

CADANGAN KARBON DI WILAYAH PERKOTAAN TENGGARONG BERDASARKAN METODE KLASIFIKASI NDVI PADA CITRA SENTINEL 2-A

Yuan Mardiyatmoko^{1*} dan Ali Suhardiman²

¹Balai Pemantapan Kawasan Hutan Wilayah IV Samarinda

²Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman

*E-mail: youone18@gmail.com

ABSTRACT

The role of vegetation for CO₂ absorber becomes an important part in order to overcome global warming. Carbon absorbed by plants is stored in the wood biomass form. Therefore it is necessary to do research on carbon stocks in Tenggarong urban areas. The study was conducted by classifying Sentinel 2-A satellite images through the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) vegetation index which are combined with data collection of species, diameter and tree height through samples plot in the field. The NDVI classification is conducted to find out the distribution of vegetation in Tenggarong urban area. Biomass calculations were performed on data at samples plot using an existing allometric equation. The vegetated areas of Tenggarong urban areas according to the NDVI classification of Sentinel 2-A satellite images are in class 4 and 5 with the extent in class 4 are 2.167,08 ha and the extent in class 5 are 1.243,30 ha. The average carbon in class 4 are 81,39 tons-C/ha which total carbon are 176.372,45 ton-C and average carbon in class 5 are 90,32 tons-C/ha which total carbon are 112.290,71 tons-C. The overall carbon in Tenggarong urban area are 288.663.16 tons-C.

Keywords: Allometric; Carbon, NDVI, Sentinel 2-A; Tenggarong

ABSTRAK

Peran vegetasi menjadi penyerap CO₂ menjadi bagian penting saat ini dalam rangka mengatasi pemanasan global. Karbon yang diserap oleh tanaman disimpan dalam bentuk biomasa kayu. Oleh karena itu perlu untuk dilakukan penelitian terhadap cadangan karbon yang terdapat di wilayah perkotaan Tenggarong. Penelitian dilakukan dengan melakukan klasifikasi terhadap citra satelit Sentinel 2-A melalui indeks vegetasi NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) yang dikombinasikan dengan pengambilan data jenis, diameter dan tinggi pohon dilapangan melalui sampel plot. Klasifikasi NDVI dilakukan untuk mengetahui sebaran vegetasi yang terdapat di wilayah perkotaan Tenggarong. Perhitungan biomassa menggunakan data pada sampel plot menggunakan persamaan alometrik yang sudah ada. Areal yang bervegetasi pada wilayah perkotaan Tenggarong sesuai klasifikasi NDVI citra satelit Sentinel 2-A berada pada kelas 4 dan 5 dengan luasan pada kelas 4 yaitu seluas 2.167,08 ha dan kelas 5 seluas 1.243,30 ha. Besaran karbon rata-rata pada kelas 4 sebesar 81,39 ton-C/ha dengan total karbon sebesar 176.372, 45 ton-C dan besaran karbon rata-rata pada kelas 5 sebesar 90,32 ton-C/ha dengan total karbon sebesar 112.290,71 ton-C. Besaran karbon keseluruhan pada wilayah perkotaan Tenggarong sebesar 288.663,16 ton-C.

Kata kunci: Alometrik, Karbon, NDVI, Sentinel 2-A, Tenggarong.

PENDAHULUAN

Peningkatan suhu atmosfer dianggap sebagai ancaman bagi kehidupan manusia, yaitu berupa gangguan kesehatan, kekurangan pangan dan kerusakan lingkungan. Ancaman itu telah menjadi perhatian masyarakat internasional yang terimplementasi melalui *konferensi* perubahan iklim yaitu *Conference of Parties* (COP) 21 di Paris pada tahun 2016 dan menghasilkan Kesepakatan Paris. Kesepakatan ini menggantikan *Kyoto Protocol* yang sudah berakhir pada tahun 2012. Pada Kesepakatan Paris ini Pemerintah Indonesia berkomitmen untuk menahan kenaikan suhu rata-rata *global* di bawah 2°C dan mengurangi emisi karbon 29 persen dengan upaya sendiri dan menjadi 41 persen jika ada kerjasama internasional. Kesepakatan ini tertuang pada

Undang-undang Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2016 (Anonim, 2016).

