

## Nilai Simpanan dan Harga Karbon Ekosistem Mangrove Desa Pasar Banggi, Rembang, Jawa Tengah

Fifi Nur Hidayah, Subagiyo, Adi Santoso\*

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Jacub Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia  
\*Corresponding author, e-mail : [adisantoso1959@gmail.com](mailto:adisantoso1959@gmail.com)

**ABSTRAK:** Pemanasan global merupakan salah satu fenomena alam yang sedang berlangsung dan disebabkan oleh adanya peristiwa efek rumah kaca. Penyebab terjadinya efek rumah kaca diantaranya adalah meningkatnya konsentrasi gas Karbondioksida (CO<sub>2</sub>) di atmosfer. Hutan mangrove berperan sebagai upaya mitigasi akibat dari pemanasan global karena salah satu fungsi dari hutan mangrove adalah sebagai penyimpan karbon (C). Tujuan dari penelitian ini secara umum dilakukan untuk mengevaluasi simpanan karbon pada rehabilitasi mangrove desa Pasar Banggi. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode deskriptif yang dilakukan pada tiga stasiun. Masing-masing stasiun dibagi menjadi tiga plot yang bertujuan untuk menghitung nilai biomassa menurut rumus alometrik. Estimasi simpanan karbon pada substrat didapat dari pengambilan sampel sedimen di setiap stasiun yang selanjutnya dilakukan analisis kandungan bahan organik dengan metode LOI (*Loss on Ignation*) di Laboratorium Nutrisi dan Pakan Universitas Diponegoro. Setelah mendapatkan hasil nilai simpanan karbon pada tegakan dan substrat kemudian dilakukan perhitungan nilai ekonomi karbon. Berdasarkan hasil penelitian di Ekosistem Mangrove Desa Pasar Banggi didapatkan nilai simpanan karbon pada tegakan sebesar 74.986,95 ton/ha pada substrat sebesar 202,61 ton/ha. dan untuk nilai ekonomi sebesar Rp 6.302.937 untuk harga pasar sukarela dan untuk harga pasar wajib sebesar Rp 16.476.737.063,5. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai simpanan karbon dan nilai ekonomi mangrove di Desa Pasar Banggi jumlahnya sangat Besar dan mampu menjadi salah satu solusi untuk perubahan iklim.

**Kata kunci:** Pemanasan Global; Mangrove; Simpanan Karbon; Harga Karbon

### ***Storage Value and Carbon Pricing of the Mangrove Ecosystem in Pasar Banggi Village, Rembang, Central Java***

**ABSTRACT:** *Global warming is an ongoing natural phenomenon caused by the greenhouse effect. One of the causes of the greenhouse effect is the increased concentration of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) in the atmosphere. Mangrove forests act as mitigation efforts due to global warming because one of the functions of mangrove forests is to store carbon (C). The purpose of this research is generally to evaluate carbon storage in the mangrove rehabilitation of the Pasar Banggi Village. The method used in this study is a descriptive method which was carried out at three stations with different mangrove conditions. Each station is divided into three plots which aim to calculate the biomass value according to the allometric formula. Estimation of carbon deposits on the substrate was obtained from sediment sampling at each station which was then analyzed for organic matter content using the LOI (*Loss on Ignation*) method in the Nutrition and Feed Laboratory of Diponegoro University. After getting the results of the carbon storage value in the stand and substrate, then the calculation of the economic value of carbon is carried out. Based on the results of research in the Mangrove Ecosystem of Pasar Banggi Village, the value of carbon stored in the stands was 74,986.95 tons/ha on a substrate of 202.61 tons/ha. And for the economic value of Rp. 6,302,937 in the voluntary market and for the mandatory market, it is Rp. 16,476,737,063.5. These results indicate that the value of carbon storage and the economic value of mangroves in the Pasar Banggi Village is very large and can be one of the solutions for climate change.*

**Keywords:** *Global Warming; Mangroves; Carbon Stocks; Carbon Pricing*

## PENDAHULUAN

Pemanasan global merupakan salah satu fenomena alam yang sedang berlangsung dan disebabkan oleh adanya peristiwa efek rumah kaca. Penyebab terjadinya efek rumah kaca yaitu meningkatnya konsentrasi gas Karbondioksida (CO<sub>2</sub>) di atmosfer. Pemanasan global merupakan contoh dari bentuk perubahan iklim. Pemanasan global diperkirakan mampu menyebabkan naiknya suhu permukaan air laut dan peningkatan cuaca yang ekstrim. Maka dari itu salah satu solusi yang dapat ditawarkan untuk menurunkan kandungan CO<sub>2</sub> pada atmosfer adalah dengan melakukan rehabilitasi pada vegetasi hutan.

