

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

(Studi Kasus : Segara Anakan, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah)

ALIEF WIRAGUNA A. ¹, DR. SONI DARMAWAN S.T.,M.T. ²

1. Institut Teknologi Nasional Bandung

2. Institut Teknologi Nasional Bandung

Email : aliefwiraguna@gmail.com

ABSTRAK

Mangrove merupakan salah satu ekosistem pesisir yang mempunyai banyak manfaat terutama untuk sekitarnya. Kawasan Segara Anakan merupakan salah satu hutan dari 3,5 juta hektar hutan mangrove yang ada di Indonesia, kawasan mangrove Segara Anakan mengalami kerusakan akibat pembukaan lahan oleh masyarakat sekitar yang mengakibatkan penyusutan luas hutan mangrove serta berkurangnya biomassa mangrove yang ada disekitar kawasan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persebaran biomassa mangrove metode estimasi berdasarkan penginderaan jauh, menggunakan teknologi Google Earth Engine untuk mengolah data landsat multitemporal dengan persamaan alometrik $y = \frac{30,97183 - 56,898258 \text{ NDVI}}{1 + 3,95247 \text{ NDVI} - 9,5673017 \text{ NDVI}^2}$; $R^2 = 82,8\%$. Hasil penelitian ini menunjukkan estimasi biomassa di Segara Anakan memiliki rata-rata estimasi biomassa sebesar 12,805 ton/ha pada tahun 1990, pada tahun 1995 sebesar 14,327 ton/ha, pada tahun 2003 sebesar 11,208 ton/ha, & pada tahun 2019 sebesar 11,299 ton/ha dan berdasarkan peta persebarannya setiap tahunnya didominasi biomassa dengan rentang 5-10 ton/ha.

Kata kunci: Biomassa, Persamaan Alometrik, Google Earth Engine

ABSTRACT

Mangrove is a coastal ecosystem that has many benefits, especially for its surroundings. The Segara Anakan area is one of the forests of 3.5 million hectares of mangrove forests in Indonesia, the Segara Anakan mangrove area has been damaged due to land clearing by the surrounding community which has resulted in a shrinkage of the mangrove forest area and reduced mangrove biomass around the area. This research aims to determine the distribution of mangrove biomass estimation method based on remote sensing, using Google Earth Engine technology to process multitemporal landsat data with the allometric equation $y = \frac{30,97183 - 56,898258 \text{ NDVI}}{1 + 3,95247 \text{ NDVI} - 9,5673017 \text{ NDVI}^2}$; $R^2 = 82,8\%$. The results of this research indicate that the estimated biomass in Segara Anakan has an average biomass estimate of 12,805 ton/ha in 1990, in 1995 it was 14,327 ton/ha, in 2003 it was 11,208 ton/ha, & in 2019 it was 11,299 ton/ha and base on biomass distribution map each year is dominated by biomass within range of 5-10 ton/ha.

Keywords: Biomass, allometric equations, Google Earth Engine

1. PENDAHULUAN

Biomassa sangat relevan dengan isu perubahan iklim serta berperan penting dalam siklus karbon. Biomassa merupakan total bahan organik yang dihasilkan oleh suatu tanaman yang dinyatakan dalam satuan ton berat kering persatuan luas (Brown dan Gaston, 1996). Dalam

perkembangannya, pengukuran biomassa mencakup seluruh biomassa yang hidup ada di atas dan di bawah permukaan. Estimasi biomassa dapat dilakukan dengan tiga pendekatan yaitu modeling, pengukuran langsung di lapang atau terestris dan Penginderaan Jauh (Lu, 2006).

