

VALIDASI DARI Abstrak ESTIMASI KERAPATAN DAN BIOMASSA MANGROVE MENGGUNAKAN INDEKS VEGETASI DENGAN CITRA SATELIT SENTINEL-2A DI PANTAI BLEKOK, KABUPATEN SITUBONDO, JAWA TIMUR

Umi Zakiyah¹⁾ dan Nadhito Dwi Ardian Lomi Rihj¹⁾

¹⁾Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Jalan Veteran Malang, umi.zakiyah@gmail.com

Article history

Received : 23 Juni 2021

Revised : 13 Agustus 2021

Accepted : 15 September 2021

*Corresponding author

Umi Zakiyah

Email : umi.zakiyah@gmail.com

Wilayah pesisir merupakan daerah peralihan antara ekosistem darat dan laut yang dipengaruhi oleh perubahan yang ada di darat maupun yang ada di laut. Selain itu wilayah pesisir merupakan suatu ekosistem yang ada kaitannya atau berhubungan erat dengan ekosistem lain yang ada di sekitarnya, sebagai contoh beberapa ekosistem utama di pesisir Indonesia adalah pantai, hutan mangrove, padang lamun, terumbu karang, estuaria, dan pulau-pulau kecil. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kerapatan mangrove di Pantai Blekok, Kecamatan Kendit, Kabupaten Situbondo berdasarkan data lapang dan citra satelit Sentinel-2A serta menganalisis jumlah dari estimasi besarnya biomassa mangrove di Pantai Blekok, Kecamatan Kendit, Kabupaten Situbondo berdasarkan data lapang dan citra satelit Sentinel-2A. Hasil pengamatan lapang hampir seluruhnya menunjukkan nilai diatas 39 ind/are (lebat). Pada hasil nilai DVI rata-rata menunjukkan kanopi mangrove dengan kerapatan tinggi karena hampir semua hasilnya diatas 0,098 sama halnya dengan nilai NDVI hampir semua hasilnya diatas 0,43 dan di kedua indeks vegetasi ini hanya pada titik sampling 2 yang menunjukkan nilai yang rendah. Hasil dari pemodelan biomassa terbaik adalah menggunakan indeks vegetasi DVI dengan regresi power/geometri. Nilai R² pada regresi ini >0,5 yaitu 0,5804 dan nilai perbandingan RMSE yang lebih kecil dari indeks vegetasi NDVI yaitu sebesar 352,8223. Nilai estimasi biomassa tertinggi dengan indeks vegetasi NDVI adalah pada titik sampling 4 sebesar 1049,302 ton/Ha.

Kata Kunci : Biomassa Mangrove, NDVI, DVI, Citra Satelit Sentinel-2A

Abstract

Coastal areas are transitional areas between terrestrial and marine ecosystems that are affected by changes in land and in the sea. In addition, the coastal area is an ecosystem that is closely related or closely related to other ecosystems in the vicinity, for example some of the main ecosystems on the coast of Indonesia are beaches, mangrove forests, seagrass beds, coral reefs, estuaries, and small islands. The purpose of this study is to analyze the density of mangroves in Blekok Village, Kendit District, Situbondo Regency based on field data and Sentinel-2A satellite imagery and analyze the amount of estimated mangrove biomass size in Blekok Village, Kendit District, Situbondo Regency based on field data and imagery Sentinel-2A satellite. Almost all field observations show values above 39 ind / are (dense). The results of the average DVI values indicate a mangrove canopy with high density because almost all the results are above 0,098 as well as NDVI values almost all the results are above 0.43 and in both vegetation indices only at sampling point 2 which shows a low value. The best biomass modeling result is using the DVI vegetation index with power / geometry regression. The value of R² in this regression > 0.5 is 0.5804 and the comparison value of RMSE is smaller than the NDVI vegetation index of 352,8223

The highest estimated value of biomass with NDVI vegetation index is at sampling point 4 of 1049,302 tons / Ha.

Keywords : Biomass Mangrove, NDVI, DVI, Sentinel-2A Satellite Imagery

PENDAHULUAN

Wilayah pesisir merupakan daerah peralihan antara ekosistem darat dan laut yang dipengaruhi oleh perubahan yang ada di darat maupun perubahan yang ada di laut (UU No. 1 tahun 2014). Wilayah pesisir adalah wilayah yang berpotensi untuk dijadikan tempat wisata dan rekreasi. Selain itu wilayah pesisir merupakan suatu ekosistem yang ada kaitannya atau berhubungan erat dengan ekosistem lain yang ada di sekitarnya, sebagai contoh beberapa ekosistem utama di pesisir Indonesia adalah pantai, hutan mangrove, padang lamun, terumbu karang, estuaria, dan pulau-pulau kecil (Dahuri, 2001). Untuk melakukan identifikasi lapang dapat juga dilakukan menggunakan aplikasi berbasis citra satelit yang memiliki tingkatan resolusi mulai 30 cm hingga >10 m. Salah satunya dengan Indeks vegetasi atau NDVI yang merupakan suatu metode transformasi citra untuk menganalisis tingkat kehijauan pada vegetasi dalam suatu wilayah. Namun, seiring bergantinya waktu berkurangnya lahan akibat dari kegiatan pemanfaatan lahan seperti pemukiman, jasa dan sosial ekonomi mengakibatkan berkurangnya tingkat kerapatan vegetasi yang ada. Hal ini dapat mempengaruhi keseimbangan ekologi dalam suatu wilayah tersebut (Purwanto, 2015). Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis jenis mangrove apa saja yang ditemukan disekitaran Pantai Blekok, dan menganalisis kerapatan mangrove di pantai Blekok, dan menganalisis hasil estimasi biomassa mangrove di pantai Blekok, Kabupaten Situbondo berdasarkan data lapang dan citra satelit Sentinel-2A.