Hutan mangrove adalah hutan yang dapat menyerap karbon dengan cukup baik melalui fotosintesis (Windarini *et al.*, 2018). Menurut Bachmid *et al.* (2018), Hutan mangrove berperan sebagai salah satu upaya mitigasi akibat dari pemanasan global karena salah satu fungsi dari hutan mangrove adalah sebagai penyimpan karbon (C). Menurut Syukri *et al.* (2018) hutan mangrove menyimpan karbon dalam biomassa, terletak diatas substrat (daun, batang dan ranting) maupun dibawah substrat (akar dan sedimen) dan simpanan karbon pada mangrove 3 kali lebih besar dari hampir seluruh hutan lainya dibumi.

Penentuan nilai penting terhadap ekosistem tidak hanya dilakukan melalui pendekatan ekologi saja tetapi juga melalui valuasi ekonomi. Perhitungan nilai ekonomi dilakukan dengan menggunakan pendekatan langsung dan tidak langsung. Nilai simpanan karbon pada tegakan dan substrat (sebagai salah satu jasa ekosistem dari mangrove) diperhitungkan dengan skema pembayaran jasa ekosistem (*Payment for Ecosystem Services*) sebagai karbon kredit. Di Indonesia sendiri belum banyak dilakukan penilaian estimasi nilai ekonomi terhadap ekosistem mangrove (Kepel *et al.*, 2017). Salah satu contoh perhitungan nilai ekonomi mangrove adalah penelitian yang dilakukan oleh Hidayah *et al.* (2020) di ekosistem mangrove Desa Kelapa Pati.

Rembang merupakan salah satu kabupaten yang ada di Jawa Tengah yang memiliki hutan mangrove yang cukup luas salah satunya berada di Desa Pasar Banggi. Ekosistem mangrove yang ada di Pasar Banggi sangat bermanfaat untuk mengurangi dampak dari pencemaran udara karena fungsi dari ekosistem mangrove salah satunya sebagai penyerap karbon. Namun seiring bertambahnya jumlah penduduk yang hidup menetap di kawasan pesisir, pertambahan dan penebangan mangrove mengakibatkan adanya tekanan terhadap ekosistem mangrove dan jumlah mangrove mengalami penurunan. Pada tahun 2019 sudah dilakukan penelitian mengenai estimasi biomassa karbon pada Ekosistem mangrove Desa Pasar Banggi Kecamatan Rembang Kabupaten Rembang Jawa Tengah. Seiring berjalanya waktu mangrove akan mengalami perubahan luasan dan ukuran mangrove. Kenaikan luasan tersebut dapat menyebabkan perubahan nilai simpanan karbon yang akan berdampak pada perubahan iklim. Adapun tujuan dari penelitian ini secara umum dilakukan untuk mengevaluasi simpanan pada rehabilitasi mangrove desa pasar banggi (SDGs no 13 mengenai Penanganan Perubahan Iklim)

## MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada Kawasan Rehabilitasi Mangrove Desa Pasar Banggi, Kecamatan Rembang, Kabupaten Rembang, Jawa Tengah. Materi yang digunakan pada penelitian ini adalah vegetasi mangrove di Kawasan rehabilitasi mangrove Desa Pasar Banggi. Penentuan lokasi atau stasiun yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Purposive Sampling*. Metode *Purposive Sampling* adalah metode pemilihan sampel dengan menggunakan kriteria tertentu (Ustiani, 2015).

Stasiun pengambilan sampel ditentukan berdasarkan kondisi dominasi spesies tertentu dan kerapatan sehingga stasiun yang ditetapkan sebagai sampel mewakili ekosistem mangrove yang ada di Desa Pasar Banggi Kecamatan Rembang Kabupaten Rembang terbagi menjadi 3 stasiun yaitu Pasar Banggi atau disingkat PB 1 PB 2 dan PB 3. Masing-masing stasiun memiliki 3 plot pengulangan. Pengambilan data menggunakan transek plot kuadrat berbentuk persegi sepanjang 65m dengan ukuran plot 15x15 m untuk mendapatkan komunitas mangrove yang lebih beragam.

Pengukuran biomassa tegakan mangrove dilakukan dengan mengukur diameter pohon DBH

(*Diameter an Breast High*). Diameter pohon diukur menggunakan meteran jahit dengan cara melingkarkan meteran pada batang pohon yang ukurannya setinggi dada peneliti (1,3) (Sahami, 2018). Setelah diketahui data dihitung dengan menggunakan rumus alometrik biomassa. Pengambilan sampel sedimen dilakukan dengan menggunakan alat paralon yang memiliki diameter 5 cm dengan Panjang 1 m dengan kedalaman 10cm, 20 cm dan 30 cm dari permukaan substrat pada masing-masing plot disetiap stasiun dan diambil sebanyak 1 kali pengambilan sampel sedimen. Simpanan karbon yang sudah diketahui kemudian dihitung harga karbon dengan mengacu pada *Social cost of carbon* menurut *Environmental Defense Fund*.

### Analisis Data Tegakan Mangrove

Prosedur pengukuran biomassa karbon menggunakan cara *non destructive* atau yang tidak merusak individu mangrove karena rumus allometricnya sudah diketahui. Rumus yang digunakan pada perhitungan ini mengacu pada Komiyama *et al.* (2005). Pada penelitian estimasi simpanan karbon pada vegetasi mangrove di Desa Pasar Banggi Kecamatan Rembang Kabupaten Rembang Jawa Tengah terdapat spesies mangrove yang beragam. Sehingga nilai  $\rho$  / kerapatan kayu pada setiap spesies dapat dilihat pada Tabel 1.