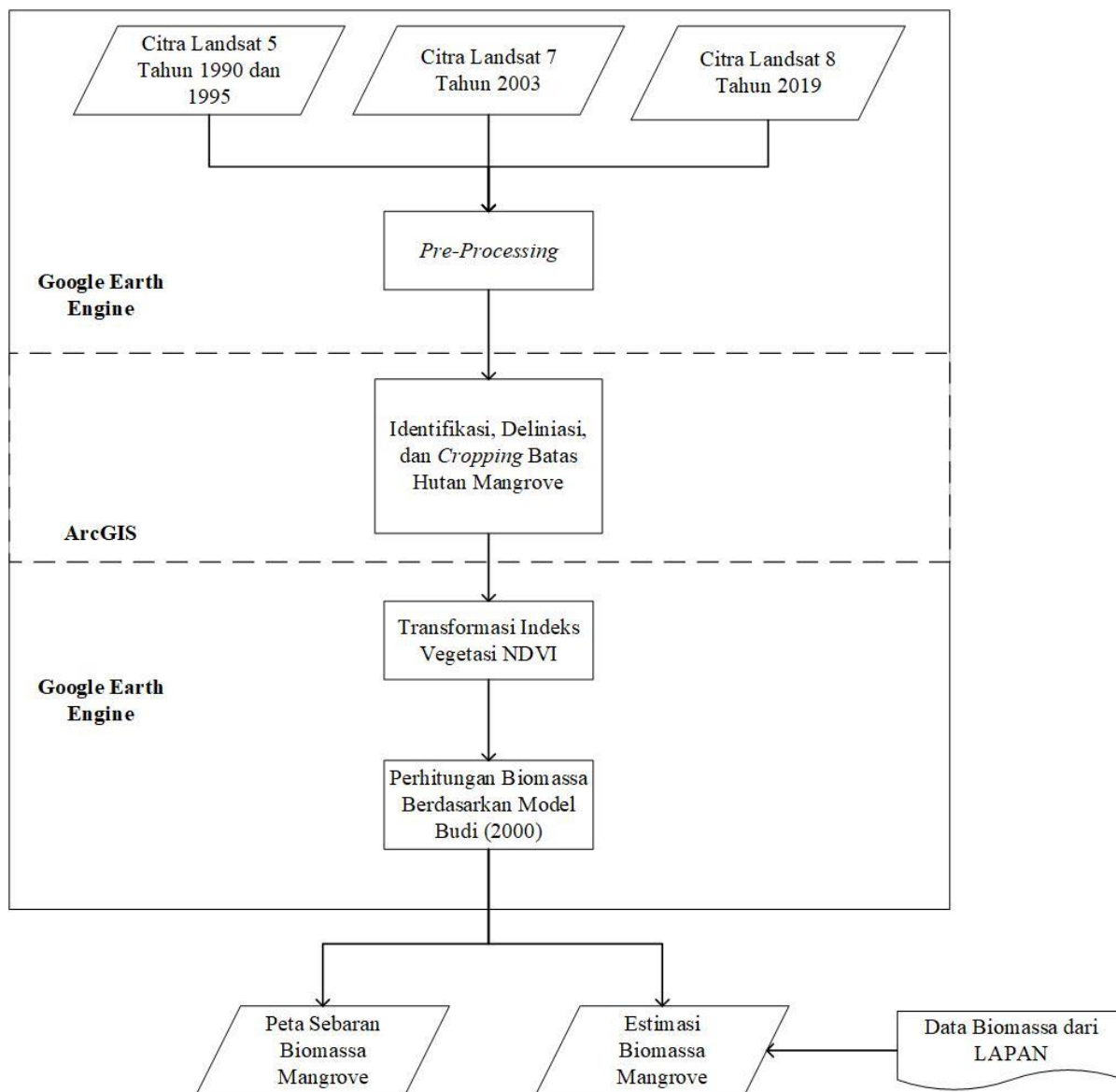
Estimasi biomassa menggunakan penginderaan jauh dilakukan dengan pendekatan indeks vegetasi *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Reflektansi spektral band merah dan inframerah dekat (NIR) telah terbukti secara langsung berhubungan dengan biomassa di atas tanah vegetasi hijau. Kombinasi matematis panjang gelombang merah dan NIR diukur sebagai indeks vegetasi yang memanfaatkan kemampuan panjang gelombang dalam pantulan tanaman. Indeks seperti *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), yang memanfaatkan pantulan di band merah dan NIR dapat mengurangi variabilitas pengukuran karena jenis tanah, intensitas cahaya matahari dan sudut insiden sinar matahari (Sukentyas, 2015). Pendekatan indeks vegetasi tidak cukup untuk mengetahui persebaran biomassa sehingga digunakan model persamaan alometrik Budi (2000) dengan persamaan alometrik menggunakan indeks vegetasi NDVI dengan persamaan $y = \frac{30,97183 - 56,898258 \text{ NDVI}}{1 + 3,95247 \text{ NDVI} - 9,5673017 \text{ NDVI}^2}$; $R^2 = 82,8\%$ karena persamaan alometrik ini memiliki rata-rata selisih biomassa yang kecil dengan biomassa hasil pengukuran lapangan (Rianzani, 2017). Untuk melihat perubahan persebaran biomassa dari tahun ke tahun digunakan empat data landsat dari rentang tahun 1990-2019 untuk memudahkan transformasi indeks NDVI hingga perhitungan biomassa dengan model alometrik, penelitian ini menggunakan *Google Earth Engine* untuk mempermudah pengolahan data secara multitemporal serta *Google Earth Engine* memiliki kemampuan untuk mengeksploitasi komputasi dan memvisualisasikan hasil komputasi tersebut.

Google Earth Engine (GEE) merupakan platform komputasi berbasis *cloud* dengan basis bahasa pemrograman *Javascript*, yang dirancang untuk menyimpan dan memproses kumpulan data yang sangat besar (pada skala petabyte) untuk analisis dan pengambilan keputusan akhir (Onesimo Mutanga, 2019). *Google* mengarsipkan semua kumpulan data dan menaunkannya ke *cloud* mesin komputasi untuk penggunaan *open source* sehingga pada *Google Earth Engine* tidak memerlukan download data dan mengimpornya ke pengolahan semua data dapat dipanggil dari arsip yang tersedia di *cloud*.