METODE

Metode yang digunakan dalam Penelitian ini adalah metode deskriptif, yaitu dengan mengadakan kegiatan pengumpulan, analisis dan interpretasi data yang bertujuan untuk membuat deskripsi mengenai keadaan yang terjadi pada saat penelitian (Suryabrata, 1987). Titik sampling dengan menggunakan metode cluster sampling. Teknik ini digunakan bilamana populasi tidak terdiri dari individu-individu, melainkan terdiri dari kelompok-kelompok individu atau cluster (Margono, 2004) sedangkan untuk pengambilan sampel akan menggunakan transek yang nantinya transek akan disebar secara purposive sampling yaitu teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2001). Transek nantinya akan disebar di setiap Titik Sampling berdasarkan tipe mangrove yaitu alami dan ditanam. Sampel yang diambil adalah semua pohon, anakan, dan semai yang masuk atau berada di dalam transek. Transek yang akan digunakan berukuran 10x10 m².

Proses pengumpulan data meliputi data Citra Sentinel-2A yang diperoleh dari website resmi ESA secara gratis dengan mengakses glovis.usgs.gov. Data lapangan berupa diameter setinggi dada, koordinat sampel dan foto hasil survei. Penelitian diawali dengan survei lokasi yang diamati yaitu di kawasan mangrove Kampung Blekok, Kecamatan Kendit, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur. Kemudian pengambilan diameter batang mangrove untuk diukur biomassa mangrove. Kemudian pengunduhan data citra satelit untuk pengolahan data spasial untuk mengetahui estimasi biomassa mangrove di kawasan mangrove Kampung Blekok. Citra satelit Sentinel-2A yang diperoleh dilakukan proses

pra processing untuk menghindari citra dari kesalahan geometrik dan radiometrik setelah proses pra processing selesai dilakukan identifikasi kerapatan mangrove menggunakan NDVI, SAVI dan perhitungan biomassa mangrove.

Data yang di peroleh dari mangrove berupa data yang di klasifikasikan berdasarkan diameter pohon. Kemudian dihitung nilai kerapatan jenis dengan menggunakan algoritma yang diterapkan oleh Bengen (2004), yaitu kerapatan mangrove (K) adalah jumlah mangrove dalam suatu area, kerapatan mangrove dapat di tentukan dengan rumus:

$$K_i = \frac{n_i}{A}$$

Keterangan :

K = Kerapatan

n = Jumlah total individu

A = luas total area pengambilan contoh (luas total petak contoh/plot)

Tingkat kerapatan vegetasi mangrove untuk nilai kerapatan berdasarkan kriteria kerusakan mangrove berdasarkan pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 201 tahun 2004 yaitu > dari 1500 pohon tergolong lebat, antara 1000 sd 1500 tergolong sedang dan ,1000 tergolong jarang. Selanjutnya menggunakan indeks NDVI. Kombinasi formulasi perbedaan normalisasi dan penggunaan tertinggi penyerapan dan pantulan daerah klorofil membuatnya kuat atas berbagai kondisi. (Rouse *et al.*, 1973 dalam Yusandi, 2015).

$$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)}$$

Keterangan:

NIR= radiasi inframerah dekat dari piksel. Red= radiasi cahaya merah dari piksel

Nilai NDVI berkisar dari -1 (yang biasanya air) sampai +1 (vegetasi lebat).

Tingkat kerapatan vegetasi mangrove untuk nilai NDVI berdasarkan Pedoman Inventarisasi dan Identifikasi Lahan Kritis Mangrove yang dikeluarkan oleh Departemen Kehutanan Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial Tahun 2006 yaitu, $0,43 \leq NDVI \leq 1,00$ mangrove lebat, $0,33 \leq NDVI \leq 0,42$ adalah sedang dan $-1,0 \leq NDVI \leq 0,32$ adalah jarang. Selanjutnya menggunakan indeks DVI. Indeks ini sangat sensitif pada kondisi lingkungan dengan bertambah besarnya intensitas cahaya matahari maka akan bertambah pula radiasi pada panjang gelombang inframerah dekat dan merah yang terekam oleh sensor. Hal ini terjadi karena pengaruh dari sudut pancaran dari sinar matahari yang berubah – ubah. Formula yang digunakan pada indeks vegetasi ini yaitu :

$$DVI = NIR - Red$$

Keterangan:

NIR : Band inframerah dekat untuk sebuah sel
BRED : Band merah untuk sebuah sel (Band 4)
Tingkat kerapatan vegetasi Mangrove untuk nilai DVI menurut Pandey, 2018, <0.076 kerapatan mangrove jarang, 0.076-0.098 sedang dan >0.098 termasuk lebat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil kerapatan mangrove di lapang dari titik sampling 1 adalah 53 ind/are dengan dominasi mangrove jenis *Avicennia alba* , hasil kerapatan titik sampling 2 adalah 56 ind/are dengan dominasi mangrove jenis *Avicennia alba* dan *sonnetaria alba* di titik sampling ini dinyatakan kerapatan jarang karena masih banyak mangrove dalam ukuran semai dan pancang, hasil kerapatan titik sampling 3 adalah 62 ind/are dengan dominasi mangrove jenis *alba Rhizophora mucronata* , hasil kerapatan titik sampling 4 adalah 49 ind/are dengan yang paling sering didapati adalah mangrove jenis *Avicennia alba*, hasil kerapatan titik sampling 5 adalah 46 ind/are dengan dominasi mangrove

jenis *Avicennia alba*, dan hasil kerapatan pada titik sampling 6 adalah 73 ind/are dengan didominasi mangrove jenis *Avicennia alba*.