Berbagai usaha mitigasi perubahan iklim telah dilakukan antara lain di bidang lahan adalah agar dapat mempertahankan laju konversi lahan bervegetasi menjadi penggunaan lain, peran vegetasi menjadi penyerap CO₂ menjadi bagian penting saat ini dalam rangka mengatasi pemanasan global. Karbon yang diserap oleh tanaman disimpan dalam bentuk biomasa kayu, sehingga cara yang paling mudah untuk meningkatkan cadangan karbon adalah dengan menanam dan memelihara pohon serta mempertahankan lahan agar tetap bervegetasi (Zikri, 2015).

Kabupaten Kutai Kartanegara merupakan sebuah kabupaten di Kalimantan Timur,

Indonesia. Ibu kota berada di Tenggarong. Kabupaten Kutai Kartanegara memiliki luas wilayah 27.263,10 km² dan luas perairan sekitar 4.097 km² yang dibagi dalam 18 wilayah kecamatan dan 237 desa/kelurahan yang terdiri dari 44 kelurahan, 185 desa definitif dan 8 desa persiapan definitif dengan jumlah penduduk pada tahun 2015 mencapai 717.789 jiwa. Selama lima tahun terakhir sejak tahun 2010 sampai dengan 2015, rata-rata laju pertumbuhan penduduk Kabupaten Kutai Kartanegara sebesar 2,75 persen, dimana pada tahun 2010 jumlah penduduk Kabupaten Kutai Kartanegara sebanyak 626.680 jiwa dan di tahun 2015 sebanyak 717.789 jiwa. (Anonim, 2015).

Wilayah perkotaan Tenggarong memiliki luas 5.455,10 ha, dimana Kecamatan Tenggarong 3.305,76 ha dan Kecamatan Tenggarong Seberang 2.149,34 ha. Pada beberapa lokasi pada wilayah perkotaan Kecamatan Tenggarong dan Tenggarong Seberang merupakan areal bekas tambang, hal ini menyebabkan adanya lahan tidur atau lahan tidak produktif yang dapat mempengaruhi kualitas dan kuantitas lahan dalam menyerap karbon secara keseluruhan pada wilayah perkotaan Tenggarong. Adapun ujuan dari penelitian ini meliputi: Mengetahui luasan daerah yang bervegetasi pada wilayah perkotaan Tenggarong melalui klasifikasi NDVI menggunakan citra satelit Sentinel 2-A dan Menduga besaran stok karbon pada wilayah perkotaan Tenggarong menggunakan persamaan alometri yang sudah ada.

METODE

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian adalah wilayah perkotaan sesuai draf Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) Kecamatan Tenggarong dan Kecamatan Tenggarong Seberang yang secara geografis pada posisi 116° 57' 21,61" LS – 117° 1' 52,98" dan diantara 0° 22' 27,97" – 0° 28' 2,62" LS. Penelitian dilaksanakan pada bulan April 2017 sampai dengan bulan Oktober 2017.

B. Bahan dan Peralatan

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah:

1. Citra Satelit Sentinel liputan tahun 2016.
2. Data spasial dalam format digital berupa peta draf Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) Kecamatan Tenggarong dan Kecamatan Tenggarong Seberang.

Sedangkan peralatan yang dibutuhkan adalah :

1. Peralatan Navigasi dan Orientasi
 - a. Peta wilayah perkotaan yang memuat sebaran ruang terbuka hijau (RTH), digunakan untuk orientasi sebaran sampel plot;
 - b. *Global Positioning System* (GPS) digunakan untuk menentukan lokasi terutama pada penetapan sampel plot.
2. Peralatan Pengukuran Lapangan
 - a. Pita pengukur panjang (roll meter) untuk mengukur sampel plot;
 - b. Pita diameter untuk mengukur diameter pohon;
 - c. Kompas untuk menentukan arah dan kelurusan batas pada saat pembuatan sampel plot;
 - d. Spiegel relaskop untuk mengukur tinggi pohon.
 - e. Laser meter untuk mengukur jarak pengukur dengan pohon yang diukur.
3. Peralatan Pengambilan Dokumentasi
Kamera Digital untuk mengambil gambar-gambar yang terkait dengan tipe tutupan lahan di ruang terbuka hijau.
4. Peralatan Pengolahan Data
Seperangkat komputer dengan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG) dan perangkat lunak lainnya.

C. Metode Penelitian

1. Pemrosesan Data Citra Satelit Sentinel

Untuk mengetahui dugaan sebaran vegetasi wilayah perkotaan Tenggarong yang dapat digunakan sebagai salah satu bahan pertimbangan dalam upaya pengembangan ruang terbuka hijau dilakukan dengan cita satelit menggunakan analisis indeks vegetasi *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI).