Dalam penelitian ini dilakukan perhitungan rata – rata estimasi biomassa dan peta persebaran biomassa mangrove menggunakan model persamaan alometrik yang telah dibuat sebelumnya oleh Budi Chandra, sehingga diharapkan dapat menghasilkan estimasi biomassa dan peta sebaran biomassa mangrove di kawasan Segara Anakan.

2. METODOLOGI

Metodologi penelitian meliputi pengumpulan data, pengolahan data, dan analisis data untuk menguraikan pemecahan rumusan masalah.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

2.1 Pengumpulan Data

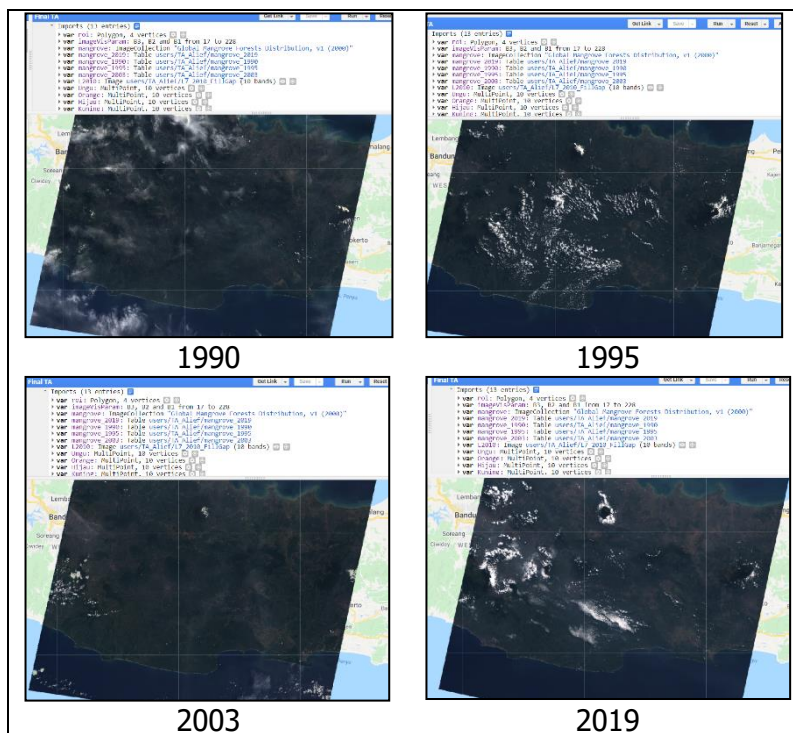
Data meliputi Citra Satelit Landsat 5 TM *Collection 1 Tier 1 TOA Reflectance* perekaman Juli 1990 dan Juni 1995, Landsat 7 *Collection 1 Tier 1 TOA Reflectance* perekaman Januari 2003, dan Landsat 8 *Collection 1 Tier 1 TOA Reflectance* perekaman Juli 2019 semuanya menggunakan *path/row* 121/065 yang berasal dari USGS (*U.S. Geological Survey*) yang telah terintegrasi dengan *Google Earth Engine*.

2.2 Pengolahan

Citra landsat yang sudah melewati tahapan *filter* dilakukan proses pengecekan *pre-processing*, setelah itu dilakukan identifikasi batas mangrove untuk dilakukan deliniasi, perhitungan biomassa dan analisis tren rata – rata biomassa.

2.2.1 Import dan Visualisasi Citra

Import *datasets* Landsat yang ada pada *Google Earth Engine*, Visualisasi Citra dilakukan menggunakan fungsi `'Map.addLayer'` menggunakan parameter variabel untuk kombinasi *bands* *'TrueColors'* untuk memvisualisasikan citra dalam warna alami permukaan bumi.