Tabel 1. Kerapatan Mangrove Lapang

Titik Sampling	Garis Bujur (BT)	Garis Lintang (LS)	Nilai Kerapatan	Kategori
1	113° 55' 19,63"	7° 41' 51,42"	53 ind/are	Rapat
2	113° 55' 20,37"	7° 41' 50,79"	56 ind/are	Jarang
3	113° 55' 20,37"	7° 41' 51,34"	62 ind/are	Rapat
4	113° 55' 21,84"	7° 41' 52,75"	49 ind/are	Rapat
5	113° 55' 23,55"	7° 41' 56,79"	46 ind/are	Rapat
6	113° 55' 25,42"	7° 41' 56,24"	73 ind/are	Rapat

Pada titik sampling 2 dinyatakan jarang walaupun nilai kerapatan yang didapat diatas 39 ind/are karena banyak mangrove yang masih dalam ukuran semai dan pancang dan tumbuh dibawah pohon yang sudah cukup besar, sehingga masih banyak lahan kosong yang tidak ditumbuhi mangrove dari satu luasan itu. Analisis indeks vegetasi dilakukan untuk mengetahui tingkat kerapatan kanopi mangrove yang didasarkan pada adanya respon objek penginderaan jauh pada kisaran spektrum radiasi. Indeks vegetasi merupakan persentase pemantulan radiasi matahari oleh daun yang berkorelasi dengan konsentrasi klorofil. Pada penelitian ini, nilai NDVI minimum adalah 0,10996 dan nilai NDVI maksimum adalah 0,673455. Kemudian dilakukan klasifikasi kerapatan yang terbagi dalam tiga kelas kerapatan tajuk, yaitu jarang, sedang dan rapat.

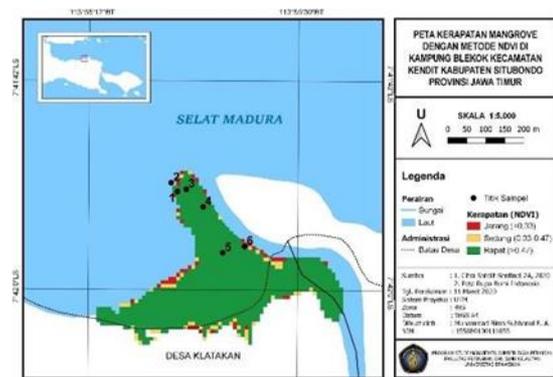
Tabel 2. Kerapatan Mangrove dengan NDVI

Titik Sampling	Garis Bujur (BT)	Garis Lintang (LS)	Nilai NDVI	Kategori
1	113° 55' 19,63"	7° 41' 51,42"	0,565252	Rapat
2	113° 55' 20,37"	7° 41' 50,79"	0,10996	Jarang
3	113° 55' 20,37"	7° 41' 51,34"	0,565022	Rapat
4	113° 55' 21,84"	7° 41' 52,75"	0,673455	Rapat
5	113° 55' 23,55"	7° 41' 56,79"	0,652695	Rapat
6	113° 55' 25,42"	7° 41' 56,24"	0,538012	Rapat

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai NDVI pada titik sampling 2 memiliki perbedaan dengan titik sampling lainnya dengan nilai NDVI mencapai 0,673455. Indeks vegetasi merupakan kombinasi matematis antara band red dan band NIR yang telah lama digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan dan kondisi vegetasi. Nilai NDVI mempunyai rentang dari -1,0 hingga 1,0. Nilai yang mewakili

vegetasi berada pada rentang 0,1 hingga 0,7 ind/m², jika nilai NDVI di atas nilai ini menunjukkan tingkat kesehatan dari tutupan vegetasi yang lebih baik (Prahasta, 2008). Hasil dari nilai NDVI hampir semua titik sampling tergolong memiliki tingkat kesehatan tutupan vegetasi yang baik karena nilainya lebih dari 0,7 ind/m².

Pada hasil pengolahan citra satelit pada Gambar 1 yang menggambarkan sebaran vegetasi diatas dilakukan menggunakan indeks vegetasi NDVI dengan citra satelit Sentinel-2A tahun 2020. Didapatkan hasil nilai NDVI berkisar antara -0,10996 sampai 0,673455. Pada hasil pengolahan NDVI berwarna merah menunjukkan nilai NDVI dibawah 0,33 ind/m² yang menunjukkan mangrove jarang. Hasil pengolahan berwarna kuning berkisar 0,33 sampai 0,47 ind/m² yang menunjukkan mangrove sedang. Kerapatan mangrove disetiap daerah berbeda, tergantung pada banyaknya jumlah mangrove di daerah tersebut dan seberapa luas daerah tersebut (Menteri Lingkungan Hidup, 2004).



Gambar 1. Peta Kerapatan Mangrove NDVI Pengolahan NDVI berwarna hijau dengan nilai diatas 0,47 ind/m²

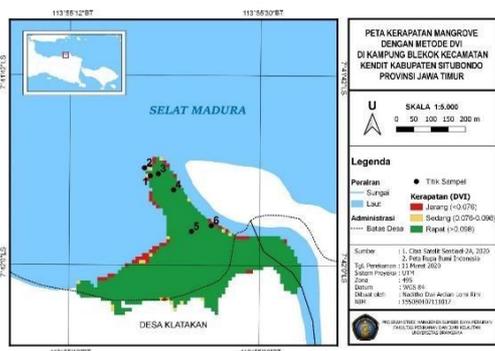
Hasil pada peta menunjukkan bahwa kawasan mangrove di Kampung Blekok memiliki daerah rapat yang paling luas dengan luas 6,3 hektar. Hal ini disebabkan karena mangrove di Kampung Blekok memiliki pohon yang lebat dan besar. Kerapatan Mangrove dengan DVI Indeks vegetasi DVI digunakan untuk mengetahui nilai kerapatan mangrove pada daerah Pantai Blekok, Situbondo, Jawa Timur. Proses pengolahan citra Sentinel-2A dilakukan

dengan perangkat QGIS. Hasil pegolahan citra untuk mengidentifikasi sebaran vegetasi mangrove melalui Indeks Vegetasi DVI terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil DVI Mangrove

Titik Sampling	Garis Bujur (BT)	Garis Lintang (LS)	Nilai DVI	Kategori
1	113° 55' 19,83"	7° 41' 51,42"	0,194	Rapat
2	113° 55' 20,37"	7° 41' 50,79"	0,01	Jarang
3	113° 55' 20,37"	7° 41' 51,34"	0,2009	Rapat
4	113° 55' 21,84"	7° 41' 52,75"	0,264	Rapat
5	113° 55' 23,55"	7° 41' 56,79"	0,256	Rapat
6	113° 55' 25,42"	7° 41' 58,24"	0,193	Rapat

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa nilai DVI pada Titik Sampling 1 mencapai 0,194 Pada Titik Sampling 2 nilai DVI mencapai 0,01 Pada Titik Sampling 3 nilai DVI mencapai 0,2009. Pada Titik Sampling 4 nilai DVI mencapai 0,264. Pada Titik Sampling 5 nilai DVI mencapai 0,256. Dan di Titik Sampling 6 nilai DVI mencapai 0,193.