NDVI adalah perhitungan citra yang digunakan untuk mengetahui tingkat kehijauan. Nilai NDVI adalah suatu nilai untuk mengetahui tingkat kehijauan pada daun dengan panjang gelombang inframerah yang sangat baik sebagai awal dari pembagian daerah vegetasi. Karena sifat optik klorofil sangat khas yaitu klorofil menyerap spektrum merah dan memantulkan dengan kuat spektrum infra merah. NDVI dapat menunjukkan parameter yang berhubungan dengan parameter vegetasi, antara lain, biomassa dedaunan hijau, daerah dedaunan hijau yang merupakan nilai yang dapat diperkirakan untuk pembagian vegetasi. NDVI pada dasarnya menghitung seberapa besar penyerapan radiasi matahari oleh tanaman terutama bagian daun (Freddy dkk., 2015).

Nilai NDVI mempunyai rentang antara -1 (minus) hingga 1 (positif). Nilai yang mewakili vegetasi berada pada rentang 0.1 hingga 0,7, jika nilai NDVI di atas nilai ini menunjukkan tingkat

kesehatan dari tutupan vegetasi yang lebih baik. Rentang nilai kisaran NDVI lebih lengkap dapat dilihat pada Tabel 2.

Adapun rumus perhitungan klasifikasi NDVI citra satelit adalah sebagai berikut:

$$NDVI = \frac{\text{Infra merah dekat} - \text{merah}}{\text{Infra merah dekat} + \text{merah}}$$

Infra merah dekat + merah
Pada citra satelit Sentinel 2-A, NDVI dihitung dengan rumus sebagai berikut (Sinergise, 2017):

$$NDVI \text{ Sentinel 2-A} = \frac{\text{Band 8} - \text{Band 4}}{\text{Band 8} + \text{Band 4}}$$

Tabel 1. Kisaran tingkat kerapatan NDVI

Kelas	Tingkat Kerapatan	Kisaran Nilai NDVI
1	Lahan Tidak Bervegetasi	-1 – 0,12
2	Kehijauan Sangat Rendah	0,12 – 0,22
3	Kehijauan Rendah	0,22 – 0,42
4	Kehijauan Sedang	0,42 – 0,72
5	Kehijauan Tinggi	0,72 - 1

Sumber: Vito (2017)

Sementara untuk menentukan nilai stok karbon ditentukan berdasarkan tipe vegetasinya, sehingga berdasarkan luasan masing-masing kelas, maka akan dapat diketahui nilai stok karbon untuk pada masing-masing kelas sesuai klasifikasi NDVI citra satelit.

2. Sampel Plot

Peletakan sampel plot dilakukan dengan cara acak yang dimungkinkan disebar untuk mewakili sebanyak mungkin jenis pohon yang ada di lokasi penelitian. Jumlah keseluruhan sampel plot sebanyak 13 buah dan diletakkan sesuai klasifikasi NDVI yang merupakan kelas 4 dan 5. Sampel plot berbentuk bujursangkar dengan ukuran 20 meter x 20 meter dengan luasan 400 m². (Anonim, 2011).

3. Pengukuran dan Pengumpulan Data

Pengukuran vegetasi pada sampel plot dilakukan untuk mendapatkan gambaran komposisi tegakan setiap ruang terbuka hijau dengan cara melakukan kegiatan inventarisasi tegakan dengan diameter minimal 10 cm.

Data primer yang dikumpulkan di dalam sampel plot terkait dengan tegakan hutan meliputi:

- Jenis pohon yang diukur;
- Diameter pohon setinggi dada (1,3 m dari atas permukaan tanah), menggunakan pita diameter;
- Tinggi pohon bebas cabang, menggunakan spiegel relaskop;
- Koordinat posisi sampel plot, menggunakan GPS Garmin Type 60Csx.

4. Analisis Data

Perhitungan biomasa pada penelitian ini menggunakan Peraturan Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Nomor: P.01/VIII-P3KR/2012 Pedoman Penggunaan Model Alometrik Untuk Pendugaan Biomassa dan Stok Karbon Hutan di Indonesia Tanggal 26 November

2012 (Anonim, 2013) dan Monograf Model-Model Alometrik Untuk Pendugaan Biomassa Pohon Pada Berbagai Tipe Ekosistem Hutan di Indonesia dari Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Kementerian Kehutanan (Haruni dkk., 2012).