Setelah hasil biomassa perbatang telah didapat maka untuk mengetahui nilai biomassa tegakan pada satu petak yang berukuran 15 m x 15 m dalam satu plot dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus:

$$D W_{top} = \frac{\sum W_{top}}{\text{Luas Petak Ukur}}$$

Keterangan:  $D W_{top}$  = Densitas Biomassa seluruh tegakan ( $\text{kg}/\text{m}^2$ );  $\sum W_{top}$  = Biomassa seluruh tegakan dalam satu petak (kg)

Setelah total biomassa per plot dihitung kemudian dilanjutkan dengan konversi satuan yang awalnya memiliki satuan  $\text{kg}/\text{cm}^3$  diubah menjadi ton/ha dengan menggunakan rumus:

$$D W_{top} = D W_{top} \times 10$$

Keterangan:  $D W_{top}$  = total biomasa seluruh tegakan dilokasi penelitian (ton/ha)

Menurut Badan Standarisasi Nasional (2011), total hasil biomassa yang telah diperoleh dilanjutkan dengan melakukan perhitungan untuk mengetahui kandungan karbon dengan menggunakan persamaan:

$$C_x = B \times 0,47$$

Keterangan:  $C_x$  = Jumlah stok karbon ( $\text{kg}/\text{m}^2$ );  $B$  = Biomassa ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) 0,47 = Faktor konversi untuk pendugaan karbon

**Tabel 1.** Nilai Kerapatan Kayu Mangrove

Spesies Mangrove	Nilai Kerapatan ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )
<i>Rhizophora stylosa</i>	0,9400
<i>Rhizophora mucronate</i>	0,8483
<i>Rhizophora apiculate</i>	0,8814
<i>Avicennia marina</i>	0,7316

Sumber: Mardiyah *et al.* (2019)

Menurut badan Standarisasi Nasional (2011), simpanan karbon per hektar dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$C_n = C_x \times 10$$

Keterangan:  $C_n$  = Kandungan karbon per hektar (ton/ha);  $C_x$  = Kandungan karbon (kg/m<sup>2</sup>)

### Analisis Data Sedimen Mangrove

Agus *et al.* (2011), berpendapat bahwa nilai 1/1,724 adalah angka konversi bahan organik dengan karbon, sehingga bahan organik dan kandungan karbon dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Bahan Organik} = \frac{W_o - W_t}{W_o} \times 100\%$$

Keterangan:  $W_o$  = Berat Awal  $W_t$  = Berat Akhir Setelah di *Furnace* (g)

$$\text{Kandungan Karbon (C organik)} = \frac{\text{Bahan Organik}}{1,724}$$

Kandungan karbon per luasan menurut Badan Standarisasi Nasional dihitung dengan menggunakan rumus:

$$C \text{ tanah} = C \text{ organik} \times 100$$

Keterangan:  $C \text{ tanah}$  = Kandungan Karbon per Hektar (ton/ha);  $C \text{ organik}$  = Kandungan Karbon Tanah (g/cm<sup>2</sup>); 100 = Faktor konversi dari g/cm<sup>2</sup> ke ton/ha

### Analisis Harga Karbon

Estimasi harga karbon yang digunakan dalam menentukan nilai ekonomi mangrove mengacu pada *Social cost of carbon* menurut *Environmental Defense Fund*). Harga yang ditetapkan yaitu sebesar 50 USD per ton karbon. Jika dikonversikan 1\$ adalah sebesar Rp14.000. Selain itu estimasi harga karbon juga mengacu pada harga pasar sukarela dan pasar wajib *Clean Development Mechanism* masing-masing sebesar Rp84.000,00/ tCO<sub>2e</sub> dan Rp219.520,00/tCO<sub>2e</sub>. Harga karbon per ton diambil dari data global market 2010 dengan konversi Rp14.000,00 (Farahisah *et al.*, 2021).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

