PENDUGAAN BIOMASSA INDIVIDU DAN ANALISIS CITRA LANDSAT LAHAN HUTAN TERPAPAR SPESIES LIANA INVASIF *MERREMIA PELTATA* DI TAMAN NASIONAL BUKIT BARISAN SELATAN

The estimation of individual biomass and the analysis of Landsat image of forest area covered by invasive liana species Merremia peltata on the Bukit Barisan Selatan National Park

Yansen & M. F. Hidayat
Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu
Jalan WR. Supratman Kandang Limun Bengkulu

ABSTRACT*. Forest vegetation plays an important role in balancing carbon sequestration. Consequently, less forest vegetation means less ability of forest to absorb carbon. Forest opening does not only decrease the carbon stocks but it could also initiate the development of unwanted invasive species. Therefore, the estimation of carbon absorption by forest area covered by certain vegetation, such as invasive plant species, is needed. Plant biomass estimation can be done by applying allometry, i.e. the relationship between one plant variable, such as diameter or height/length, with the plant total biomass/carbon. This study shows that for climbing plant* M. peltata*, plant height is the appropriate variable that can be used to estimate plant biomass. This study also shows that areas with different types of vegetation cover have different NDVI (normalized difference vegetation index). However, the NDVI values of area covered by* M. peltata *and secondary forests are not significantly different. This study provides additional insights of the ability of different forest vegetation covers to absorb carbon, which might be useful for the management of conservation forests.*

Keywords*: Allometry*, *invasive species,* Merremia peltata*, plant biomass*

ABSTRAK. Vegetasi hutan berperan penting dalam menyeimbangkan serapan dan lepasan karbon di atmosfir. Konsekuensinya pengurangan vegetasi hutan berarti penurunan kemampuan hutan untuk menyerap karbon. Pembukaan hutan, selain menghilangkan cadangan karbon, juga juga dapat menginisiasi perkembangan spesies invasif yang tak dikehendaki. Karena itu, pendugaan serapan karbon lansekap hutan yang mempunyai tutupan spesifik, misalnya terpapar spesies invasif, perlu dilakukan. Pendugaan biomassa tumbuhan salah satunya dengan menggunakan *allometry*, yakni hubungan antara salah satu variabel tumbuhan, misalnya diameter atau tinggi/panjang, dengan jumlah total biomasa atau karbon tumbuhan tersebut. Penelitian ini menunjukan bahwa untuk *M. peltata*, yang merupakan tumbuhan pemanjat, panjang tanaman adalah variabel yang dapat digunakan untuk menduga biomassa. Hasil studi ini juga menunjukkan bahwa area-area dengan kondisi vegetasi berbeda memiliki nilai NDVI (*normalized difference vegetation index*) yang berbeda. Namun, perbedaan antara area terpapar spesies invasif *M. peltata* dengan hutan sekunder tidak signifikan. Studi ini memberikan gambaran tambahan mengenai kemampuan lansekap hutan dengan berbagai tipe tutupan dalam melakukan penyerapan karbon, sehingga dapat memberikan masukan tambahan dalam pengelolaan hutan konservasi.

Kata Kunci: *Allometry*, *Merremia peltata*, biomassa tumbuhan, spesies invasif

Penulis untuk korespondensi, surel: y.yansen@ymail.com

PENDAHULUAN

Proses alami vegetasi hutan sebagai penyerap karbon menjadikan hutan menjadi bagian penting dari mitigasi perubahan iklim. Sebagai penyerap karbon, hutan dapat menyeimbangkan kesimbangan serapan dan lepasan karbon di atmosfir. Pada vegetasi, karbon dijadikan cadangan dalam bentuk biomassa (Gibbs *et al*., 2007; Keith *et al*., 2009).

Kehilangan tutupan pohon hutan tidak hanya mengurangi kemampuan hutan menyerap karbon, namun juga dapat menginisiasi perkembangan spesies invasif yang tak dikehendaki. Spesies invasif ini dapat mendominasi kawasan hutan. Konsekuensi dari dominannya spesies invasif ini adalah berkurangnya kesehatan tegakan hutan dan mengurangi tingkat keragaman jenis (Clavero dan Garcia-Berthou, 2005; Vila dan Weiner, 2004). Di samping itu, dampak yang belum dievaluasi adalah apakah dominasi spesies tumbuhan invasif juga mempengaruhi kemampuan hutan untuk menyerap karbon. Jika ya, maka ketika luasan ekspansi spesies invasif mencakup wilayah yang sangat luas, kemampuan ekosistem hutan untuk membantu mitigasi dampak perubahan iklim dapat terpengaruh.

