

# ESTIMASI STOK KARBON MANGROVE DI DUKUH TAPAK KELURAHAN TUGUREJO KOTA SEMARANG

---

Andin Irsadi<sup>1</sup>, Nana Kariada Tri Martuti<sup>2\*</sup>, Satya Budi Nugraha<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Department of Biology, Universitas Negeri Semarang

\*Email: nanakariada@mail.unnes.ac.id

**Abstrak.** Peningkatan gas-gas efek rumah kaca menyebabkan terjadinya pemanasan global yang berdampak langsung mengakibatkan perubahan iklim dan sea level rise. Upaya mitigasi dapat dilakukan dengan meningkatkan peran mangrove sebagai penjerap karbon. Ekosistem mangrove yang banyak terdapat di wilayah pesisir, mempunyai kemampuan yang sangat efektif dalam mengurangi konsentrasi gas karbondioksida (CO<sub>2</sub>) di alam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi karbon tersimpan pada tegakan mangrove di Wilayah Tapak, Kota Semarang. Metode yang digunakan, yakni non destructive Test dengan persamaan allometrik pada mangrove tegakan. Pengumpulan data dilakukan secara purposive sampling, dengan mempertimbangkan kerapatan dan lokasi tumbuh yang terdapat pada wilayah penelitian. Hasil penelitian menunjukkan mangrove di Dukuh Tapak memiliki kandungan biomassa sebesar 1507,91 ton/ha, kandungan stok karbon sebesar 708,2 ton C/ha, dan mampu menyerap CO<sub>2</sub> sebesar 2598,65 ton/ha. Pola hubungan antara kerapatan dengan biomassa, biomassa dengan stok karbon, dan stok karbon dengan serapan CO<sub>2</sub> menunjukkan adanya tiga macam persamaan yang memiliki nilai korelasi (R) yang positif masing-masing sebesar 0,67, 1,00, dan 1,00.

**Kata Kunci:** biomassa, mangrove, stok karbon

## PENDAHALUAN

Peningkatan gas-gas efek rumah kaca sebagai hasil berbagai aktivitas manusia dapat menyebabkan terjadinya pemanasan global yang menjadi salah satu isu di dunia saat ini (Efendi *et al.* 2012). Dampak dari pemanasan global adalah perubahan iklim yang mengakibatkan mencairnya gunung-gunung es di daerah kutub yang dapat menimbulkan naiknya permukaan air laut (Suarsana & Wahyuni, 2011). Peningkatan permukaan air laut ini merupakan ancaman serius bagi ekosistem pesisir, salah satunya ekosistem mangrove.

Ekosistem mangrove berperan penting dalam upaya mitigasi pemanasan global dengan mengurangi konsentrasi CO<sub>2</sub> (Sondak, 2015). Menurut Rachmawati *et al.* (2014), nilai karbon yang terkandung pada vegetasi mangrove merupakan potensi dari mangrove dalam menyimpan karbon (stok karbon) dalam bentuk biomassa. Perhitungan stok karbon dalam suatu ekosistem

mangrove dapat digunakan untuk mengetahui kemampuan ekosistem mangrove tersebut dalam menyerap gas-gas yang menyebabkan pemanasan global. Adanya upaya yang dilakukan untuk mengendalikan konsentrasi karbon di atmosfer, maka dapat digunakan untuk mengurangi jumlah CO<sub>2</sub> di atmosfer (Chanan, 2012).