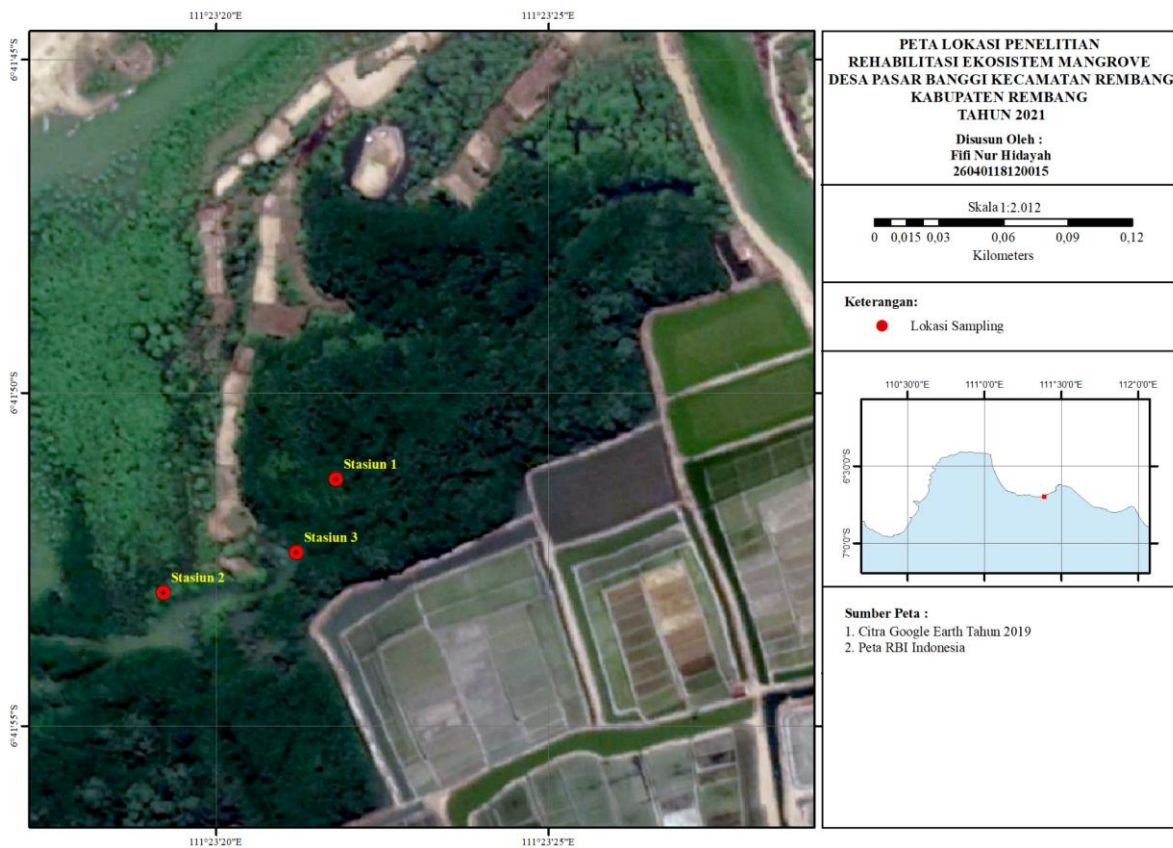
Lokasi yang dijadikan sebagai tempat penelitian ini terletak di Rehabilitasi Mangrove Desa Pasar Banggi Kecamatan Rembang Kabupaten Rembang, Jawa Tengah (Gambar 1). Wilayahnya terletak pada koordinat 1°00' – 111°30'BT dan 6°30' - 7°06' LS. Kawasan rehabilitasi hutan mangrove Desa Pasar Banggi Kecamatan Rembang Kabupaten Rembang secara administratif berbatasan dengan Kabupaten Pati disebelah barat, Kabupaten Blora disebelah selatan, Laut Jawa disebelah utara dan Kabupaten Tuban Provinsi Jawa Timur disebelah timur. Ekosistem mangrove Desa Pasar Banggi memiliki luasan sebesar 23.05 Hektar. Disekitar lokasi penelitian ada kegiatan sosial ekonomi masyarakat daam bentuk pemukiman, tambak garam dan ekowisata (Citra Satelit Google Earth, 2022).

Setelah dilakukan penelitian lapangan diperoleh hasil bahwa lokasi tersebut memiliki 2 kategori substrat yaitu PL atau Pasir Berlumpur sebesar 22% dan LP atau Lumpur Berpasir sebesar 78%. Dari data tersebut dapat dilihat bahwasanya substrat lumpur berpasir lebih dominan dari pada pasir berlumpur. Parameter lingkungan yang diukur meliputi salinitas. Suhu perairan, DO, pH dan Kualitas udara. Salinitas rata-rata dari stasiun PB 1, PB 2 dan PB 3 adalah 34 ppm ± 0,29. Suhu perairan rata-rata stasiun PB 1, PB 2 dan PB 3 adalah 28,4°C ± 2,7. Dan DO rata-rata dari stasiun PB 1, PB 2 dan PB 3 adalah 7,1 gr/l ± 0,5

Jenis mangrove yang ditemukan dilokasi penelitian adalah jenis *Rhizophora mucronata* dengan nilai kerapatan sebesar 13.200 ind/ha, *Rhizophora apiculata* dengan nilai kerapatan sebesar 711 ind/ha, *Rhizophora stylosa* dengan nilai kerapatan sebesar 26.356 ind/ha dan *Avicenia marina* dengan nilai kerapatan sebesar 89 ind/ha sehingga nilai total kerapatan sebesar 40.356 ind/ha dan nilai kerapatan *real* sesuai dengan luas total area ekosistem mangrove Desa Pasar Banggi sebesar 930.206 ind/ha.