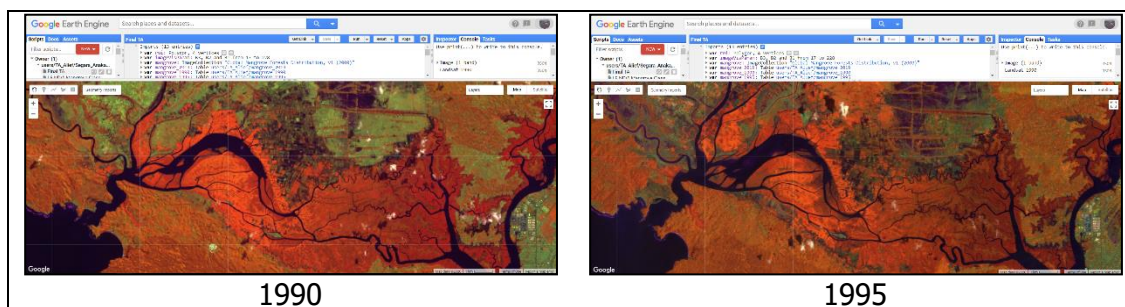
Gambar 2 Hasil Visualisasi Citra

2.2.2 Pre-Processing

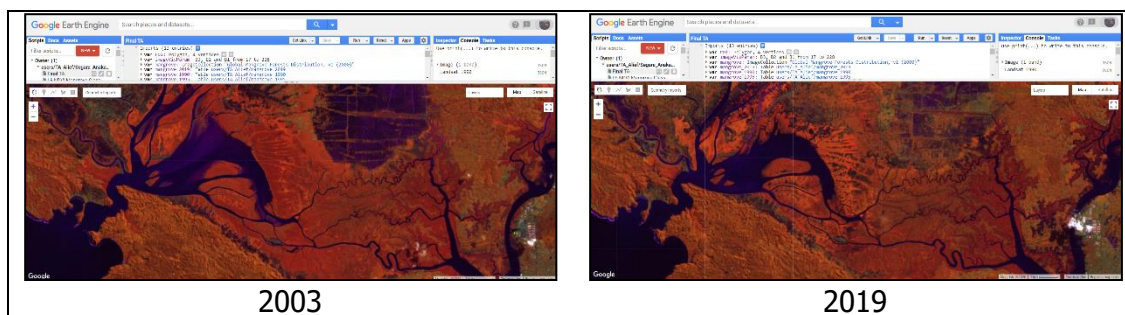
Tahap Pre – Processing yaitu suatu tahapan pengondisian supaya citra yang akan di gunakan benar – benar memberikan informasi yang akurat secara geometris dan radiometris. Dimana pada penelitian ini menggunakan *Google Earth Engine* yang secara sistematis sudah terkoreksi untuk semua *dataset* yang ada pada *cloud*, dan juga menggunakan data landsat *top of atmosphere* yang disediakan *Google Earth Engine*. Landsat *top of atmosphere* merupakan citra landsat yang sudah terkoreksi radiometrik dengan menghilangkan gangguan atmosfer dengan cara mengubah *digital number* menjadi nilai reflektan.

2.2.3 Identifikasi Mangrove

Untuk identifikasi hutan mangrove digunakan kombinasi *bands* 564 pada landsat 8 dan *bands* 453 pada landsat 5 & 7 dimana aplikasinya untuk memisahkan tanah dan air. Tahapan selanjutnya adalah identifikasi secara visual dimana letak hutan mangrove pada umumnya berada di pesisir dan estuari.



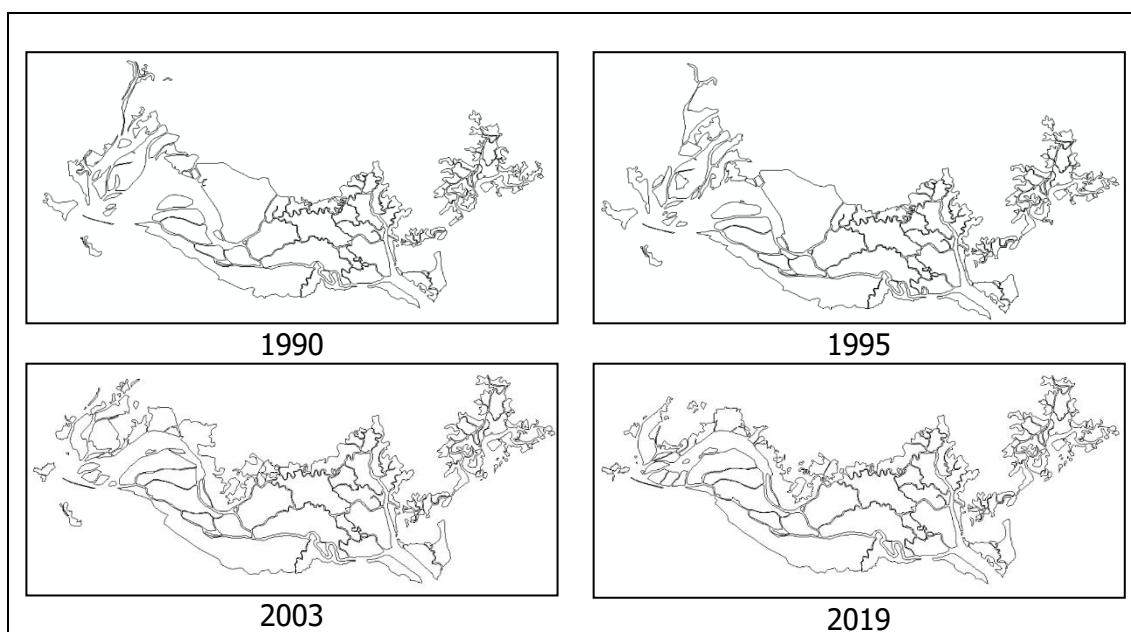
*Estimasi Biomassa Mangrove Dengan Data Landsat Multitemporal Menggunakan Google Earth Engine
(Studi Kasus : Segara Anakan, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah)*



Gambar 3 Hasil Identifikasi Hutan Mangrove

2.2.4 Deliniasi Batas Hutan Mangrove

Tahap selanjutnya adalah mendeliniasi kawasan mangrove berdasarkan analisis visual, tahapan ini dilakukan pada *software* ArcGIS guna untuk membatasi ruang penelitian.