Adapun pendekatan model perhitungan biomassa yang digunakan pada RTH Wilayah Perkotaan Tenggara menggunakan model alometrik volume pohon. Apabila data pengukuran tinggi tersedia, maka dugaan volume pohon dapat diperoleh dengan cara pendekatan rumus geometrik (volume pohon merupakan hasil perkalian antara volume silinder dengan angka bentuk batang) sebagai berikut:

$$V = 0,25\pi \times (\text{Dbh}/100)^2 \times H \times F$$

di mana:

V = volume pohon (m³)

π = 3,14

Dbh = diameter pohon setinggi dada (cm)

H = tinggi pohon bebas cabang (m)

F = angka bentuk

Angka bentuk merupakan faktor koreksi, yang dihitung dari perbandingan antara volume sebenarnya dengan volume silinder pada diameter dan tinggi yang sama, nilai angka bentuk umum 0,6 dapat digunakan (Haruni dkk., 1996).

Menurut Haruni dkk (2012), persamaan untuk mengukur besaran biomassa sampel plot adalah:

$$BV = \frac{\sum (\text{Volume Pohon} * \text{Berat Jenis (WD)})}{\text{luas areal penelitian}}$$

di mana:

BV = Biomassa yang diperoleh dari volume hasil inventarisasi (ton/ha).

Data berat jenis kayu (*wood density*) dapat diperoleh di <http://db.worldagroforestry.org/wd>.

Apabila nilai BEF pohon yang dikembangkan secara spesifik untuk jenis pohon atau tipe ekosistem yang akan diduga tidak tersedia, maka dapat digunakan pendekatan nilai tegakan BEF tegakan. Menurut Sandra dan Ariel'E (1992), persamaan untuk menghitung nilai BEF untuk tipe hutan daun lebar yaitu:

1. $BEF = \text{Exp}\{3,213 - 0,506 \cdot \text{LN}(\text{BV})\}$ untuk $\text{BV} < 190 \text{ ton/ha}$
2. 1,74 untuk $\text{BV} \geq 190 \text{ ton/ha}$

di mana:

$BEF = \text{biomass expansion factor}$.

Untuk besaran biomassa tegakan digunakan persamaan berikut: (Krisnawati, dkk., 2012).

$$\text{Biomassa Tegakan} = \text{BV} \times \text{BEF}_{\text{Tegakan}}$$

Pendugaan stok karbon berdasarkan biomassa dibutuhkan nilai faktor konversi biomassa ke stok karbon yang disebut dengan fraksi karbon, menurut Pedoman Penggunaan Model Alometrik Untuk Pendugaan Biomassa dan Stok Karbon Hutan di Indonesia dapat dirumuskan:

$$\text{Stok Karbon} = \text{Fraksi Karbon} \times \text{Biomassa}$$

Pendugaan stok karbon berdasarkan biomassa dibutuhkan nilai faktor konversi biomassa ke stok karbon. Nilai konversi biomassa ke stok karbon dapat menggunakan nilai *default* IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) sebesar 0,47.