Hasil penelitian yang telah dilakukan di rehabilitasi mangrove Desa Pasar Banggi Kecamatan Rembang Kabupaten Rembang terdapat 4 jenis mangrove yang ditemukan pada saat penelitian. Empat spesies tersebut diantaranya *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora stylosa* dan *Avicenia marina*. Penelitian yang telah dilakukan diperoleh biomassa dari perhitungan allometrik menggunakan hasil diameter pohon yang telah diukur dapat dilihat pada tabel 2. Perhitungan simpanan karbon pada tegakan mangrove diperoleh dari hasil biomassa dikali dengan 0,47 kemudian hasil yang telah didapat dikonversikan kedalam ton/ha (Badan Standarisasi Nasional, 2011). Hasil yang didapat dari perhitungan biomassa dan karbon dapat dilihat pada tabel 3. Hasil yang didapat dari masing-masing stasiun berbeda nilainya. Hal ini dikarenakan perbedaan diameter dan spesies mangrove yang ada di masing-masing stasiun. Hal ini sesuai dengan pernyataan Rahmattin dan Hidayah (2020) bahwa ukuran diameter berpengaruh terhadap simpanan karbon yang dihasilkan. Semakin besar ukuran diameter batang pohon maka jumlah karbon yang tersimpan semakin tinggi.

Faktor yang mempengaruhi tingginya nilai biomassa dan simpanan karbon tegakan mangrove adalah kerapatan, keragaman jenis mangrove dan diameter batang pohon. Hasil menunjukkan bahwa Stasiun PB 1 memiliki kerapatan sebesar 15.155 ind/ha, Stasiun PB 2 sebesar 14.933 ind/ha dan Stasiun PB 3 sebesar 2.888 ind/ha. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa Stasiun PB 1 memiliki kerapatan tinggi, Stasiun PB 2 memiliki kerapatan sedang dan Stasiun



**Gambar 1.** Titik Sampling Lokasi Penelitian Ekosistem Mangrove Desa Pasar Banggi, Kecamatan Rembang, Kabupaten Rembang, Jawa Tengah

PB 3 memiliki kerapatan rendah. Namun setelah melakukan perhitungan terhadap biomassa dan simpanan karbon menunjukkan bahwa, Stasiun PB 2 memiliki nilai simpanan karbon yang lebih besar dibandingkan dengan Stasiun PB 1. Hal ini dikarenakan perbedaan jenis dan diameter pohon yang berbeda di masing-masing stasiun. Jenis *Rhizophora sp.* di Stasiun PB 2 lebih dominan dibandingkan dengan *Rhizophora sp.* di Stasiun PB 2 karena nilai kerapatan *Rhizophora sp.* lebih besar dibandingkan dengan kerapatan jenis mangrove lainnya. Hal tersebut diperkuat oleh pendapat Mardiyah *et al.* (2019) bahwa kerapatan yang tinggi nilai biomassa bisa rendah hal tersebut dikarenakan perbedaan diameter batang yang ada dilokasi penelitian. Selain itu jenis spesies juga menjadi factor yang mempengaruhi nilai biomassa dan simpanan karbon. Spesies jenis *Rhizophora sp* memiliki nilai kerapatan yang tinggi dibandingkan dengan spesies lainnya. Hal ini selaras dengan penelitian bahwasanya pada stasiun PB 2 spesies *Rhizophora apiculata* dan *Rhizophora mucronata* lebih dominan dibandingkan di stasiun PB 1.

Stasiun PB 3 adalah titik yang mempunyai nilai biomassa dan simpanan karbon tegakan yang paling rendah dibandingkan dengan 2 stasiun PB yang lainnya. Pada lokasi penelitian stasiun PB 3 ditemukan 3 jenis spesies yang mendominasi yaitu *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata* dan *Rhizophora stylosa*. Diameter batang yang diukur pada stasiun PB 3 berkisar antara 5-40 cm. Diameter tersebut berukuran cukup besar. Namun kerapatan pada stasiun PB 3 diantara ketiga stasiun penelitian yang lainnya masuk dalam kategori rendah. Hal tersebut yang membuat hasil biomassa dan stok karbon pada PB 3 lebih rendah dari pada stasiun PB 1 dan PB 2 hal ini selaras dengan pendapat Istomo dan Farida (2017) bahwa kerapatan individu, basal area dan volume individu mangrove berbanding lurus dengan jumlah biomassa. Semakin tinggi nilai kerapatan individu mangrove, basal area dan volume tegakan mangrove, maka nilai biomassa juga akan semakin tinggi.