Gambar 2. Peta Kerapatan Mangrove DVI

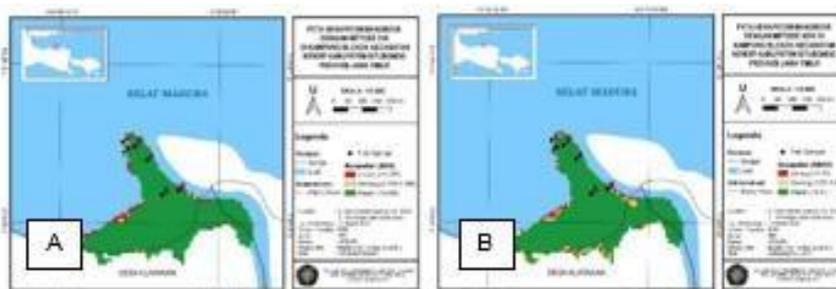
Hasil pengolahan citra satelit yang menggambarkan sebaran vegetasi diatas menggunakan Indeks Vegetasi DVI (Difference Vegetation Index) dengan citra satelit Sentinel-2A Tahun 2020. Sebaran DVI diperoleh sebesar 0,01 – 0,2648. Pada hasil pengolahan DVI berwarna Hijau muda menunjukkan nilai DVI berkisar 0,2648 yang menunjukkan sebaran mangrove Rapat. Hasil pengolahan DVI berwarna Merah menunjukkan nilai DVI berkisar 0,01 yang menunjukkan sebaran mangrove Jarang.

Pada hasil perbandingan nilai NDVI dan DVI diperoleh hasil pada Tabel 4

Tabel 4. Perbandingan Nilai NDVI dan DVI

Titik Sampling	Garis Bujur (BT)	Garis Lintang (LS)	Nilai NDVI	Nilai DVI
1	113° 55' 19,83"	7° 41' 51,42"	0,565	0,194
2	113° 55' 20,37"	7° 41' 50,79"	0,11	0,01
3	113° 55' 20,37"	7° 41' 51,34"	0,565	0,2009
4	113° 55' 21,84"	7° 41' 52,75"	0,873	0,264
5	113° 55' 23,55"	7° 41' 56,79"	0,853	0,257
6	113° 55' 25,42"	7° 41' 58,24"	0,538	0,193

Perbandingan antara nilai indeks vegetasi NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), dan DVI (Difference Vegetation Index) pada kawasan Pantai Blekok, Situbondo, Jawa Timur. Dapat diketahui dengan menilai dari kisaran dan rata-rata nilai indeks vegetasi. Nilai rata – rata yang didapatkan dari tiap pixel citra pada kawasan mangrove yang telah dilakukan indeks vegetasi NDVI dan DVI. Nilai kisaran Tersebut dapat dilihat pada Gambar 3 Berikut :



Gambar 3. (A)Perbandingan Peta Indeks Vegetasi Peta Kerapatan Mangrove NDVI, (B) Peta Kerapatan Mangrove DVI

Pengamatan dilakukan secara obsevasi langsung di lokasi Titik Sampling pengamatan dengan mengidentifikasi jenis mangrove. Identifikasi jenis dilakukan dengan mengamati bentuk akar, daun, dan bunga yang ditemukan di lokasi pengamatan selanjutnya yang dibandingkan dengan Buku Panduan Pegenalan Mangrove di Indonesia Noor et al., (2006). Identifikasi dari masing-masing Titik Sampling dapat di liat pada tabel 5.

Tabel 5. Identifikasi Mangrove

Titik Sampling	Jenis mangrove
1	• <i>Avicennia alba</i>
2	• <i>Avicennia alba</i> • <i>Sonneratia alba</i>
3	• <i>Sonneratia caseolaris</i> • <i>Avicennia alba</i> • <i>Avicennia marina</i> • <i>Sonneratia alba</i>
4	• <i>Rhizophora mucronata</i> • <i>Rhizophora apiculata</i> • <i>Avicennia alba</i> • <i>Rhizophora mucronata</i>
5	• <i>Rhizophora apiculata</i> • <i>Avicennia alba</i>
6	• <i>Avicennia alba</i> • <i>Avicennia marina</i> • <i>Rhizophora mucronata</i>

Persebaran mangrove yang ada dikawasan mangrove di Pantai Blekok yaitu jenis *Avicennia alba*, *Avicennia marina*, *Sonneratia alba*, *Sonneratia caseolaris*, *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*. Spesies yang paling dominan di daerah ini adalah *Avicennia alba*. Keenam mangrove tersebut termasuk kedalam mangrove sejati. Survei lapangan telah dilakukan pada bulan Februari di daerah pantai Blekok Kab. Situbundo, Jawa Timur dengan jumlah titik sampling sebanyak 6 lokasi yang merupakan perwakilan untuk masing-masing kerapatan rapat, sedang dan jarang.