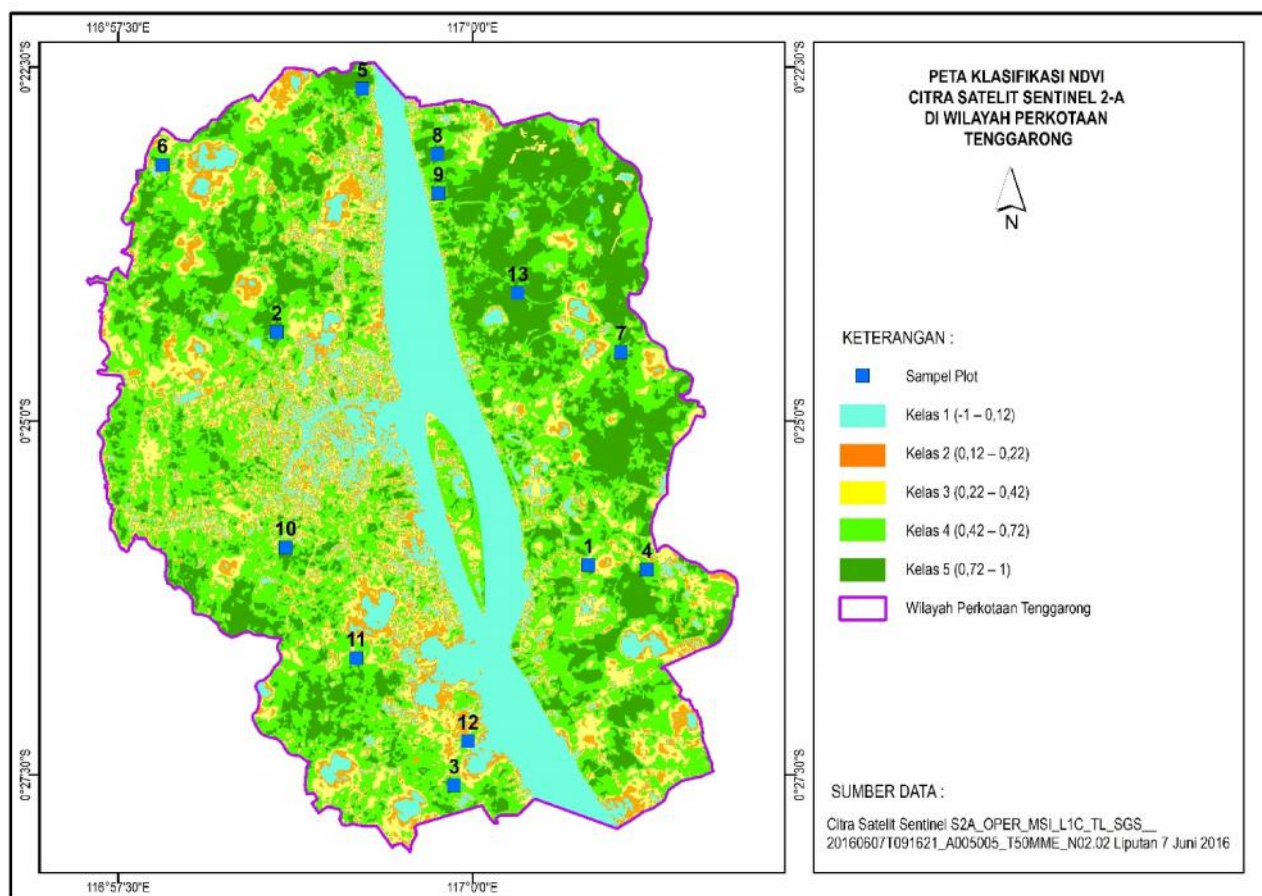
$$\text{Stok Karbon} = 0,47 \times \text{Biomassa}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Klasifikasi NDVI Citra Sentinel 2-A

Citra satelit yang digunakan dalam penelitian adalah citra satelit sentinel S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS__20160607T091621_A005005_T50ME_N02.02 memiliki resolusi menengah berukuran 10 x 10 meter yang di unduh melalui <https://scihub.copernicus.eu/>.

Citra satelit kemudian diproses dengan indeks vegetasi NDVI menggunakan software ArcGis 10.2.2, yang kemudian dibagi menjadi 5 kelas vegetasi. Adapun hasil dari klasifikasi nilai NDVI pada wilayah perkotaan Tenggara dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta klasifikasi NDVI wilayah perkotaan Tenggara.

Rentang nilai perhitungan NDVI citra satelit Sentinel 2-A pada daerah penelitian memiliki rentang nilai terendah sebesar -0,48 dan nilai

tertinggi sebesar 0,84. Persebaran nilai NDVI berdasarkan klasifikasi kelas vegetasi menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah

perkotaan Tenggara berupa vegetasi jarang dan semak belukar seluas 2.167,08 ha atau 39,73%, dan yang terkecil berupa vegetasi rapat seluas 1.243,30 ha atau 22,79% dari total luasan wilayah penelitian. Kelas 1 sampai dengan 3 merupakan areal yang tidak bervegetasi seperti tubuh air,

pemukiman, lahan terbuka dan awan, sedangkan kelas 4 merupakan hutan vegetasi jarang dan kelas 5 merupakan hutan hutan vegetasi rapat. Adapun data luasan hasil klasifikasi NDVI citra Sentinel 2-A dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi nilai NDVI pada wilayah perkotaan Tenggara

Nilai NDVI	Kelas	Luas (ha)	Persentase (%)	Kondisi Lapangan
-1 – 0,12	1	476,82	8,74	awan, tubuh air, pemukiman, tanah terbuka
0,12 – 0,22	2	507,47	9,30	
0,22 – 0,42	3	1.060,44	19,44	
0,42 – 0,72	4	2.167,08	39,73	vegetasi jarang, semak belukar vegetasi rapat
0,72 – 1	5	1.243,30	22,79	
Jumlah		5.455,11	100	