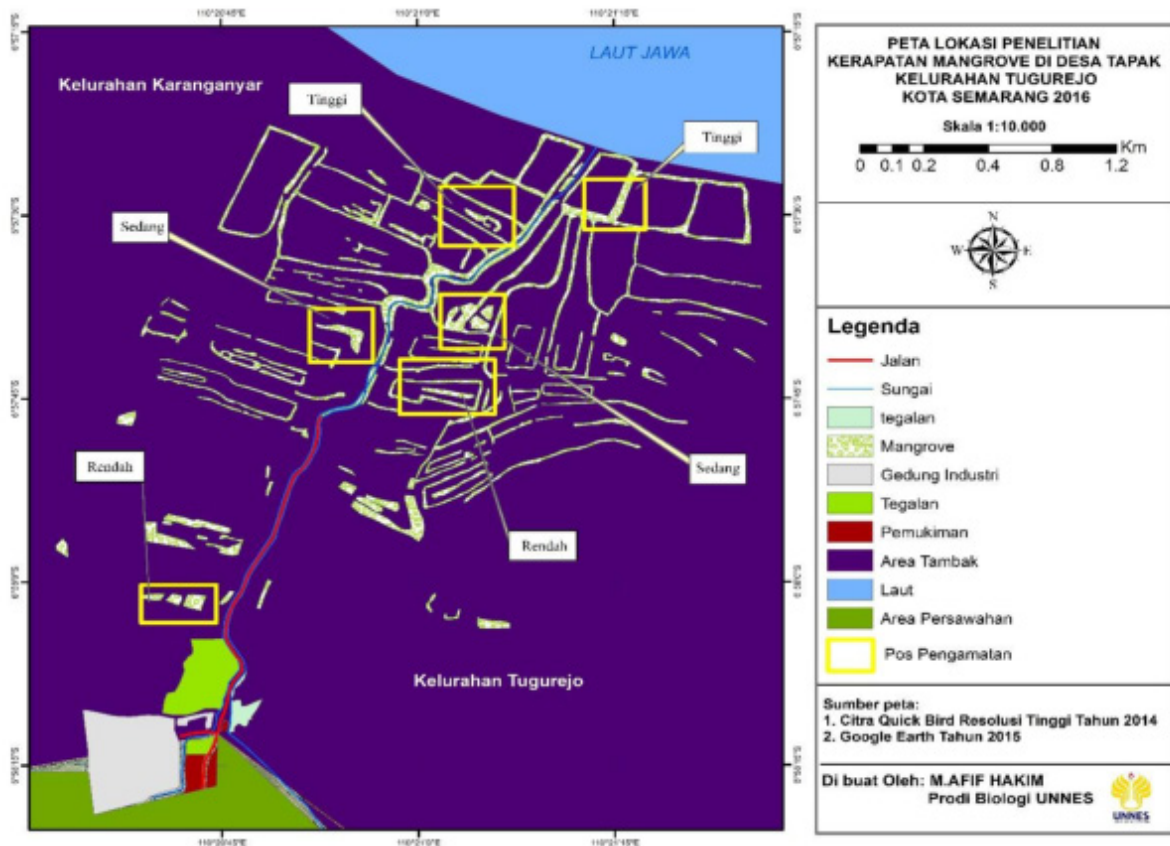
Masalah abrasi yang terjadi di pesisir utara Kota Semarang tercatat semakin meningkat. Salah satu daerah pesisir yang mengalami abrasi cukup parah yaitu Kecamatan Tugu. Wilayah Kecamatan Tugu mengalami abrasi sampai 1.211,20 ha dan mengalami kemunduran garis pantai hingga 1,7 kilometer (Saputri, 2013). Hal tersebut terjadi disebabkan oleh beberapa faktor seperti alih fungsi lahan mangrove yang berfungsi sebagai penahan ombak menjadi lahan tambak oleh warga pesisir kota Semarang. Alih fungsi lahan tersebut dapat menyebabkan berkurangnya fungsi mangrove sebagai penyerap karbon di udara.

Salah satu wilayah pesisir kota Semarang yang masih bagus kondisi mangrovenya adalah wilayah Tapak. Luas mangrove di kawasan Tapak mencapai ± 15,05 Ha dan menurut data inventarisasi terdapat beberapa spesies mangrove yang mendominasi di kawasan Tapak adalah *Rhizophora mucronata* dan *Avicennia marina* (Martuti, 2013). Adanya mangrove di kawasan Tapak ini, memiliki beberapa potensi diantaranya untuk kegiatan Ecoeduwisata mangrove dan beberapa kegiatan pelestarian lingkungan pesisir (Ermiliansa *et al.* 2014).

Penelitian mengenai estimasi stok karbon mangrove penting dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kawasan mangrove Tapak mampu menyerap karbon dari udara. Hasil penelitian ini dapat menunjang kegiatan pengelolaan kawasan konservasi secara berkelanjutan dan lestari dalam kaitannya dengan pengurangan dampak pemanasan global.