Tabel 7. Perbandingan Kerapatan Data Lapangan dan Data Citra

Titik Sampling	Lokasi		Nilai NDVI	Citra		Nilai Lapang		
	Garis Bujur (BT)	Garis Lintang (LS)		Kategori	Nilai DVI	Kategori	Kerapatan (Ind/are)	Kategori
1	113° 55' 19,63"	7° 41' 51,42"	0,565	Rapat	0,194	Rapat	53 ind/are	Rapat
2	113° 55' 20,37"	7° 41' 50,79"	0,11	Jarang	0,01	Jarang	56 ind/are	Jarang
3	113° 55' 20,37"	7° 41' 51,34"	0,565	Rapat	0,2009	Rapat	62 ind/are	Rapat
4	113° 55' 21,84"	7° 41' 52,75"	0,673	Rapat	0,264	Rapat	49 ind/are	Rapat
5	113° 55' 23,55"	7° 41' 56,79"	0,653	Rapat	0,257	Rapat	46 ind/are	Rapat
6	113° 55' 25,42"	7° 41' 56,24"	0,538	Rapat	0,193	Rapat	73 ind/are	Rapat

Tabel 6. Kerapatan Mangrove

Titik Sampling	Garis Bujur (BT)	Garis Lintang (LS)	Nilai Kerapatan	Kategori
1	113° 55' 19,63"	7° 41' 51,42"	53 ind/are	Rapat
2	113° 55' 20,37"	7° 41' 50,79"	56 ind/are	Jarang
3	113° 55' 20,37"	7° 41' 51,34"	62 ind/are	Rapat
4	113° 55' 21,84"	7° 41' 52,75"	49 ind/are	Rapat
5	113° 55' 23,55"	7° 41' 56,79"	46 ind/are	Rapat
6	113° 55' 25,42"	7° 41' 56,24"	73 ind/are	Rapat

Berdasarkan Tabel kerapatan mangrove di lapang dari Titik Sampling 1 adalah 53 ind/are dengan dominasi mangrove jenis *Avicennia alba*, hasil kerapatan Titik Sampling 2 adalah 56 ind/are dengan dominasi mangrove jenis *Avicennia alba* dan *Sonneratia alba*, hasil kerapatan Titik Sampling 3 adalah 62 ind/are dengan dominasi mangrove jenis *Avicennia alba* dan *Sonneratia alba*, hasil kerapatan Titik Sampling 4 adalah 49 ind/are dengan dominasi mangrove jenis *Avicennia alba*, hasil kerapatan Titik Sampling 5 adalah 46 ind/are dengan dominasi mangrove jenis *Avicennia alba*, dan hasil kerapatan pada Titik Sampling 6 adalah 73 ind/are dengan didominasi mangrove jenis *Avicennia alba*. Pada titik sampling 2 dinyatakan jarang walaupun nilai kerapatan yang didapat diatas 39 ind/are karena banyak mangrove yang masih dalam ukuran semai dan pancang dan tumbuh dibawah pohon yang sudah cukup besar, sehingga masih banyak lahan kosong yang tidak ditumbuhi mangrove dari satu luasan itu.

Pada hasil nilai kerapatan mangrove lapang dan citra diperoleh hasil.

Pada hasil Tabel 7 diatas menunjukkan bahwa nilai yang didapatkan dari Titik Sampling 1 dengan nilai kerapatan pada perhitungan data lapang sebesar 53 ind/are, nilai NDVI sebesar 0,565, yang mengindikasikan kerapatan lebat dan DVI sebesar 0,194 yang mengindikasikan kerapatan yang lebat pula. Hasil yang didapatkan dari Titik Sampling 2 dengan nilai kerapatan pada perhitungan data lapang sebesar 56 ind/are, nilai NDVI sebesar 0,11, yang mengindikasikan kerapatan jarang dan DVI sebesar 0,01 yang mengindikasikan kerapatan yang jarang.

Pada Titik Sampling 3 didapatkan nilai kerapatan dengan perhitungan data lapang sebesar 62 ind/are, nilai NDVI sebesar 0,565, yang mengindikasikan kerapatan lebat dan DVI sebesar 0,2009 yang mengindikasikan kerapatan yang lebat pula. Hasil yang didapatkan dari Titik Sampling 4 dengan nilai kerapatan pada perhitungan data lapang sebesar 49 ind/are, nilai NDVI sebesar 0,673, yang mengindikasikan kerapatan jarang dan DVI sebesar 0,264 yang mengindikasikan kerapatan yang jarang. Pada Titik Sampling 5 didapatkan nilai kerapatan dengan perhitungan data lapang sebesar 46 ind/are, nilai NDVI sebesar 0,653, yang mengindikasikan kerapatan lebat dan DVI sebesar 0,257 yang mengindikasikan kerapatan yang lebat. Pada

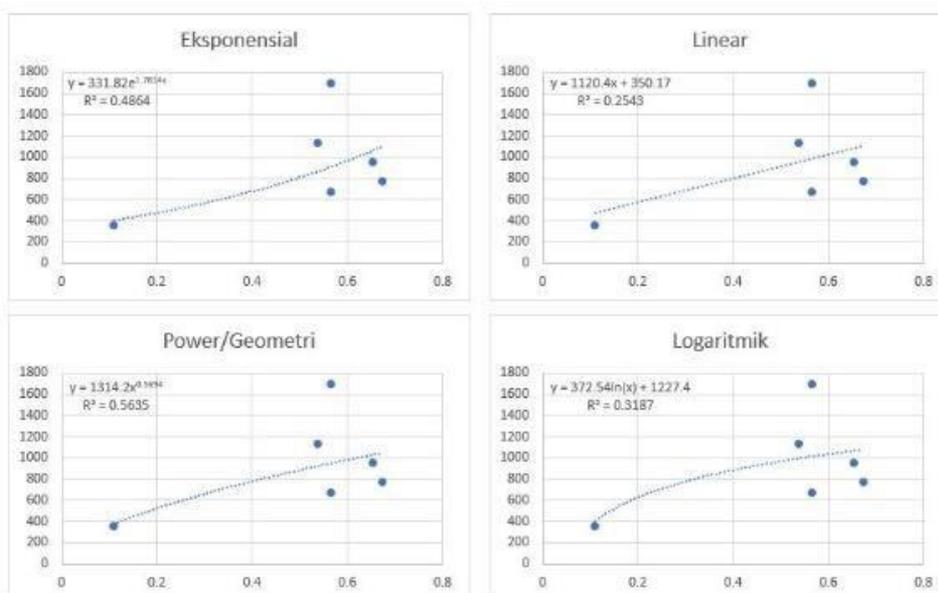
Titik Sampling 6 didapatkan nilai kerapatan dengan perhitungan data lapang sebesar 73 ind/are, nilai NDVI sebesar 0,538, yang mengindikasikan kerapatan lebat dan DVI sebesar 0,193 yang mengindikasikan kerapatan yang lebat pula.