B. Sampel Plot dan Volume

Data yang diperoleh dari sebaran sampel plot di lokasi penelitian, di kelompokkan kedalam sebaran kelas NDVI yang memiliki vegetasi, yaitu pada kelas 4 (vegetasi jarang) dan kelas 5 (vegetasi rapat). Dari 13 sampel plot dilapangan diketahui bahwa 7 sampel plot berada daerah yang bervegetasi jarang dan 6 sampel plot berada pada

daerah yang bervegetasi rapat (Tabel 3). Rata-rata jumlah batang per sampel plot diketahui sebesar 26,31 pohon/plot dengan jumlah terbesar berjumlah 50 pohon/plot dan terendah berjumlah 12 pohon/plot. Sedangkan rata-rata diameter pohon pengamatan keseluruhan plot sebesar 21,10 cm dan rata-rata tinggi pohon sebesar 6,25 meter (Tabel 3).

Tabel 3. Rataan nilai NDVI, kelas ndvi jumlah individu, rata-rata diameter, rata-rata tinggi dan volume tiap sampel plot

Nomor Plot	Rataan Nilai NDVI	Kelas NDVI	Jumlah Individu (Pohon)	Rata-rata Diameter (cm)	Rata-rata Tinggi (meter)	Volume (m ³ /ha)
Plot 1	0,63	5	37,00	20,52	9,53	216,48
Plot 2	0,53	4	32,00	23,66	9,31	229,89
Plot 3	0,52	4	12,00	23,33	4,48	61,39
Plot 4	0,65	4	26,00	17,98	6,57	83,03
Plot 5	0,68	5	18,00	23,21	4,34	90,66
Plot 6	0,48	4	23,00	17,24	3,67	35,24
Plot 7	0,46	5	31,00	13,88	5,19	36,87
Plot 8	0,77	5	30,00	26,62	6,70	203,28
Plot 9	0,75	5	12,00	39,08	6,25	142,02
Plot 10	0,77	4	50,00	19,82	6,28	191,73
Plot 11	0,72	4	18,00	12,43	6,80	24,50
Plot 12	0,73	4	33,00	16,71	7,64	88,14
Plot 13	0,76	5	20,00	19,80	4,43	54,29
Rata-rata			26,31	21,10	6,25	112,12

Berdasarkan sebaran plot yang berada di ruang terbuka hijau, diketahui plot yang memiliki jumlah volume terbesar berada di plot nomor 2 dengan volume sebesar 229,89 m³/ha dan yang terendah berada di nomor 11 dengan volume sebesar 24,50 m³/ha. Adapun rata-rata volume dari keseluruhan plot adalah 112,12 m³/ha (Tabel 3).

Pada keseluruhan plot pengamatan didominasi oleh lahan perkebunan masyarakat yang sebagian besar tidak terawat, dimana pohon karet (*Hevea brasiliensis*) paling banyak ditemui sebanyak 121 batang pohon. Selain itu, terdapat juga pohon buah-buahan seperti durian (*Durio* sp.), langsung (*Lansium domesticum*), mangga (*Mangifera indica*), dan rambutan (*Nephelium lappaceum*) (Tabel 4)