Nilai estimasi simpanan karbon tegakan mangrove pada lokasi penelitian ekosistem mangrove Desa Pasar Banggi, Kecamatan Rembang, Kabupaten Rembang menunjukkan hasil sebesar 74.986,95 ton/ha. Penelitian yang dilakukan Mardiyah *et al.* (2019) dikawasan hutan mangrove di Desa Tireman Rembang hasil estimasi simpanan karbon pada tegakan sebesar 4.633,618 ton/ha dengan luas area sebesar 10,97 ha. Nilai tersebut jauh lebih kecil dibandingkan dengan nilai estimasi simpanan karbon pada ekosistem mangrove Desa Pasar Banggi Rembang. Sedangkan pada penelitian Ristiara *et al.* (2017) simpanan karbon pada hutan rakyat di Pekon Klungu sebesar 3.658 ton dengan luas wilayah 36 ha. Kedua pembanding tersebut menunjukkan bahwa hutan mangrove memiliki simpanan karbon yang lebih besar dibandingkan dengan jenis hutan lainnya. Hal tersebut selaras dengan pernyataan dari Windarini *et al.* (2018) hutan mangrove memiliki kemampuan jauh lebih tinggi untuk mengikat karbon dibandingkan dengan hutan teristrial ataupun hutan hujan tropis.

Simpanan karbon pada substrat mangrove lokasi penelitian ekosistem mangrove Desa Pasar Banggi Kecamatan Rembang, Kabupaten Rembang dapat dilihat pada tabel 4. Jumlah stok biomassa karbon substrat mangrove ada setiap stasiun memiliki jumlah yang berbeda di setiap disetiap stasiun penelitian disebabkan oleh berbedanya tingkat kerapatan pada masing-masing stasiun penelitian dan dekat dengan muara sungai sehingga mempunyai nilai unsur harga dengan jumlah yang tinggi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Amanda *et al.* (2021) perbedaan stok karbon tanah dipengaruhi oleh tingkat kerapatan mangrove yang lebih tinggi dan area penelitian yang dekat dengan muara sungai sehingga memiliki unsur hara yang tinggi.

Perbedaan jumlah stok biomassa karbon pada substart juga dipengaruhi oleh jenis susbtrat tanah. Stasiun PB 2 memiliki nilai simpanan karbon pada substrat paling tinggi dibandingkan dengan stasiun PB 1 dan PB 2 hal tersebut dikarenakan jenis substrat pada stasiun PB 2 berjenis Lumpur berpasir dimana jenis tersebut memiliki kandungan karbon yang besar karena memiliki ukuran butir yang lebih halus dibandingkan dengan jenis substrat pasir. substrat lumpur berperan sebagai media tumbuh tanaman mangrove sebagai hasil dari proses pengendapan sedimen yang terbawa dari sungai. Perkaratan vegetasi mangrove yang rapat dan kuat mengakibatkan berbagai berbagai bahan organik dan partikel endapan akan terperangkap dan tersangkut sehingga membentuk endapan yang menstabilkan tanah Pendapat tersebut diperkuat oleh Lestariningsih *et al.* (2018) sedimen dengan struktur lumpur memiliki nilai kandungan karbon yang lebih besar

dibandingkan dengan substrat pasir. Pendapat tersebut juga selaras dengan pernyataan Amanda *et al.* (2021) jenis substrat berpengaruh terhadap nilai simpanan karbon dan jenis substrat pasir nilai simpanan karbon cenderung lebih kecil dibandingkan dengan substrat berlumpur.

Nilai estimasi simpanan karbon pada substrat dilokasi penelitian ekosistem mangrove Desa Pasar Banggi Kecamatan Rembang Kabupaten Rembang Jawa Tengah dengan luasan 23,05 ha sebesar 202,61 ton/ha. Nilai simpanan tersebut lebih besar dibandingkan dengan penelitian Hapsari *et al.* (2022) nilai simpanan karbon substrat di lokasi penelitian Kawal memiliki nilai 13,90 ton/ha. Namun lebih kecil dibandingkan dengan penelitian Amanda *et al.* (2021) nilai rata-rata simpanan karbon tanah pada Hutan Mangrove muara sungai Batang Apar Kecamatan Pariaman Utara Kota Pariaman Provinsi Sumatera Barat yaitu 2.561,90 ton/ha. Hasil tersebut menunjukkan bahwasanya simpanan karbon pada ekosistem mangrove di Desa Pasar Banggi tidak hanya karbonnya saja yang besar melainkan kandungan organiknya juga besar.

Ekosistem mangrove Desa Pasar Banggi memiliki luasan sebesar 23.05 ha, sehingga nilai total serapan CO<sub>2</sub> adalah sebesar Rp 1.047.946.122 untuk tegakan dan untuk substrat mangrove sebesar Rp 2.835.449 menurut pasar global. Menurut harga pasar wajib nilai ekonomi karbon ekosistem mangrove Desa Pasar Banggi adalah sebesar Rp 16.432.277.092,4 pada tegakan dan Rp 44.459.971,1 pada substrat. Sedangkan menurut harga pasar sukarela nilai ekonomi mangrove Desa Pasar Banggi adalah sebesar Rp 6.287.861.132 pada tegakan dan Rp 15.076.544 pada substrat. Hasil nilai ekonomi ekosistem mangrove Desa Pasar Banggi lebih besar dibandingkan dengan penelitian Hidayah *et al.* (2020) yang dilakukan pada ekosistem mangrove Desa Kelapa Pati dengan luas 9 ha adalah Rp 148.545.639,45 untuk pasar sukarela dan Rp388.199.271,1 untuk pasar wajib.