Hasil estimasi biomassa mangrove berdasar data lapang diperoleh hasil dengan menggunakan rumus DBH pada Tabel 8.

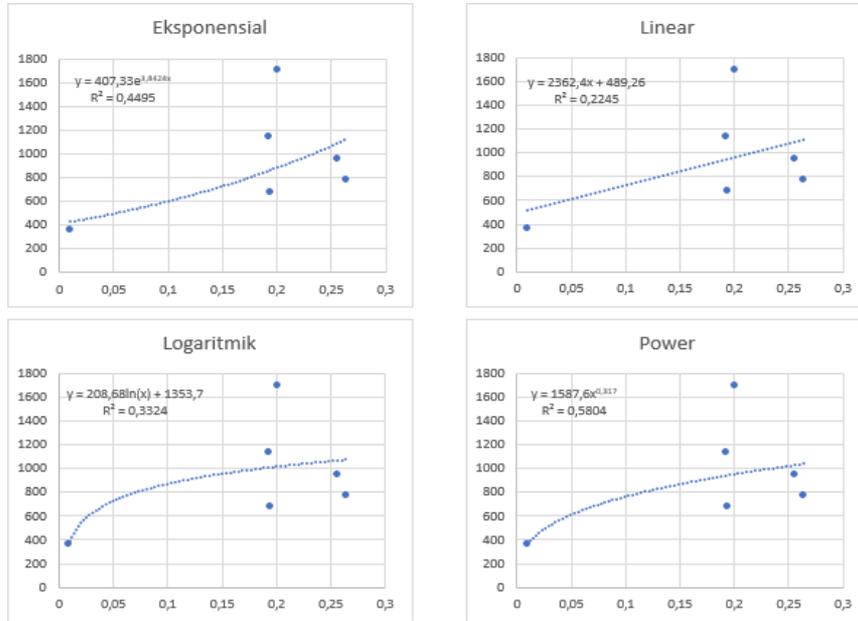
Tabel 8. Nilai Estimasi Biomassa

Titik Sampling	Garis Bujur (BT)	Garis Lintang (LS)	Nilai Biomass
1	113° 55' 19,63"	7° 41' 51,42"	670,15 ton/ha
2	113° 55' 20,37"	7° 41' 50,79"	356,69 ton/ha
3	113° 55' 20,37"	7° 41' 51,34"	698,38 ton/ha
4	113° 55' 21,84"	7° 41' 52,75"	768,88 ton/ha
5	113° 55' 23,55"	7° 41' 56,79"	749,39 ton/ha
6	113° 55' 25,42"	7° 41' 56,24"	626,40 ton/ha

Berdasarkan Tabel pengukuran biomassa Titik Sampling 1 adalah 670,15 ton/ha, hasil dari biomassa Titik Sampling 2 adalah 356,69 ton/ha, hasil dari biomassa Titik Sampling 3 adalah 698,38 ton/ha, hasil Titik Sampling 4 adalah 768,88 ton/ha, untuk hasil dari biomassa Titik Sampling 5 adalah 749,39 ton/ha, dan untuk hasil Titik Sampling 6 adalah 626,40 ton/ha. Hasil tertinggi diperoleh pada kerapatan tinggi karena pohon pada titik sampling tinggi relatif besar karena semakin besar pohon maka akan semakin besar nilai biomasnya.



Gambar 4. Grafik Model Regresi NDVI dan Biomassa



Gambar 5. Grafik Model Regresi DVI dan Biomassa

Nilai determinasi regresi total biomassa dengan nilai indeks vegetasi menggunakan regresi eksponensial, linear, logaritmik dan power/geometri mendapatkan nilai $R^2 > 0,5$ (nilai R^2 terbesar 0,5635). Thenkabail (2016) dalam Muhsoni (2018), menjelaskan bahwa koefisien determinasi (R^2) menunjukkan berkorelasi lemah jika $R^2 < 0,5$. Hal ini menunjukkan bahwa kedua model regresi antara total biomassa dan nilai indeks vegetasi layak digunakan karena mempunyai korelasi

yang tidak lemah ($R^2 > 0,5$). Pemodelan estimasi biomassa mangrove dilakukan dengan melakukan analisis regresi antara variabel total biomassa hasil perhitungan data lapang sebagai variabel terkait dan nilai indeks vegetasi hasil analisis citra satelit Sentinel-2a (NDVI dan DVI) sebagai variabel bebas. Hasil regresi total biomassa, hasil perhitungan data lapang dengan indeks vegetasi hasil dapat dilihat pada tabel 9 berikut

Tabel 9. Regresi Total Biomassa Sebagai Variabel Terikat dan Nilai Indeks Vegetasi Sebagai Variabel Bebas

No	Indeks Vegetasi	JENIS REGRESI			
		Ekspensial	Linear	Logaritmik	Power
1.	NDVI	$y=331,82e^{1,781x}$ $R^2 = 0,4884$	$y=1120,4x+350,17$ $R^2 = 0,2543$	$y=372,54\ln(x)+1227,4$ $R^2 = 0,3187$	$y=1314,2x^{0,5635}$ $R^2 = 0,5635$
2.	DVI	$y=407,33e^{3,8426x}$ $R^2 = 0,4495$	$y=2362,4x+489,26$ $R^2 = 0,2245$	$y=208,68\ln(x)+1353,7$ $R^2 = 0,3324$	$y=1587,6x^{0,517}$ $R^2 = 0,5804$

Nilai determinasi regresi total biomassa dengan nilai indeks vegetasi menggunakan regresi eksponensial, linear, logaritmik dan power/geometri mendapatkan nilai $R^2 > 0,5$ (nilai R^2 terbesar 0,5804). Thenkabail (2016) dalam Muhsoni (2018), menjelaskan bahwa koefisien determinasi (R^2) menunjukkan

berkorelasi lemah jika $R^2 < 0,5$. Hal ini menunjukkan bahwa kedua model regresi antara total biomassa dan nilai indeks vegetasi layak digunakan karena mempunyai korelasi yang tidak lemah ($R^2 > 0,5$).