Tabel 4. Jenis pohon, jumlah pohon dan berat jenis pohon pada sampel plot

Nama Latin	Nama Daerah	Jumlah Pohon	Berat Jenis
<i>Acacia mangium</i>	Akasia	30	0,7691
<i>Aleurites</i> sp.	Kemiri	1	0,3929
<i>Alstonia</i> sp.	Pulai	2	0,4631
<i>Anacardium occidentale</i>	Jambu mete	2	0,4541
<i>Anthocephalus</i> sp.	Jabon	1	0,4285
<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Nangka	8	0,5978
<i>Artocarpus</i> sp.	Terap	11	0,5978
<i>Averrhoa bilimbi</i>	Belimbing	1	0,505
<i>Cananga</i> sp.	Kenanga	1	0,3689
<i>Coffea</i> sp.	Kopi	4	0,6287
<i>Dillenia</i> sp.	Simpur	2	0,6822
<i>Duabanga moluccana</i>	Binuang	3	0,3731
<i>Durio kutejensis</i>	Lai	4	0,6114
<i>Durio</i> sp.	Durian	21	0,6114
<i>Garcinia mangostana</i>	Manggis	1	0,7951
<i>Hevea brasiliensis</i>	Karet	121	0,4872
<i>Lansium domesticum</i>	Langsat	13	0,5813
<i>Leucaena leucocephala</i>	Lamtoro	1	0,72
<i>Litsea firma</i>	Medang	13	0,4926
<i>Macaranga</i> sp.	Mahang	9	0,404
<i>Mangifera</i> sp.	Mangga	6	0,5986
<i>Nephelium lappaceum</i>	Rambutan	22	0,8184
<i>Paraserianthes falcataria</i>	Sengon	13	0,615
<i>Parkia speciosa</i>	Petai	4	0,471
<i>Pometia</i> sp.	Matoa	3	0,7289
<i>Pterospermum</i> sp.	Bayur	2	0,5198
<i>Shorea</i> sp.	Meranti	5	0,6317
<i>Spondias</i> sp.	Kedondong	4	0,3733
<i>Tamarindus indica</i>	Asam	7	0,7481
<i>Vitex</i> sp.	Laban	25	0,6436
Jumlah		340	

C. Biomassa dan Karbon

Potensi kandungan karbon yang diukur adalah yang terdapat di atas permukaan tanah, tidak termasuk kandungan karbon tumbuhan bawah dan serasah. Besaran volume, biomassa dan besaran karbon tiap sampel plot dapat dilihat pada Tabel 5. Hasil penelitian menunjukkan

bahwa rata-rata potensi biomassa tegakan setiap plot adalah sebesar 181,93 ton/ha. Plot nomor 1 memiliki potensi kandungan biomassa terbesar diantara plot yang lain, yaitu sebesar 266,48 ton/ha. Pada plot nomor 11 memiliki kandungan biomassa terendah yaitu sebesar 88,39 ton/ha (Tabel 5).

Tabel 5. Besaran biomassa sampel plot, nilai BEF, biomassa dan karbon tiap plot

Nomor Plot	Biomassa Sampel Plot (ton)	BEF	Biomassa (ton/ha)	Karbon (ton-C/ha)
Plot 1	121,78	2,19	266,48	125,25
Plot 2	120,93	2,2	265,56	124,81
Plot 3	36.56.00	4,02	147,06	69,12
Plot 4	43,99	3,66	161,15	75,74
Plot 5	53,86	3,31	178,09	83,7
Plot 6	23,43	5,04	118,06	55,49
Plot 7	22,21	5,18	114,96	54,03
Plot 8	102,89	2,38	245,19	115,24
Plot 9	68,78	2,92	200,95	94,45

Nomor Plot	Biomassa Sampel Plot (ton)	BEF	Biomassa (ton/ha)	Karbon (ton-C/ha)
Plot 10	93,73	2,5	234,15	110,05
Plot 11	13,04	6,78	88,39	41,54
Plot 12	66,6	2,97	197,79	92,96
Plot 13	36,68	4,02	147,3	69,23
Rata-rata			181,93	85,51

Untuk dapat menghitung potensi karbon dari tiap-tiap strata kelas NDVI, keseluruhan sampel plot di kelompokkan sesuai dengan kelas vegetasinya masing-masing, sehingga dapat dihitung rata-rata karbon pada tiap kelas. Jumlah karbon terbesar pada plot yang berada di ruang terbuka hijau berada pada plot 1 sebesar 125,25 ton-C/ha dan yang terkecil pada plot 11 sebesar

41,54 ton-C/ha. Dengan rata-rata besaran karbon pada kelas 4 sebesar 81,39 ton-C/ha dan kelas 5 sebesar 90,32 ton-C/ha, maka dapat diketahui jumlah besaran karbon di wilayah perkotaan Tenggara. Selengkapnya besaran karbon rata-rata pada tiap kelas klasifikasi NDVI dan besaran karbon keseluruhan areal penelitian dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Luasan, rata-rata karbon dan jumlah karbon tiap kelas NDVI

Kelas NDVI	Luas (ha)	Rata-Rata Karbon (ton-C/ha)	Jumlah Karbon (ton-C)
Kelas 4	2.167,08	81,39	176.372,45
Kelas 5	1.243,30	90,32	112.290,71
Jumlah	3.410,38		288.663,16