Harga pasar sukarela (*voluntary market*) adalah permintaan yang dikarenakan hanya keinginan untuk mengurangi emisi karbon bukan karena adanya kewajiban untuk membayar emisi karbon yang telah dikeluarkan. Beda dengan pasar wajib yang terbentuk karena adanya kebijakan yang mewajibkan pengurangan jumlah emisi gas rumah kaca. Nilai ekonomi mangrove di Indonesia sudah diteliti diberbagai wilayah. Pendapat tersebut diperkuat oleh Farahisah *et al.* (2021) Beberapa wilayah tersebut diantaranya di Kawasan kuala langsa dikabupaten Gorontalo Utara, Kawasan suaka marga satwa Karang Gading Sumatera Utara dan di wilayah Kecamatan Mandah Riau. Dapat dilihat bahwa ekosistem mangrove memiliki peranan dalam mengurangi emisi karbon dan juga memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Namun penerapan *carbon pricing* juga mengalami beberapa penolakan dari beberapa pihak. Hal tersebut dikarenakan harga pajak karbon yang ditetapkan terlalu rendah dan *carbon pricing* hanya menjadi tameng pelindung dari perusahaan penghasil emisi Gas Rumah Kaca. Namun pada dasarnya dengan adanya estimasi Nilai Ekonomi pada Mangrove diharapkan mampu mengurangi dampak emisi karbon CO<sub>2</sub> yang ada di Indonesia dan mampu meningkatkan investasi untuk membantu menanggulangi perubahan iklim.

**Tabel 2.** Biomassa Tegakan Mangrove (ton/ha) di Tiga Stasiun Desa Pasar Banggi, Kecamatan Rembang, Kabupaten Rembang, Jawa Tengah

Spesies Mangrove	Stasiun Penelitian		
	PB 1	PB 2	PB 3
<i>Rhizophora mucronate</i>	1.725,5	618,32	1.562,14
<i>Rhizophora stylosa</i>	6.994,11	8.483,87	1.201,43
<i>Rhizophora apiculate</i>	-	-	561,22
<i>Avicenia marina</i>	13,17	-	-
Total	8.732,78	9.102,19	3.324,79
Total Keseluruhan		21.159,76	

**Tabel 3.** Total Karbon Tegakan Mangrove (ton/ha) di Tiga Stasiun Penelitian Ekosistem Mangrove Desa Pasar Banggi Kecamatan Rembang, Kabupaten Rembang Jawa Tengah

Spesies Mangrove	Stasiun Penelitian		
	PB 1	PB 2	PB 3
<i>Rhizophora mucronate</i>	810,98	290,61	734,21
<i>Rhizophora stylosa</i>	3.287,23	3.987,42	379,29
<i>Rhizophora apiculate</i>	-	-	263,77
<i>Avicenia marina</i>	6,19	-	-
Total	4.104,4	4.278,03	1.377,27
Total Keseluruhan	9.759,7		

**Tabel 4.** Total Karbon Substrat Mangrove pada Lokasi Penelitian di Tiga Stasiun Desa Pasar Banggi, Kecamatan Rembang, Kabupaten Rembang, Jawa Tengah

Stasiun	Bahan Organik (%)	Konversi Karbon (g/cm <sup>2</sup> )	Simpanan Karbon (ton/ha)
PB 1	15,37 ± 2,59 (a)	0,09 ± 0,02	8,93 ± 1,53
PB 2	16,03 ± 1,24 (a)	0,09 ± 0,01	9,3 ± 0,69
PB 3	14,04 ± 1,89 (b)	0,08 ± 0,01	8,13 ± 1,2
Total Simpanan Karbon			26,36

## KESIMPULAN

Nilai simpanan karbon pada tegakan ekosistem mangrove Desa Pasar Banggi Kecamatan Rembang Kabupaten Rembang sebesar 74.986,95 ton/ha dan untuk substrat mangrove sebesar 202,61 ton/ha, sehingga total karbon yang tersimpan pada ekosistem mangrove Desa Pasar Banggi sebesar 75.189,56 ton/ha. Nilai tersebut masuk kategori tinggi namun masih perlu upaya peningkatan perbaikan ekosistem mangrove untuk mendapatkan simpanan karbon yang lebih besar. Nilai ekonomi simpanan karbon pada ekosistem mangrove Desa Pasar Banggi Kecamatan Rembang Kabupaten Rembang Jawa Tengah menurut harga pasar wajib sebesar Rp 16.476.737.063,5 dan menurut harga pasar sukarela sebesar Rp 6.302.937.676 nilai tersebut masuk dalam kategori besar untuk *carbon pricing*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus, F., Hairiah, K., & Mulyani, A., 2011. Panduan Metode Pengukuran Karbon Tersimpan di Lahan Gambut. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. *Badan Litbang Pertanian. Kementerian Pertanian dan World Agroforestry Center, SEA. Bogor.* 58 hlm.
- Amanda, Y., Mulyadi, A., & Siregar, Y.I. 2021. Estimasi Stok Karbon Tersimpan pada Hutan Mangrove di Muara Sungai Batang Apar Kecamatan Pariaman Utara Kota Pariaman Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Ilmu Perairan*, 9(1): 38-48. DOI: 10.31258/jipas.9.1.p.38-48
- Bachmid, F., Sondak, C.F.A., & Kusen, J.D., 2018. Estimasi Penyerapan Karbon Hutan Mangrove Bahowo Kelurahan Tongkaina Kecamatan Bunaken. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 1(1): 8-13. DOI: 10.35800/jplt.6.1.2018.19463
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. 2011. Pengukuran dan Penghitungan Cadangan Karbon – Pengukuran Lapangan untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (*Ground Based Forest Carbon Accounting*). BSN, Jakarta.