Uji akurasi dilakukan dengan metode Root Mean Square Error (RMSE) agar dapat

diketahui nilai errornya. Dari uji akurasi ini, penentuan pemilihan indeks vegetasi yang lebih akurat untuk digunakan adalah indeks vegetasi yang memiliki nilai RMSE yang paling

kecil. Perbandingan dari nilai RMSE ini antara NDVI dan DVI. Disini nilai RMSE paling kecil didapatkan pada indeks vegetasi NDVI dengan nilai RMSE 358,089.

Tabel 10. Uji Akurasi Indeks Vegetasi NDVI dan DVI dengan RMSE

Biomassa (y) ton/Ha	NDVI $y = 1314,2x^{0,5694}$ $R^2 = 0,5635$				DVI $y = 1587,6x^{0,317}$ $R^2 = 0,5804$			
	Nilai (i)	y'	$y - y'$	$\frac{(y - y')^2}{n}$	Nilai (i)	y'	$y - y'$	$\frac{(y - y')^2}{n}$
670,148	0,585	949,704	279,556	13025,27	0,1943	944,467	274,319	12541,89
358,893	0,11	373,887	17,194	49,27	0,01	368,757	12,064	24,25881
1697,740	0,585	949,484	-748,257	93314,71	0,2009	954,521	-743,218	92062,38
768,879	0,673	1049,302	280,422	13106,13	0,2648	1041,852	272,972	12419,03
948,774	0,653	1030,760	81,988	1120,29	0,2581	1030,877	82,103	1123,49
1137,075	0,538	923,367	-213,708	7611,87	0,193	942,459	-194,615	6312,55
Total				128227,5				124483,6
RMSE				358,089				352,8223

Penentuan model biomassa mangrove terbaik dilakukan dengan menggabungkan antara model regresi total biomassa dengan nilai indeks vegetasi dan nilai RMSE. Hasil dari penentuan model biomassa terbaik dari

perbandingan nilai regresi total biomassa hasil perhitungan data lapang dan nilai indeks vegetasi (NDVI dan DVI) hasil analisis data circa satelit Sentinel-2A dengan nilai RMSE terbaik dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 11. Model Biomassa Berdasarkan Nilai Regresi dan RMSE Terbaik

No	Indeks Vegetasi	JENIS REGRESI				Standart Error Estimasi (RMSE)
		Eksponensial	Linear	Logaritmik	Power	
1.	NDVI	$y=331,82e^{1,781x}$ $R^2 = 0,4864$	$y=1120,4x+350,17$ $R^2 = 0,2543$	$y=372,54\ln(x)+1227,4$ $R^2 = 0,3187$	$y=1314,2x^{0,5694}$ $R^2 = 0,5635$	358,0887
2.	DVI	$y=407,33e^{3,8424x}$ $R^2 = 0,4495$	$y=2362,4x+489,26$ $R^2 = 0,2245$	$y=208,68\ln(x)+1353,7$ $R^2 = 0,3324$	$y=1587,6x^{0,317}$ $R^2 = 0,5804$	352,8224

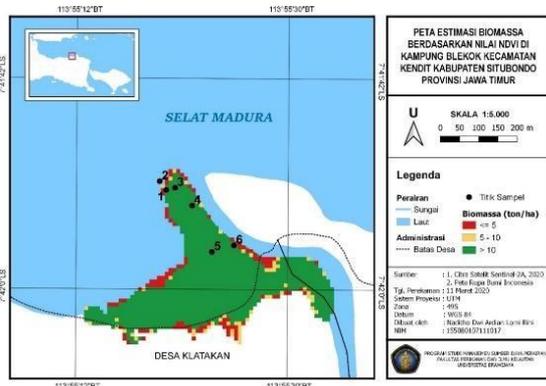
Pemodelan terbaik didapatkan dengan nilai determinasi regresi total biomassa dengan nilai indeks vegetasi menggunakan regresi eksponensial, linear, logaritmik dan power/geometri mendapatkan nilai $R^2 > 0,5$ (nilai R^2 terbesar pada indeks vegetasi DVI sebesar 0,5804) dan nilai uji akurasi RMSE terbaik pada indeks vegetasi NDVI sebesar 352,8224. Penentuan model terbaik dari kedua faktor ini dipilih indeks vegetasi DVI sebagai model terbaik yang mendekati akurat. Pada hasil estimasi biomassa mangrove menggunakan citra satelit diperoleh hasil pada Tabel 11.