## **METODE**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April-Mei 2016, pengambilan sampel dilakukan pada vegetasi mangrove di Dukuh Tapak Kelurahan Tugurejo Kota Semarang (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi penelitian (CSQB Tahun 2014)

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu GPS untuk menentukan posisi koordinat stasiun, *Phi-band* untuk mengukur diameter setinggi dada batang pohon. Meteran untuk menentukan jarak lapang, tali raffia untuk pembatas kuadran plot penelitian, spidol permanen untuk menulis keterangan pengambilan sampel, dan kamera untuk dokumentasi kegiatan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *survey*, yaitu pengamatan dan pengambilan sampel langsung di lapangan. Kemudian sampel dianalisis di laboratorium, selanjutnya data yang diperoleh diolah dan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik serta dibahas secara deskriptif dengan mengacu atau merujuk pada literatur yang berkaitan dengan penelitian tersebut.

Penentuan stasiun penelitian dilakukan dengan metode *purposive*, yaitu menentukan lokasi penelitian secara sengaja dengan mempertimbangkan serta memperhatikan kondisi daerah penelitian disekitarnya (Fachrul, 2007). Lokasi penelitian terbagi atas enam stasiun berdasarkan kerapatannya yang dilihat dengan Citra Satelit Quick Bird (CSQB) tahun 2014. Prosedur dalam pengukuran biomassa dan stok karbon mangrove dilakukan dengan cara *non destructive Test* (NDT) dengan catatan jenis tanaman yang diukur sudah diketahui rumus allometriknya. Dalam

hal ini prosedur untuk pengukuran *Diameter at breast height* (DBH) menggunakan prosedur menurut Lugina *et al.* (2011). Analisis pendugaan biomassa dan stok karbon mangrove di atas permukaan tanah menggunakan persamaan allometrik berdasarkan spesies tanaman menurut Krisnawati *et al.* (2012)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

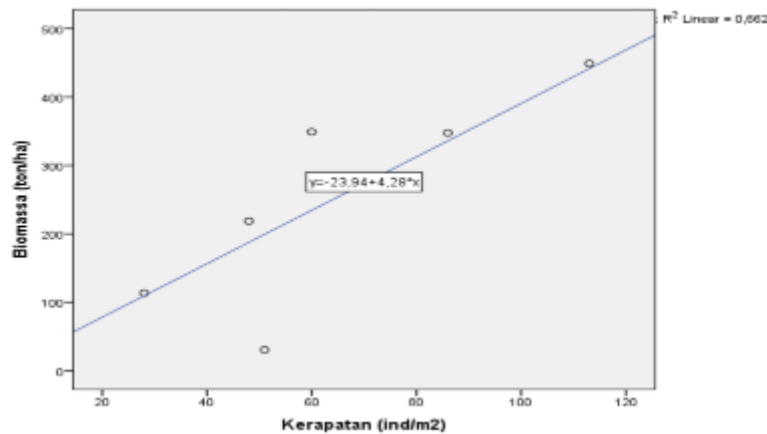
Berdasarkan hasil penelitian didapatkan perbandingan total nilai biomassa, stok karbon dan penyerapan CO<sub>2</sub> vegetasi mangrove di Dukuh Tapak, Kelurahan Tugurejo, Kota Semarang seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1. Kandungan biomassa, stok karbon, dan serapan CO<sub>2</sub> di Dukuh Tapak**

Stasiun	Spesies mangrove	Jumlah spesies	Biomassa tegakan (ton/ha)	Stok karbon (ton/ha)	CO <sub>2</sub> - Ekuivalen (ton/ha)
I	AM	113	449	211,03	773,78
II	RM	46	289,44	136,04	498,8
	AM	14	59,51	27,97	102,56
	Σ	60	348,95	164,01	601,36
III	AM	28	113,43	53,31	195,48
IV	RM	64	247,48	116,32	426,49
	RS	13	57,05	26,81	98,32
	AM	9	43,02	20,22	74,14
	Σ	86	347,55	163,35	598,95
V	AM	48	218,58	102,73	376,69
VI	AM	51	30,4	14,29	52,39
Jumlah		386	1507,91	708,2	2598,65

Keterangan: AM: *Avicennia marina*, RM: *Rhizophora mucronata*, RS: *Rhizophora stylosa*