- Farahisah, H., Yulianda, F., & Effensi, H. 2021. Struktur Komunitas Cadangan Karbon dan Nilai Ekonomi Mangrove di Muara Sungai Musi. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 26(2):228-234. DOI: 10.18343/jipi.26.2.228
- Hapsari, F.N., Maslukah, L., Dharmawan, I.W.E., & Wulandari, S.Y. 2022. Simpanan Karbon Organik Sedimen Mangrove Terhadap Pasang Surut di Pulau Bintan. DOI: 10.14710/buloma.v11i1.39107
- Hidayah, W., Hamidy, R., & Warningsih, T. 2020. Nilai Ekonomi Serapan CO<sub>2</sub> Ekosistem Mangrove di Desa Kelapa Pati Kabupaten Bengkalis. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 14(1):87-95. DOI: 10.31258/jil.14.1.p.87-94
- Istomo, I. & Farida, N.E. 2017. Potensi Simpanan Karbon di Atas Permukaan Tanah Tegakan *Acacia nilotica* L. (Willd) ex. Del. Di Taman Nasional Baluran Jawa Timur. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 7(2):155-162. DOI: 10.29244/jpsl.7.2.155-162
- Kepel, T.L., Suryono, D.D., Ati, R.N.A., Salim, H.L., & Hutahaeen, A.A. 2017. Nilai Penting dan Estimasi Nilai Ekonomi Simpanan Karbon Vegetasi Mangrove di Kema Sulawesi Utara. *Jurnal Kelautan Nasional*, 12(1):19-26. DOI: 10.15578/jkn.v12i1.6170
- Komiyama, A., Pongpam, S., & Karto, S. 2005. Common Allometric Equations for Estimating The Tree Weight of Mangroves. *Journal of Tropical Ecology. Cambridge University Press*, 21(4):471-477. DOI: 10.1017/S0266467405002476
- Lestariningsih, W.A., Soenardjo, N. & Pribadi, R. 2018. Estimasi Cadangan Karbon pada Kawasan Mangrove di Desa Timbulsloko Demak Jawa Tengah. *Buletin Oseanografi Marina*, 7(2): 121-130. DOI: 10.14710/buloma.v7i2.19574
- Mardiyah, R., Ario, R., & Pribadi, R. 2019. Estimasi Simpanan Karbon pada Ekosistem Mangrove di Desa Pasar Banggi Kecamatan Rembang Kabupaten Rembang. *Jurnal Marine Reserch*, 8(1): 62-68. DOI: 10.14710/jmr.v8i1.24330
- Rahmattin, N.A.F.E. & Hidayah, Z. 2020. Analisis Ketersediaan Stok Karbon pada Mangrove di Pesisir Surabaya Jawa Timur. *Juvenil*, 1(1):58-65. DOI: 10.21107/juvenil.v1i1.6812
- Ristiara, L., Hilmanto, R., & Duryat, D. 2017. Estimasi Karbon Tersimpan Hutan Rakyat di Pekon Klungu Kabupaten Tanggamus. *Jurnal Sylva Lestari*, 5(1):128-138. DOI: 10.23960/jsl15128-138
- Sahami, F. 2018. Penilaian Kondisi Mangrove Berdasarkan Tingkat Kerapatan Jenis. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 5(2): 33-40.
- Syukri, M., Mashoreng, S., Werorilangi, S., Isyrini, R., Rastina, R., Faizal, A., Tahir, A., & Gosalam, S. 2018. Kajian Stok Karbon Mangrove di Bebanga Kabupaten Mamuju Sulawesi Barat. *Prosiding Simposium Nasional Kelautan dan Perikanan V Universitas Hasanudi Makasar* :335-342.
- Ustiani, N. 2015. Pengaruh Struktur Modal Kepemilikan Manajerial Keputusan Investasi Kebijakan Dividen Keputusan Pendanaan dan Profitabilitas terhadap Nilai Perusahaan. *Jurnal Imiah Unpad*, 1(1): 1-20.
- Windarni, C., Agus, S., & Rusita. 2018. Estimasi Karbon Tersimpan pada Hutan Mangrove di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur, Lampung. *Jurnal Sylva Lestari*, 6(1): 66-74. DOI: 10.23960/jsl1667-75