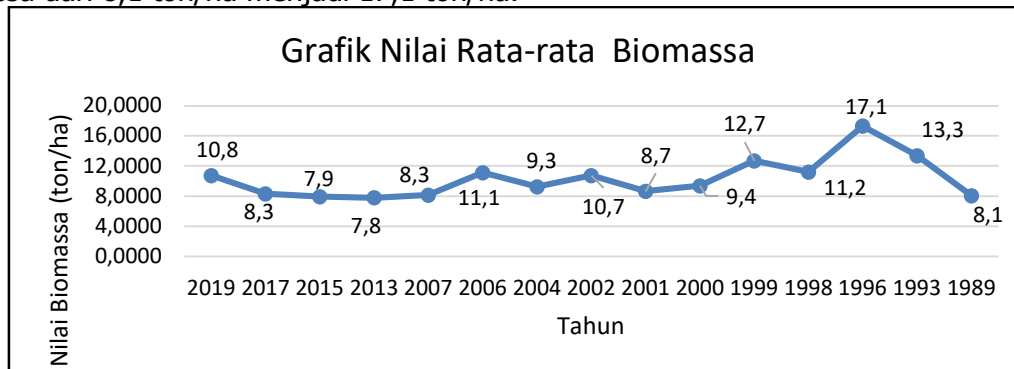
Gambar 6 Sebaran titik sampel

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 HASIL TREN NILAI RATA-RATA BIOMASSA *MANGROVE*

Gambar 7 menunjukan tren nilai rata-rata biomassa setiap tahunnya. Pada tahun 1996 merupakan nilai biomassa tertinggi dengan nilai 17,1 ton/ha sedangkan nilai terkecil pada tahun 2013 dengan nilai 7,8 ton/ha. Jika dilihat dari grafik yang dihasilkan terdapat pelonjakan

nilai biomassa pada tahun 1996 – 1998. Pada tahun 1989-1996 terjadi peningkatan nilai biomassa dari 8,1 ton/ha menjadi 17,1 ton/ha.



Gambar 7 Grafik Nilai Rata-rata Biomassa

3.2 ANALISIS DATA CITRA

Data citra Landsat yang disediakan oleh Google Earth Engine merupakan citra Landsat ToA Reflektan. Citra ToA Reflektan merupakan citra yang sudah terkoreksi radiometrik, dimana ToA merupakan *Top Of Atmosphere*, koreksi yang memperbaiki nilai *Digital Number* akibat sudut penyinaran matahari saat perekaman data (Indrianingrum, 2014). Data citra Landsat ToA pun digunakan pada penelitian Ermida, dkk (2020) dengan menggunakan Google Earth Engine (GEE) untuk mengestimasi.

3.2 ANALISIS MODEL ALOMETRIK

Berdasarkan model alometrik yang dibuat oleh Budi pada tahun 2000 yang memiliki nilai R^2 atau nilai koefisien determinasi sebesar 82,8% yang dimana model alometrik tersebut menjadikan model persamaan alometrik terbaik pada penelitian Rianzani (2017) dari berbagai model alometrik yang dipakai. Model alometrik Budi ini digunakan juga pada penelitian Chair (2017) untuk mengestimasi biomassa *mangrove*.

3.3 ANALISIS KONDISI MANGROVE

Luasan tutupan *mangrove* di Taman Nasional Sembilang pada tahun 2002 sebesar 93808.73 ha dan menurun pada tahun 2013 menjadi 78597.55 ha atau sekitar 11521.18 ha (16 %) (Theresia dkk., 2015). Hutan *mangrove* ini memiliki beberapa jenis *mangrove* seperti *Avicennia alba*, *Avicennia marina*, *Bruguiera gymnorhiza*, *Ceriops tagal*, *Excoecaria agallocha*, *Hibiscus tiliaceus*, *Kandelia candel*, *Nypa fruticans*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Sonneratia alba*, dan *Terminalia catappa* (Hutasoit dkk., 2014).

3.4 ANALISIS FAKTOR LINGKUNGAN DAN FAKTOR MANUSIA

Hutan *mangrove* TNS dan sekitarnya mengalami kejadian yang diakibatkan oleh faktor-faktor seperti lingkungan dan manusia. Faktor tersebut yang memungkinkan mempengaruhi nilai biomassa *mangrove* serta mengganggu ekosistem di wilayah *mangrove*. Faktor lingkungan yang terjadi seperti perubahan iklim, pengaruh siklus El-Nino La-Nina dan *El-Nino Southern Oscillation* (ENSO) terhadap musim penghujan dan kemarau. Sedangkan faktor manusia yang terjadi di TNS seperti aktivitas tambak, pembakaran lahan, pengalihan fungsi hutan *mangrove* menjadi tambak, pemukiman, perkebunan serta pertanian.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Nilai estimasi biomassa *mangrove* pada Taman Nasional Sembilang, Kab. Banyuasin, Sumatra Selatan berdasarkan citra multitemporal menggunakan GEE adalah nilai rata-rata biomassa tertinggi terdapat pada tahun 1996 dengan nilai 17,3 ton/ha. Nilai rata-