Pada daerah dengan klasifikasi vegetasi rapat memiliki pohon-pohon pengamatan dengan umur tanaman lebih tua sehingga memiliki diameter pohon yang lebih besar daripada daerah dengan klasifikasi jarang. Hal ini mempengaruhi besaran jumlah rata-rata karbon yang dikandungnya. Berdasarkan besaran rata-rata jumlah karbon pada masing-masing strata kelas NDVI dapat dihitung besaran jumlah karbon secara keseluruhan strata kelas pada areal penelitian. Pada daerah yang memiliki vegetasi jarang (kelas 4), walaupun jumlah rata-rata karbon lebih kecil daripada daerah bervegetasi rapat (kelas 5) tetapi memiliki luasan yang lebih besar daripada daerah yang bervegetasi rapat (kelas 5), yang menyebabkan jumlah keseluruhan karbon pada strata kelas 4 lebih besar yaitu 176.372,45 ton-C.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Areal yang bervegetasi pada wilayah perkotaan Tenggara sesuai klasifikasi NDVI citra satelit Sentinel 2-A berada pada kelas 4 dan 5 dengan luasan pada kelas 4 yaitu seluas 2.167,08 ha dan kelas 5 seluas 1.243,30 ha.
2. Besaran karbon rata-rata pada kelas 4 sebesar 81,39 ton-C/ha dengan total karbon sebesar 176.372, 45 ton-C dan besaran karbon rata-rata pada kelas 5 sebesar 90,32 ton-C/ha

dengan total karbon sebesar 112.290,71 ton-C. Besaran karbon keseluruhan pada wilayah perkotaan Tenggara sebesar 288.663,16 ton-C.

B. Saran

Agar diperoleh hasil yang lebih baik agar dalam penelitian lanjutan menggunakan citra satelit yang memiliki resolusi tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penghargaan disampaikan kepada Abdul Rahman, Rahman Purnama, David Odes Waropen dan Syarifuddin yang telah banyak membantu di dalam pengumpulan data di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2011. Pengukuran dan Perhitungan Cadangan Karbon – Pengukuran Lapangan Untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (*Ground Based Forest Carbon Accounting*). SNI 7724. Badan Standardisasi Nasional.
- Anonim. 2013. Pedoman Penggunaan Model Alometrik Untuk Pendugaan Biomassa dan Stok Karbon Hutan di Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Kementerian Kehutanan. Bogor. 44 h.
- Anonim. 2015. Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Kabupaten Kutai Kartanegara Tahun 2016-2021.

- Anonim. 2016. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2016 Tentang Pengesahan Paris Agreement to The United Nations Framework Convention On Climate Change (Persetujuan Paris Atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa Mengenai Perubahan Iklim).
- Freddy SW, Marwan, Nizamuddin. 2015. Klasifikasi Penggunaan Lahan Menggunakan Citra Satelit Spot-6 di Kabupaten Aceh Barat Daya dan Aceh Besar. Seminar Nasional dan Expo Teknik Elektro 2015. ISSN: 2088-9984. 102-107.
- Haruni K, Harbagung, IBP Parthama, Djoko W. 1996. Kajian Angka Bentuk Batang Untuk Pendugaan Volume Jenis-jenis Hutan Alam. Prosiding Diskusi Hasil-hasil Penelitian dalam Menunjang Pemanfaatan Hutan Secara Lestari, Cisarua, Bogor. 177-191.
- Haruni K, Wahyu CA, Rinaldi I. 2012. Monograf Model-model Alometrik Untuk Pendugaan Biomassa Pohon pada Berbagai Tipe Ekosistem Hutan di Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor. 140 h.
- Sandra B, Ariel'E L. 1992. Aboveground Biomass Estimates For Tropical Moist Forests of the Brazilian Amazon. *Interciencia*. Vol 17. 8-18.
- Sinergise. 2017. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Tersedia pada <http://www.sentinel-hub.com/eopproducts/ndvi-normalized-difference-vegetation-index>. Diakses tanggal 6 Oktober 2017.
- Vision on Tecnology (VITO). 2017. Indicator : NDVI – Vegetation health & density. Tersedia pada <http://endeleo.vgt.vito.be/dataproducts.html#ndvi>. Diakses pada 22 September 2017.
- Zikri A. 2015. Estimasi Cadangan Karbon pada Tutupan Lahan Hutan Sekunder, Semak dan Belukar di Kota Samarinda. *Jurnal AGRIFOR*. Volume XIV. ISSN : 1412-6885. 325-338.