Hasil penelitian menunjukkan kandungan biomassa sebesar 1507,91 ton/ha setara dengan 708,2 ton C /ha dan memiliki kemampuan menyerap CO<sub>2</sub> sebesar 2598,65 ton/ha. Berdasarkan data simpanan karbon yang diperoleh dari masing-masing stasiun penelitian, simpanan karbon tertinggi pada stasiun I dengan jumlah pohon sebanyak 113 buah, menyimpan karbon sebesar 211,03 ton C, sedangkan kandungan karbon terendah pada stasiun VI dengan jumlah pohon sebanyak 51 buah, menyimpan karbon sebanyak 14,29 ton C. Stasiun I memiliki potensi biomassa tertinggi (449 ton/ha) sedangkan stasiun IV memiliki potensi biomassa terendah (30,4 ton/ha). Hal ini diduga disebabkan karena stasiun I yang terletak didekat muara, memiliki kerapatan yang tinggi dengan umur tegakan lebih tua. Berdasarkan hasil analisis korelasi, pola hubungan antara kerapatan mangrove dengan kandungan biomassa mangrove memiliki nilai korelasi (R) yaitu sebesar 0,67 (Gambar 2).



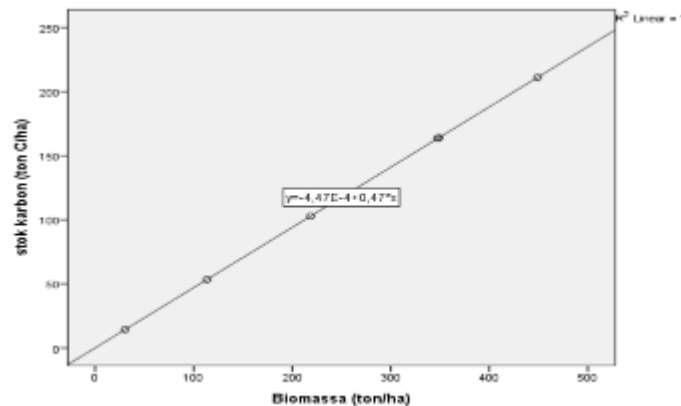
**Gambar 2. Hubungan antara kerapatan dengan biomassa**

Dari gambar di atas dapat dijelaskan bahwa kerapatan mangrove mempunyai korelasi yang positif terhadap kandungan biomassa. Dengan kata lain kerapatan mangrove berbanding lurus terhadap kandungan biomassa mangrove dimana semakin tinggi kerapatan mangrove maka akan semakin tinggi pula kandungan biomasannya.

Nilai biomassa selain dipengaruhi oleh kerapatan pohon juga di pengaruhi oleh besarnya diameter pohon itu sendiri, hal ini dikarenakan semakin besar diameter suatu pohon maka nilai biomassanya juga akan semakin besar (Mandari *et al.* 2016). Menurut Syam'ani *et al.* (2012), biomassa bertambah karena tumbuhan menyerap CO<sub>2</sub> di atmosfer dan mengubahnya menjadi senyawa organik dari proses fotosintesis, hasil fotosintesis digunakan oleh tumbuhan untuk melakukan pertumbuhan ke arah horisontal dan vertikal ditandai dengan bertambahnya diameter dan tinggi. Melalui proses fotosintesis, CO<sub>2</sub> diserap oleh tumbuhan dengan bantuan sinar matahari kemudian diubah menjadi karbohidrat untuk selanjutnya didistribusikan ke seluruh tubuh tanaman dan ditimbun dalam bentuk daun, batang, cabang, buah dan bunga (Hairiah *et al.* 2011).

Chanan (2012) menyatakan, setiap penambahan kandungan biomassa akan diikuti oleh penambahan kandungan stok karbon. Hal ini menjelaskan bahwa karbon dan biomassa memiliki hubungan yang positif sehingga apapun yang menyebabkan peningkatan ataupun penurunan biomassa maka akan menyebabkan peningkatan atau penurunan kandungan stok karbon. Jumlah biomassa yang tinggi pada Stasiun I akan diikuti dengan kandungan stok karbon mangrove yang tinggi pada stasiun tersebut, begitu pula sebaliknya jumlah biomassa yang rendah pada Stasiun VI akan diikuti dengan rendahnya kandungan stok karbon mangrove pada stasiun tersebut. Hal ini sejalan dengan Widyasari *et al.* (2010) yang menyatakan bahwa peningkatan kandungan stok karbon terikat di atas permukaan tanah dipengaruhi oleh peningkatan biomassa. Pola hubungan

antara biomassa dengan stok karbon memiliki nilai korelasi (R) positif maksimal yaitu sebesar 1,0 (Gambar 3).