Gambar 4 Hasil Deliniasi Batas Hutan Mangrove

2.2.5 Transformasi Indeks Vegetasi NDVI

Dalam pengolahan NDVI memerlukan *bands* merah dan *bands* inframerah yang pada landsat 5 & 7 merupakan *bands* 3 dan *bands* 4, sedangkan pada landsat 8 memerlukan *bands* 4 dan *bands* 5. Perhitungan NDVI akan menghasilkan rentang nilai -1 (vegetasi rendah/air) hingga 1 (vegetasi tinggi/lebat). Formulasi untuk NDVI dapat dilihat sebagai berikut:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

2.2.6 Perhitungan Model Biomassa

Perhitungan biomassa dilakukan menggunakan fitur *Expression* pada fungsi *Google Earth Engine* karena formulasi dari persamaan alometrik merupakan komputasi kompleks. dengan persamaan alometrik seperti berikut:

$$y = \frac{30,97183 - 56,898258 NDVI}{1 + 3,95247 NDVI - 9,5673017 NDVI^2} ; R^2 = 82,8\%$$


```

70 //Model Biomassa Mangrove Budi (2000)
71 //Landsat 1990
72 var biomassa_1990 = L1990.expression(
73     '(30.97183 - (56.898258 * (NDVI))) / (1 + (3.95247 * (NDVI)) - (9.5673017 * ((NDVI ** 2))))',
74     {'NDVI' : NDVI_L1990.select('nd')}
75 );
76 print(biomassa_1990,'Landsat 1990');
77 //Landsat 1995
78 var biomassa_1995 = L1995.expression(
79     '(30.97183 - (56.898258 * (NDVI))) / (1 + (3.95247 * (NDVI)) - (9.5673017 * (NDVI ** 2)))',
80     {'NDVI' : NDVI_L1995.select('nd')}
81 );
82 print(biomassa_1995,'Landsat 1995');
83 //Landsat 2003
84 var biomassa_2003 = L2003.expression(
85     '(30.97183 - (56.898258 * (NDVI))) / (1 + (3.95247 * (NDVI)) - (9.5673017 * (NDVI ** 2)))',
86     {'NDVI' : NDVI_L2003.select('nd')}
87 );
88 print(biomassa_2003,'Landsat 2003');
89 //Landsat 2010
90 var biomassa_2010 = L2010.expression(
91     '(30.97183 - (56.898258 * (NDVI))) / (1 + (3.95247 * (NDVI)) - (9.5673017 * (NDVI ** 2)))',
92     {'NDVI' : NDVI_L2010.select('nd')}
93 );
94 print(biomassa_2010,'Landsat 2010');
95 //Landsat 2019
96 var biomassa_2019 = L2019.expression(
97     '(30.97183 - (56.898258 * (NDVI))) / (1 + (3.95247 * (NDVI)) - (9.5673017 * (NDVI ** 2)))',
98     {'NDVI' : NDVI_L2019.select('nd')}
99 );
100 print(biomassa_2019,'Landsat 2019');
    
```

Gambar 5 Script Perhitungan Model Biomassa

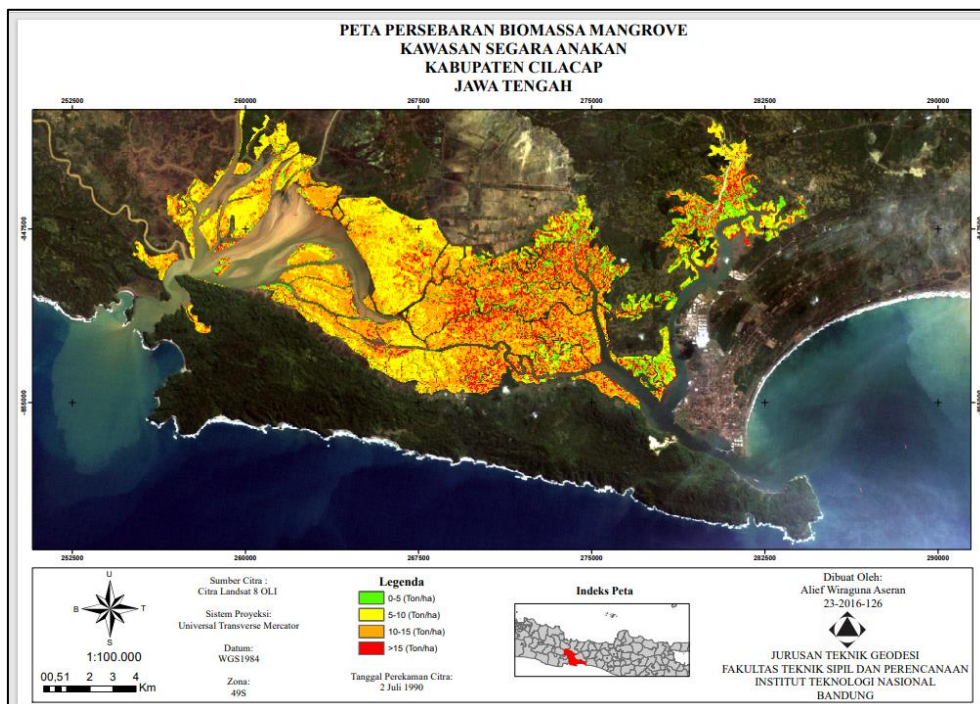
3. HASIL DAN ANALISIS

3.1 Hasil Persebaran Estimasi Biomassa

Estimasi biomassa yang didapat dari pengolahan citra satelit Landsat multitemporal menggunakan persamaan model alometrik Budi Chandra (2000) memperoleh hasil rata – rata nilai estimasi biomassa setiap tahunnya mengalami penurunan sekitar 0,5 – 1 ton/ha, kecuali di tahun 1995 mengalami kenaikan sekitar 2 ton/ha dari tahun sebelumnya.