rata biomassa terkecil terdapat pada tahun 2015 dengan nilai 7,9 ton/ha. Terdapat peningkatan nilai rata-rata biomassa pada tahun 1989, 1993, 1996 dengan peningkatan berurutan 8,1 ton/ha, 13,3 ton/ha, 17,3 ton/ha. Ada pun penurunan nilai biomassa pada periode 1996-1998 dari 17,3 ton/ha ke angka 11,2 ton/ha.

- b. Faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi nilai biomassa setiap tahunnya kemungkinan disebabkan oleh musim kemarau ekstrim siklus El-Nino atau *El-Nino Southern Oscillation* (ENSO) sehingga dapat memicu kekeringan dan kebakaran hutan. Faktor manusia pun dimungkinkan dapat mengganggu ekosistem mangrove dan mempengaruhi nilai biomassa, seperti pengalihan fungsi lahan hutan-perkebunan menjadi perumahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Budi, Chandra. 2000. Model Penduga Biomassa dan Indeks Luas Daun Menggunakan Data Landsat iThematic Mapper (TM) dan Spot Multispektral (XS) Di Hutan *Mangrove* (Studi Kasus Segara Anakan, Cilacap). [Thesis]. Program Pascasarjana IPB : Bogor.
- Budiningsih, Kushartati. 2017. Implementasi Kebijakan Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan di Provinsi Sumatra Selatan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial, Ekonomi, Kebijakan dan Perubahan Iklim, Badan Litbang dan Inovasi, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan Vol. 14 No.2
- Darmawan, S., Sari, D. K., Wikantika, K., Tridawati, A., Hernawati, R., & Sedu, K. M. 2020, *Identification before-after Forest Fire and Prediction Of Mangrove Forest Based on Markov-Cellular Automata in Part of Sembilang National Park, Banyuasin, South Sumatra, Indonesia*, J. Appl Remote Sens. 12, 3700(2020), doi : 10.3390/rs12223700
- Darmawan, S., Sari, D. K., Takeuci, W., Wikantika, K., dan Hernawati, R. 2019. *Development of aboveground mangrove forests' biomass dataset for Southeast Asia based on ALOS PALSAR 25-m mosaic*, J. Appl. Remote Sens. 13(4), 044519 (2019), doi: 10.1117/1.JRS.13.044519.
- Eddy, S., Mulyana, A., Ridho, M. R., dan Iskandar, I. 2015, Dampak Aktivitas Antropogenik Terhadap Degradasi Hutan *Mangrove* di Indonesia, Universitas Sriwijaya Jurnal Lingkungan dan Pembangunan Volume 1, Nomor 3, 2015
- Frananda, Hendry, Hartono, dan Retnadi, H. J. 2015. Komparasi Indeks Vegetasi Untuk Estimasi Stok Karbon Hutan *Mangrove* Kawasan Segoro Anak Pada Kawasan Taman Nasional Alas Purwo Banyuwangi, Jawa Timur. Majalah Ilmiah Globè. 17(2). 113-123. <https://developers.google.com/earth-engine>, di akses pada tanggal 30 maret 2020.
- Lillesand, dan Kiefer. 1979. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra..Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Parresol, R. 1999. Assessing Tree and Stand Biomass: A Review with Examples and Critical Comparisons. Forest Science, 45: 573-593.
- Rakhmawati, M. (2012). Hubungan Biomassa Penutup Lahan Dengan Indeks Vegetasi Di Kabupaten Mamuju Utara, Sulawesi Barat, Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor, Globe Vol. 14 No. 2 Desember 2012 ; 157 – 169
- Rianzani, D., Darmawan, S., Hernawati, R., & Maryanto, T. I. 2017. Estimasi Biomassa *Mangrove* Berbasis Penginderaan Jauh (Studi Kasus Kabupaten Subang, Jawa Barat). Jurusan Teknik Geodesi, Fakultas Teknologi Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional.
- Syukri, M., Mashoreng, S., Werorilang, S., Isyrini, R., Rastina, Faizal, A., Tahir, A., & Gosalam, S. 2018. Kajian Stok Karbon *Mangrove* di Bebang Kabupaten Mamuju Sulawesi Barat, Dep. Ilmu Kelautan FKIP Universitas Hasanudin Makasar, ISBN 978-602-71759-5-2