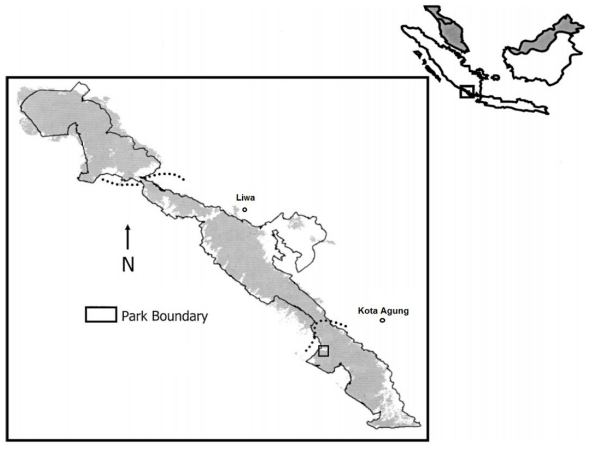
Permasalahan berkaitan dengan perkembangan spesies invasif akibat pembukaan hutan terjadi di kawasan konservasi Taman Nasional Bukit Barisan Selatan (TNBBS). Perkembangan tumbuhan liana Mantangan (*Merremia peltata*) telah mendominasi sekitar 8000 hektar kawasan TNBBS (TNBBS, 2011). Pertumbuhannya yang cepat membuat tumbuhan ini memiliki karakteristik utama untuk menjadi species dominan pada areal-areal terbuka yang ditinggalkan akibat kerusakan tegakan dan pada daerah tepi. Jika luas area dominasi ini semakin luas, maka tidak hanya konservasi biodiversitas yang terancam, tetapi konservasi karbon hutan juga terpengaruh.

Karena *M. peltata* merupakan spesies yang penting untuk ditangani dalam manajemen kawasan konservasi TNBBS, saat ini informasi tentang aspek-aspek ekologi tumbuhan ini telah dipelajari. Beberapa informasi yang telah dikaji meliputi aspek keinvasifan, aspek-aspek ekologi dan regenerasi tumbuhan serta ekofisologi (Yansen *et al*. 2015). Kajian tentang *carbon sequestration* lahan hutan terpapar spesies invasif ini akan melengkapi informasi dasar yang telah dikumpulkan. Informasi-informasi ini diharapkan dapat menjadi dasar keilmuan untuk penanganan dan manajemen spesies invasif di kawasan konservasi serta konservasi keanekaragaman jenis dan karbon hutan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui model *allometry* untuk menduga biomassa *M. Peltata* yang merupakan tumbuhan pemanjat invasif dan menganalisis tutupan lahan hutan terpapar *M. Peltata* dengan menggunakan citra landsat.

METODE PENELITIAN

Merremia peltata merupakan tumbuhan pemanjat yang berasal dari kawasan Pasifik. Spesies ini telah menjadi perhatian karena bersifat invasif di beberapa wilayah pasifik. *M. peltata* seringkali mendominasi daerah-daerah terbuka dan ekosistem hutan yang terdegradasi (Kirkham, 2004).

Penelitian ini dilakukan di Resort Pemerihan Taman Nasional Bukit Barisan Selatan yang berada di wilayah Provinsi Lampung (Gambar 1). Resort Pemerihan ini memiliki wilayah seluas 19.009 ha. Wilayah ini dipilih karena tumbuhan invasif *M. peltata* mulai terlihat mendominasi di beberapa area taman nasional di kawasan resort ini.



Gambar 1. Area Taman Nasional Bukit Barisan Selatan yang berada di Provinsi Lampung dan Bengkulu, Sumatera. Lokasi penelitian adalah di Resort Pemerihan (□).