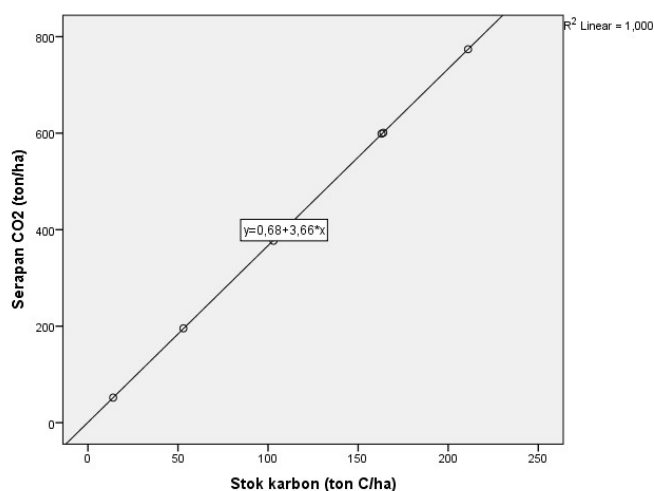
**Gambar 3. Grafik hubungan antara biomassa dengan stok karbon**

Dari Gambar 3 dapat dijelaskan bahwa biomassa tegakan mangrove mempunyai korelasi yang positif terhadap kandungan stok karbon. Dengan kata lain jumlah biomassa berbanding lurus terhadap kandungan stok karbon mangrove dimana semakin besar biomassa maka akan besar pula cadangan karbon mangrove-nya. Menurut Aminudin (2008), batang merupakan kayu yang 50% tersusun oleh selulosa. Selulosa merupakan komponen utama dinding kokoh yang menyelubungi sel tumbuhan dan terdiri dari molekul gula linear yang berantai panjang yang tersusun oleh karbon (Campbell *et al.* 2008), sehingga makin tinggi kandungan selulosa maka kandungan karbon akan makin tinggi. Semakin besar diameter pohon diduga memiliki potensi selulosa dan zat penyusun kayu lainnya yang lebih besar. Tingginya karbon pada bagian batang erat kaitannya dengan lebih tingginya biomassa bagian batang jika dibandingkan dengan bagian pohon lainnya. Faktor ini yang menyebabkan pada kelas diameter yang lebih besar kandungan karbonnya lebih besar.

Proses penimbunan C dalam tubuh tanaman hidup dinamakan proses sekuestrasi (*C-sequestration*). Jumlah stok karbon pada tubuh tanaman hidup (biomassa) pada suatu lahan dapat menggambarkan banyaknya CO<sub>2</sub> di atmosfer yang diserap oleh tanaman. Penyerapan CO<sub>2</sub> memiliki hubungan dengan stok karbon (Heriyanto & Subiandono 2012). Hal tersebut bisa dilihat dari hasil penelitian (Tabel 1) yang menunjukkan kemampuan mangrove dalam menyerap CO<sub>2</sub> berbanding lurus dengan jumlah stok karbon yang terkandung pada vegetasi tersebut. Kemampuan vegetasi mangrove dalam menyerap CO<sub>2</sub> tertinggi pada stasiun I yaitu sebesar 773,78 ton/ha, sedangkan pada stasiun VI memiliki kemampuan terendah yaitu

sebesar

52,39 ton/ha. Vegetasi mangrove pada stasiun I memiliki kemampuan menyerap CO<sub>2</sub> tertinggi karena pada area tersebut memiliki kerapatan vegetasi mangrove yang tinggi dan didukung dengan banyaknya mangrove yang memiliki diameter batang yang besar, sedangkan pada stasiun VI kerapatan vegetasi mangrove yang rendah dan memiliki diameter batang yang kecil. Menurut penelitian yang dilakukan Huy & Anh (2008), total akumulasi CO<sub>2</sub> pada batang tumbuhan sebesar 62% , ranting sebesar 26%, kulit sebesar 10% , dan daun sebesar 2%. Serapan CO<sub>2</sub> memiliki hubungan yang positif antara jumlah total biomassa dengan kandungan karbon biomassa. Berdasarkan hasil analisis korelasi, pola hubungan antara kandungan stok karbon dengan serapan CO<sub>2</sub> memiliki nilai korelasi (R) positif maksimal yaitu sebesar 1,0 (Gambar 4).