3.1.1 Persebaran Estimasi Biomassa Tahun 1990

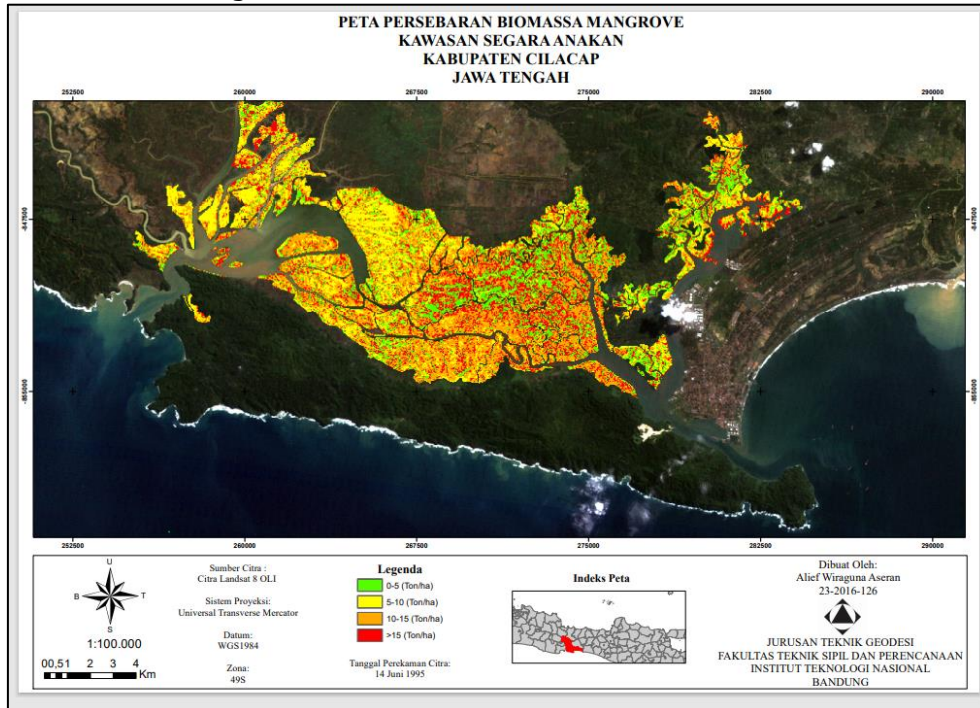
Berdasarkan hasil pengolahan estimasi biomassa pada tahun 1990 memperoleh hasil biomassa minimum 0,202 ton/ha dan maksimum 103,002 ton/ha. Didominasi rentang 5-10 ton/ha dengan luas hutan mangrove sebesar 10621.312 ha.



Gambar 6 Peta Persebaran Biomassa Tahun 1990

3.1.2 Persebaran Estimasi Biomassa Tahun 1995

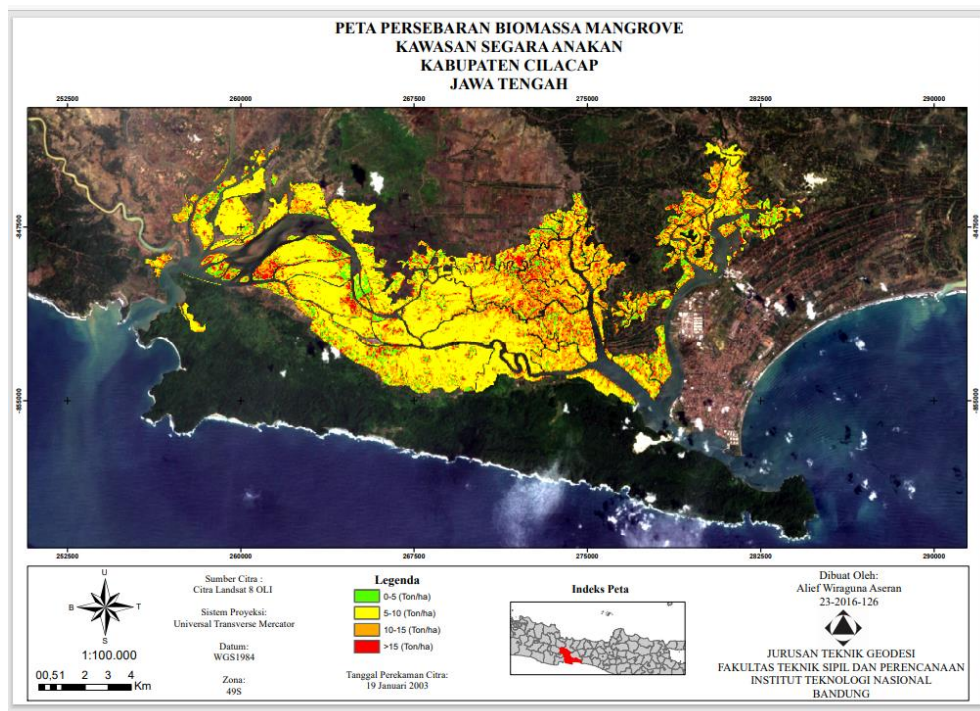
Berdasarkan hasil pengolahan estimasi biomassa pada tahun 1995 memperoleh hasil biomassa minimum 0,202 ton/ha dan maksimum 99,489 ton/ha. Didominasi rentang 5-10 ton/ha dan rentang 10-15 ton/ha dengan luasan sebesar 10976.279 ha.