Tabel 12. Estimasi Biomassa Citra

Titik Sampling	Garis Bujur (BT)	Garis Lintang (LS)	Nilai Biomassa
1	113° 55' 19,63"	7° 41' 51,42"	949,704 ton/Ha
2	113° 55' 20,37"	7° 41' 50,79"	373,887 ton/Ha
3	113° 55' 20,37"	7° 41' 51,34"	949,484 ton/Ha
4	113° 55' 21,84"	7° 41' 52,75"	1049,302 ton/Ha
5	113° 55' 23,55"	7° 41' 56,79"	1030,760 ton/Ha
6	113° 55' 25,42"	7° 41' 56,24"	923,367 ton/Ha

Berdasarkan Tabel estimasi biomassa pada data citra didapatkan hasil dari Titik Sampling 1 adalah 949,704 ton/Ha. Pada Titik Sampling 2 mendapatkan hasil 373,887 ton/Ha. Pada Titik Sampling 3 mendapatkan hasil 949,484 ton/Ha. Pada Titik Sampling 4 mendapatkan hasil 1049,302 ton/Ha. Pada Titik Sampling 5

mendapatkan hasil 1030,760 ton/Ha. Pada Titik Sampling 6 mendapatkan hasil 923,367 ton/Ha ton/ha. Pada hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin rapat kerapatan mangrove semakin besar juga biomasnya. Peta estimasi biomassa mangrove terdapat pada Gambar 6.



Gambar 6. Peta Estimasi Biomassa Sebaran Biomassa Pantai Mangrove

Hasil estimasi biomassa pada citra satelit dan data lapang adalah pada Tabel 12 sebagai berikut.

Tabel 13. Perbandingan Biomassa Citra dan Lapang

Titik Sampling	Garis Bujur (BT)	Garis Lintang (LS)	Nilai Biomass Lapang	Nilai Biomass Citra
1	113° 55' 19,63"	7° 41' 51,42"	670,15 ton/Ha	949,704 ton/Ha
2	113° 55' 20,37"	7° 41' 50,79"	356,69 ton/Ha	373,887 ton/Ha
3	113° 55' 20,37"	7° 41' 51,34"	698,38 ton/Ha	949,484 ton/Ha
4	113° 55' 21,84"	7° 41' 52,75"	768,88 ton/Ha	1049,302 ton/Ha
5	113° 55' 23,55"	7° 41' 56,79"	749,39 ton/Ha	1030,760 ton/Ha
6	113° 55' 25,42"	7° 41' 58,24"	626,40 ton/Ha	923,367 ton/Ha

Berdasarkan Tabel diatas menunjukan bahwa nilai yang didapatkan dari Titik Sampling 1 dari lapang adalah sebesar 670,15 ton/Ha dan pada data citra diperoleh hasil 949,704 ton/Ha. Hasil yang diperoleh dari Titik Sampling 2 pada lapang mendapatkan hasil 356,69 ton/Ha dan pada data citra adalah 373,887 ton/Ha. Hasil yang diperoleh dari Titik Sampling 3 pada lapang mendapatkan hasil 698,38 ton/Ha dan pada data citra adalah 949,484 ton/Ha. Hasil yang diperoleh dari Titik Sampling 4 pada lapang mendapatkan hasil 768,88 ton/Ha dan pada data citra adalah 1030,760 ton/Ha. Hasil yang diperoleh dari Titik Sampling 5 pada lapang mendapatkan hasil 749,39 ton/Ha dan pada data citra adalah 1030,760

ton/Ha. Hasil yang diperoleh dari Titik Sampling 6 pada lapang mendapatkan hasil 626,40 ton/Ha dan pada data citra adalah 923,367 ton/Ha, yang dapat dikatakan nilai biomassa yang tinggi.

KESIMPULAN

Hasil nilai DVI rata-rata menunjukkan kanopi mangrove dengan kerapatan tinggi karena hampir semua hasilnya diatas 0,098 sama halnya dengan nilai NDVI hampir semua hasilnya diatas 0,43 dan di kedua indeks vegetasi ini hanya pada titik sampling 2 yang menunjukkan nilai yang rendah. Hasil dari pemodelan biomassa terbaik adalah menggunakan indeks vegetasi DVI dengan regresi power/geometri. Nilai R2 pada regresi ini >0,5 yaitu 0,5804 dan nilai perbandingan RMSE yang lebih kecil dari indeks vegetasi NDVI yaitu sebesar 352,8223. Nilai estimasi biomassa tertinggi dengan indeks vegetasi NDVI adalah pada titik sampling 4 sebesar 1049,302 ton/Ha.

UCAPAN TERIMAKASIH

Mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan artikel ini, baik dalam proses pengambilan data maupun pengolahan data sehingga dapat terselesaikannya artikel ini. Diharapkan artikel ini dapat memberi manfaat kepada pembaca dan dapat menjadi acuan untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Kabupaten Gresik, 2014. Luasan Wilayah Mangrove.

Bengen, D.G. 2001. Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove. Pusat Kajian Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Dahuri, R, J. Rais, SP. Ginting, M. Sitepu. 2001. Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. (Jakarta: Pradya

Publishing).

Departemen Kehutanan Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan Dan Perhutanan Sosial. 2006. Pedoman Inventarisasi Dan Identifikasi Lahan Kritis Mangrove. Jakarta

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No 201 Tahun 2004 tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove.

Muhsoni, F. F. 2018. Estimasi Stok Karbon Mangrove dengan Memanfaatkan Pemodelan Citra Satelit Penginderaan Jauh dalam Menekan Emisi CO₂. Disertasi : Universitas Brawijaya.

Prahasta, Eddy. Sistem Informasi Geografis Konsep-Konsep Dasar (Perspektif geodesi & geomatika). Bandung: Informatika, 2009.

Purwanto. A. 2015. Pemanfaatan Citra Landsat 8 Untuk Identifikasi Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Di Kecamatan Silat Hilir Kabupaten Kapuas Hulu. Fakultas Ilmu Pendidikan. Jurnal Edukasi. Vol 13(01). Pontianak.

Sugiyono. 2001. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Bandung: Alfabeta.

Suryabrata, S. 1987. Metodologi Penelitian. CV. Rajawali. Jakarta.

Tucker. C. 1979. "Red and Photographic Infrared Linear Combinations for Monitoring Vegetation. Remote Sensing of Environment. 8. 127-150.

Yusandi, Sendi. 2015. Model Penduga Biomassa Hutan Mangrove Menggunakan Citra Resolusi Sedang Di Areal Kerja BSN Group Kalimantan Barat. Bogor: Fakultas Kehutanan.