**Gambar 4. Hubungan antara stok karbon dengan serapan CO<sub>2</sub>**

Dari gambar di atas dapat dijelaskan bahwa kandungan stok karbon pada suatu tegakan mangrove memiliki korelasi positif dengan serapan CO<sub>2</sub>. Dengan demikian dapat diartikan bahwa serapan CO<sub>2</sub> akan besar apabila total stok besar. Begitu pula sebaliknya serapan gas karbondioksida CO<sub>2</sub> akan kecil apabila kandungan stok karbon kecil.

Rerata biomassa vegetasi mangrove di Dukuh Tapak dari keenam stasiun penelitian tersebut adalah 251,32 ton/ha (setara dengan 118,03 ton C) yang berarti lebih tinggi apabila dibandingkan dengan biomassa vegetasi mangrove Pulau Kemujan, TN Karimunjawa sebesar 182,62 ton (setara dengan 91,31 ton C) (Cahyaningrum *et al.* 2014). Hasil perhitungan stok karbon mangrove di Dukuh Tapak lebih tinggi dari stok karbon di Pulau Kemujan, TN Karimunjawa, hal itu disebabkan oleh kualitas lingkungan tempat tumbuh. Dukuh Tapak merupakan salah satu daerah yang dekat dengan muara sungai dan perkotaan yang memiliki gas pencemar tinggi akibat dari banyaknya industri. Gas-gas tersebut antara lain CO, SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, dan debu yang jumlahnya relatif kecil bila dibandingkan dengan gas CO<sub>2</sub>



dalam atmosfer (Achmad, 2004). Gas CO<sub>2</sub> akan diserap oleh vegetasi mangrove sebagai bahan fotosintesis. Jika dilihat dari jumlah spesies mangrove pada lokasi penelitian lebih rendah dari jumlah spesies mangrove yang ada di Pulau Kemujan, TN Karimunjawa. Hal ini menunjukkan bahwa mangrove di Dukuh Tapak lebih efektif dalam menyerap CO<sub>2</sub> di udara, dapat dilihat dari jumlah kandungan biomassa dan stok karbon yang tersimpan pada vegetasi tersebut.

## SIMPULAN

Simpulan dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa mangrove di wilayah Tapak mampu menyerap karbon dari udara. Mangrove di Dukuh Tapak memiliki kandungan biomassa sebesar 1507,91 ton/ha, kandungan stok karbon sebesar 708,2 ton C/ha, dan mampu menyerap CO<sub>2</sub> sebesar 2598,65 ton/ha. Pola hubungan antara kerapatan dengan biomassa, biomassa dengan stok karbon, dan stok karbon dengan serapan CO<sub>2</sub> menunjukkan adanya tiga macam persamaan yang memiliki nilai korelasi (R) yang positif masing-masing sebesar 0,67, 1,00, dan 1,00.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, R. 2004. *Kimia lingkungan*. Yogyakarta: ANDI.
- Aminudin, S. 2008. Kajian Potensi Cadangan Karbon pada Pengusahaan Hutan Rakyat (Studi Kasus: Hutan Rakyat Desa Dengok, Kecamatan Playen, Kabupaten Gunungkidul). (Tesis). Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Cahyaningrum, S.T., Hartoko, A., dan Suryanti. 2014. "Biomassa karbon mangrove pada kawasan mangrove Pulau Kemujan Taman Nasional Karimunjawa". *Journal of Maquares* 3(3): 34-42.
- Campbell, N.A., Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V., dan Jackson, J.B. 2008. *Biologi*. Edisi Kedelapan Jilid 1. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Chanan, M. 2012. Pendugaan cadangan karbon (C) tersimpan di atas permukaan tanah pada vegetasi hutan tanaman jati (*Tectona grandis Linn.F*) (Di RPH Sengguruh BKPH Sengguruh KPH Malang Perum Perhutani II Jawa Timur). *Jurnal Gamma* 7(2): 61-73.
- Efendi, M., Sunoko, H.R., dan Sulistya, W. 2012. Kajian kerentanan masyarakat terhadap perubahan iklim berbasis daerah aliran sungai (Studi kasus sub DAS Garang Hulu). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 10(1): 8-18.
- Ermiliansa, D., Samekto, A., dan Purnaweni, H. 2014. "Peran PRENJAK dalam mewujudkan konservasi berbasis eco edu wisata mangrove di Dukuh Tapak Tugurejo Kota Semarang". *Jurnal Ekosains* 6(1): 62-67.
- Fachrul, M.F. (2007). *Metode Sampling Bioekologi*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Hairiah, K., Ekadinata, A., Sari, R.R., dan Rahayu, S. 2011. Pengukuran cadangan karbon dari tingkat lahan ke bentang lahan. Bogor: World Agroforestry Centre ICRAF Southeast Asia Regional Office
- Heriyanto, N.M., & Subiandono, E. 2012. "Komposisi dan struktur tegakan, biomasa, dan