Gambar 7 Peta Persebaran Biomassa Tahun 1995

3.1.3 Persebaran Estimasi Biomassa Tahun 2003

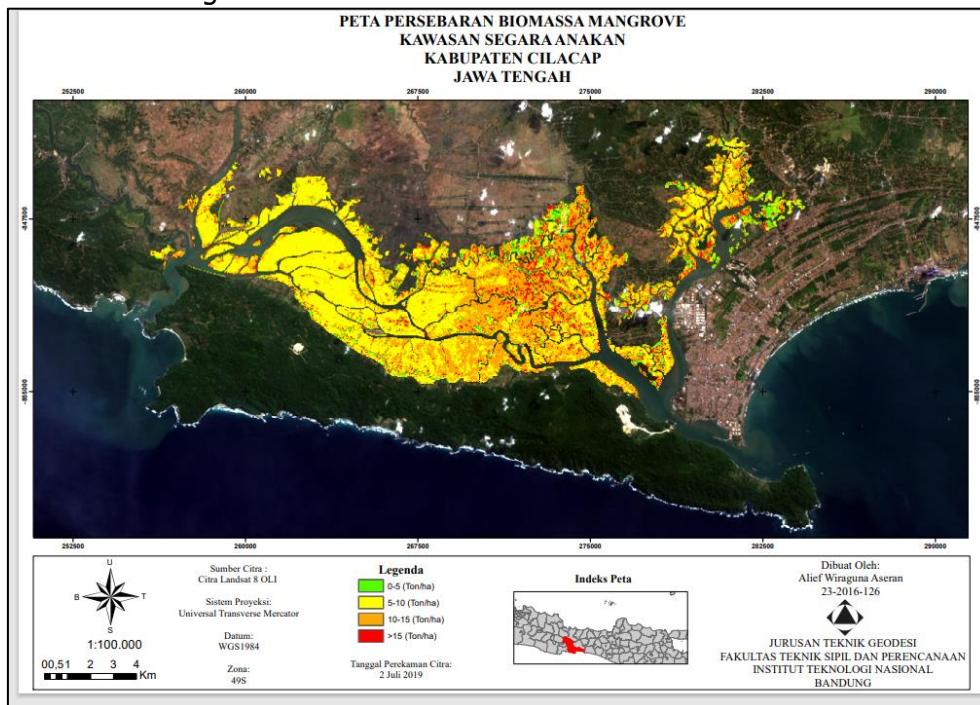
Berdasarkan hasil pengolahan estimasi biomassa pada tahun 2003 memperoleh hasil biomassa minimum 0,039 ton/ha dan maksimum 100,393 ton/ha. Didominasi rentang 5-10 ton/ha dengan luas hutan mangrove sebesar 9952.661 ha.