Allometry yang digunakan untuk pendugaan kandungan biomasa atau karbon merupakan hubungan antara variabel tumbuhan, yakni diameter dan panjang, dengan jumlah total biomasa atau karbon yang terkandung dalam tumbuhan tersebut (Andalo *et al*. 2005; Manuri *et al*. 2011). Persamaan alometrik ini disusun dengan cara melakukan sampling yang sifatnya destruktif. Lima puluh (50) individu diambil sebagai sampel. Diameter dan panjang tumbuhan sampel kemudian diukur. Semua biomassa bagian atas *M. peltata*, yakni batang, cabang dan daun dibawa ke laboratorium dan dikeringkan pada suhu 80^0C selama 4 hari. Berat kering tumbuhan kemudian ditimbang. Untuk membangun model *allometry* digunakan analisis regresi berganda, dengan persamaan:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2$$

Dimana, *Y* adalah variabel terikat (*dependent variable*), yakni biomassa dan *X* adalah variabel bebas (*independent variable*) yang menjadi *predictor*. X_1 adalah diameter dan X_2 adalah panjang tumbuhan. Sedangkan *a* adalah intercept *Y* dan dan *b* adalah koefisien regresi. Tingkat signifikansi model diuji dengan menggunakan *F* test. Uji regresi berganda dan *F* test ini dilakukan dengan menggunakan program SPSS.

Area hutan yang terpapar spesies invasif mantangan ini juga dilakukan pemetaan dengan GPS (Garmin 76csx). Area disekitarnya yang berupa tutupan hutan dan area yang lebih terbuka juga dipetakan. Area-area yang dipetakan ini kemudian di-*overlay* dengan citra satelit.

Citra satelit tersebut kemudian dianalisis dengan menggunakan *The Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) untuk menguji apakah target yang diamati mempunyai vegetasi hidup hijau atau tidak (Carlson dan David, 1997; Pettorelli *et al*. 2005). Analisis NDVI ini didasarkan pada kenyataan bahwa tumbuhan hijau menyerap gelombang cahaya tertentu, yakni cahaya aktif untuk fotosintesis (400 – 700 nanometers). Daun akan merefleksi radiasi cahaya dalam rentang cahaya *near-infrared*. Padahal cahaya *near-infrared* ini membawa hampir setengah energi matahari. Karena itu biasanya tumbuhan biasanya agak gelap pada cahaya aktif fotosintesis dan lebih terang pada cahaya *near-infrared*. Dengan asumsi bahwa laju dan kemampuan penyerapan cahaya aktif fotosintesis dan perefleksian cahaya *near-infrared* tumbuhan berbeda-beda, maka mungkin didapatkan bentuk citra satelit yang agak berbeda untuk vegetasi dengan tutupan yang berbeda-beda. Karena itu, nilai NDVI untuk lahan yang terpapar spesies invasif *M. peltata* akan dibandingkan dengan nilai NDVI untuk tutupan hutan primer. NDVI ini akan dikalkulasikan dengan menggunakan formula:

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

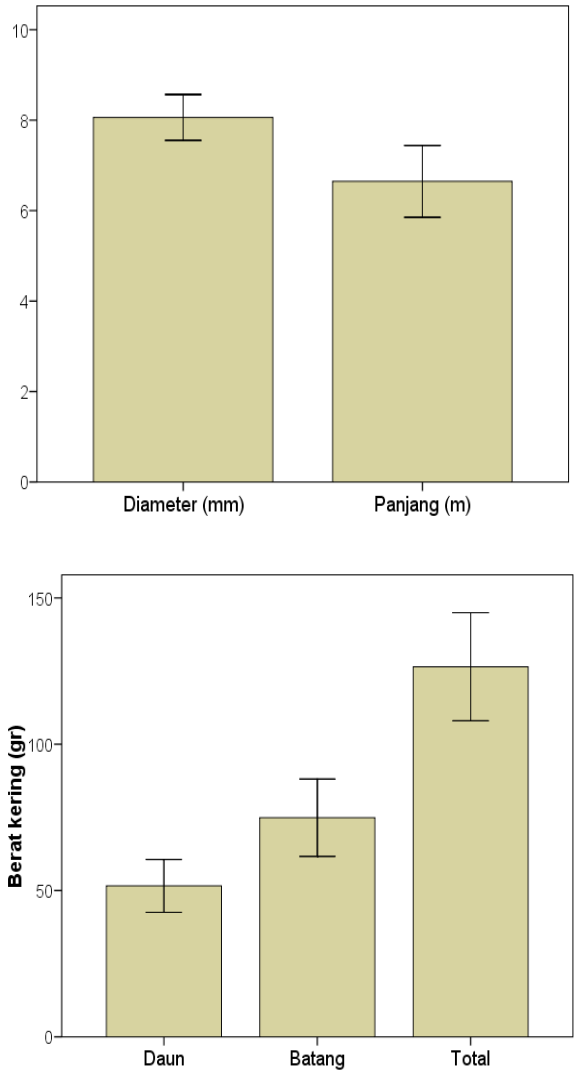
Dimana VIS dan NIR adalah pengukuran refleksi spektral yang didapatkan dari cahaya tampak (red) dan area *near-infrared.* Analisis NDVI ini dilakukan dengan menggunakan software ArcGIS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Di TNBBS, *M. peltata* ini mulai berkembang pada awal 1970-an. Saat ini, perkembangan tumbuhan ini diperkirakan telah mendominasi sekitar 8000 ha kawasan TNBBS (TNBBS, 2011). Pertumbuhannya yang cepat membuat tumbuhan ini memiliki karakteristik utama untuk menjadi spesies dominan pada areal-areal terbuka yang ditinggalkan akibat kerusakan tegakan dan pada daerah tepi. Ekspansi jenis tumbuhan ini memiliki konsekuensi ekologis bagi spesies tumbuhan lain dan habitat megafauna di TNBBS.