- potensi kandungan karbon hutan mangrove di Taman Nasional Alas Purwo”. *Jurnal Penelitian dan Konservasi Alam* 9(1): 23-32.
- Huy, B., & TA Anh. 2008. Estimating CO<sub>2</sub> sequestration in natural broad-leaved evergreen forest in Vietnam. *APANews*. Mei. Hlm 9.
- Krisnawati, H., Adinugroho, W.A., dan Imanuddin, R. 2012. *Monograf model-model alometrik untuk pendugaan biomassa pohon pada berbagai tipe ekosistem hutan di Indonesia*. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Kementerian Kehutanan Indonesia.
- Lugina, M., Ginoga, K.L., Wibowo, A., Bainnura, A., dan Partiani T. 2011. “Prosedur Operasi Standar (SOP) untuk pengukuran stok karbon di kawasan konservasi”. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Kementerian Kehutanan Indonesia.
- Mandari, D.Z., Gunawan, H., dan Isda, M.N. 2016. “Penaksiran biomassa dan karbon tersimpan pada ekosistem hutan mangrove di Kawasan Bandar Bakau Dumai”. *Jurnal Riau Biologia* 1 (3): 17-23
- Martuti, N.K.T. 2013. “Keanekaragaman mangrove di wilayah Tapak Tugurejo Semarang”. *Jurnal MIPA*, 36(2): 123-130.
- Rachmawati, D., Setyobudiandi, I., dan Hilmi, E. 2014. “Potensi estimasi karbon tersimpan pada vegetasi mangrove di wilayah pesisir muara gembong Kabupaten Bekasi”. *Jurnal Omni-akuatika*, 14(19): 89-91.
- Saputri, D.S. 2013. Kecamatan Tugu alami abrasi terparah. *On line at* <http://nasional.republika.co.id/berita/nasional/jawa-tengah-diynasional/13/05/13/mmqpe-kecamatan-tugu-alami-abrasi-terparah>. [diakses tanggal 10 Agustus 2016].
- Sondak, C.F.A. 2015. Estimasi potensi penyerapan karbon biru (blue carbon) oleh hutan mangrove Sulawesi Utara. *Jurnal of Asean Studies on Maritime Issues* 1(1): 24-29.
- Suarsana, M., & Wahyuni, P.S. 2011. *Global warming: ancaman nyata sektor pertanian dan upaya mengatasi kadar CO<sub>2</sub> atmosfer*. *Jurnal Sains dan Teknologi* 11(1): 31-46.
- Syam'ani, Agustina, A., Susilawati dan Yusanto, N. 2012. “Cadangan karbon di atas permukaan tanah pada berbagai sistem penutupan lahan di Sub-sub DAS Amandit”. *Jurnal Hutan Tropis*, 13(2) : 152- 153.
- Widyasari, N.A.K., Saharjo, B.H., Solichin, dan Istomo. 2010. “Pendugaan biomassa dan potensi karbon terikat di atas permukaan tanah pada hutan rawa gambut bekas terbakar di Sumatera Selatan”. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 15(1): 41-49.