Gambar 8 Peta Persebaran Biomassa Tahun 2003

3.1.4 Persebaran Estimasi Biomassa Tahun 2019

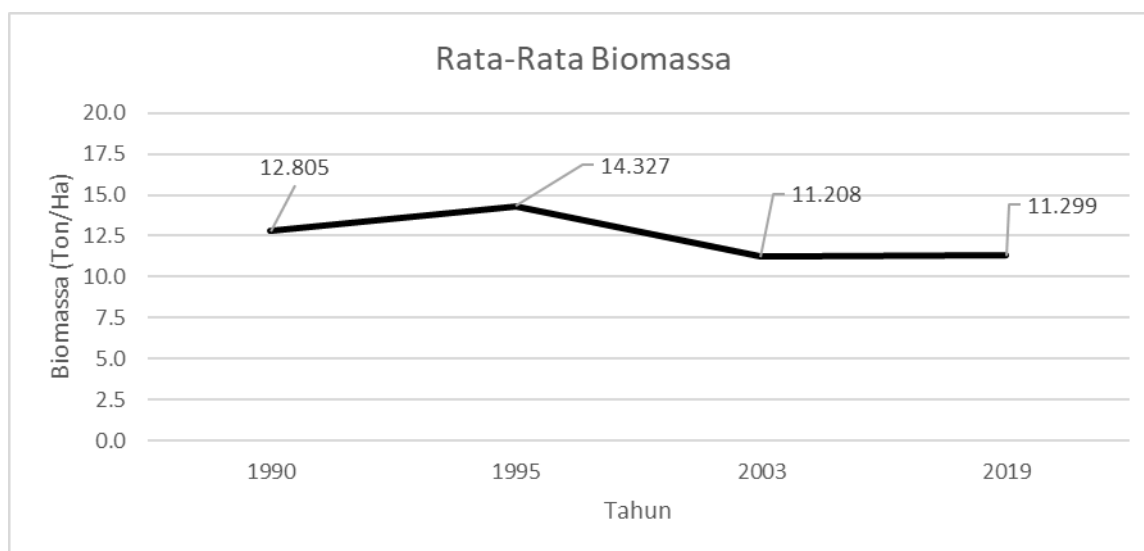
Berdasarkan hasil pengolahan estimasi biomassa pada tahun 2019 memperoleh hasil biomassa minimum 0,000453 ton/ha dan maksimum 100,579 ton/ha. Didominasi rentang 5-10 ton/ha dengan luas hutan mangrove sebesar 9596.628 ha.



Gambar 9 Peta Persebaran Biomassa Tahun 2019

3.2 Analisis Tren Hasil Rata – Rata Biomassa

Nilai rata – rata diambil dari akumulasi penjumlahan seluruh nilai biomassa. Nilai biomassa yang di rata – ratakan sudah terbebas dari anomali yang disebabkan saat perhitungan biomassa.



Gambar 10 Grafik Nilai Rata- Rata Biomassa

Pada tahun 1995 terdapat kenaikan yang cukup signifikan pada nilai rata – rata biomassa hal ini dikarenakan kondisi cuaca ataupun iklim pada tahun tersebut. Menurut Glantz (2001) pada tahun 1995 indonesia dilanda kekeringan ekstrim dan kebakaran hutan yang cukup luas.

Kekeringan menyebabkan penurunan nilai NDVI berdasarkan penelitian Kurnia dan Agdialta (2020), curah hujan memiliki pengaruh terhadap Nilai NDVI, dimana semakin tinggi curah hujan maka nilai NDVI akan semakin bernilai positif begitu juga sebaliknya semakin rendah curah hujan maka nilai NDVI akan semakin bernilai negatif. Sesuai dengan pernyataan Barret dan Curtis (1992), bahwa hubungan NDVI dengan biomassa tidak berbentuk linear (tidak konsisten), karena ini nilai rata – rata estimasi biomassa dapat mengalami kenaikan maupun penurunan.

4. KESIMPULAN

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

- a. Biomassa di Segara Anakan, Cilacap berdasarkan peta persebaran biomassa mangrove diketahui dominasi paling banyak berada pada rentang 5-10 ton/ha dan diketahui bahwa luasan hutan mangrove di Segara Anakan, Cilacap terus mengalami penurunan setiap tahunnya, dengan luasan pada tahun 2019 sebesar 9596.628 ha.
- b. Estimasi biomassa di Segara Anakan, Cilacap berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada tahun 1995 mempunyai rata – rata estimasi biomassa terbesar yaitu 14,326754 ton/ha dan terendah pada tahun 2003 yaitu sebesar 11,208076 ton/ha. dimana pada rentang tahun 1995-2004 terjadi kondisi ekstrim berupa badai La Nina yang menyebabkan perubahan pada nilai NDVI di tahun tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Dr. Soni Darmawan S.T.,M.T. dan semua pihak yang turut mensukseskan penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN¹

- Lu D. 2006. *The potential and challenge of remote sensing-based biomass estimation*. International journal of remote sensing. Vol. 27(7), 1297 - 1328.
- Mutanga, O., & Kumar, L. (2019). Google Earth Engine Applications.
- Rianzani, D., Darmawan, S., Hernawati, R., & Indra M, T. (2018). Estimasi Biomassa Mangrove Berbasis Pengindraan Jauh (Studi Kasus Kabupaten Subang, Jawa Barat).
- Brown, S., & Gaston, G. (1996). *Estimates Of Biomass Density For Tropical Forests*. *Biomass Burning And Global Change*, 1(1). 133-139.
- Siwi, S.E,. 2015. Estimasi Kandungan Biomassa Vegetasi Hijau Menggunakan Data Penginderaan Jauh. Bogor. MAPIN Jabodetabek
- Glantz, M. H., & Glantz, M. H. (2001). Currents of change: impacts of El Niño and La Niña on climate and society. Cambridge University Press.
- Barrett, E. C., & Curtis, L. F. (1999). Introduction to environmental remote sensing. Psychology Press.
- Kurnia, W. G., & Agdialta, R. (2020). Analisis Perubahan Vegetasi dan Variabilitas Curah Hujan di Kawasan Taman Nasional Lore Lindu, Sulawesi Tengah. Buletin GAW Bariri, 1(1), 47-57.