Di wilayah TNBBS, *M. peltata* ini sangat cepat berkembang. Dari analisis citra landsat, terlihat bahwa dalam kurun waktu 6 tahun, ada pertambahan area seluas lebih dari 600 ha yang didominasi oleh spesies ini. Pada tahun 2002, area yang didominasi oleh *M. peltata* adalah sekitar seluas 6.393 ha. Area ini menjadi sekitar 7.008 ha pada tahun 2008. Area kawasan konservasi TNNB yang didominasi oleh spesies ini diperkirakan akan terus bertambah.

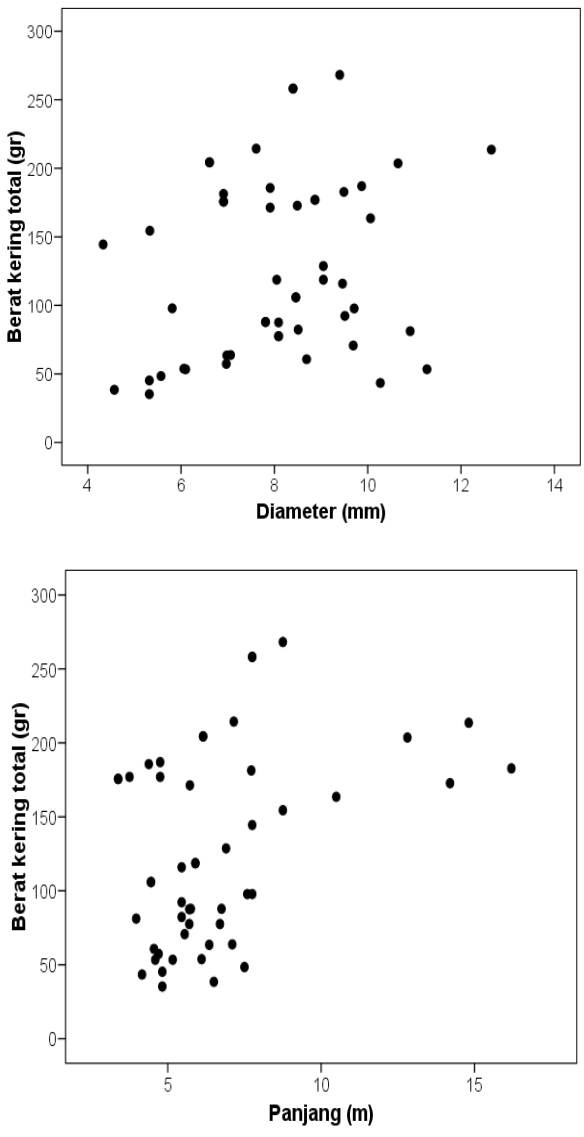
Rerata diameter *M. peltata* pada lokasi penelitian adalah 8,06 mm dan panjang 6.65 m. Berat kering total individu mencapai 126,48 gr per individu (Gambar 2). Pada penelitian sebelumnya, total basal area tumbuhan mantangan mencapai 8,84 cm^2 per 25 m^2 (Yansen *et al*., 2015). Dengan menggunakan interpolasi, maka total berat kering *M. peltata* per 25 m^2 (area 5 x 5 m) dapat mencapai 2192.32 gr.



Gambar 2 Rerata diameter, panjang dan berat kering individu *M. peltata*. Bar standar error yang ditampilkan adalah pada 95% interval kepercayaan.

Figure 2. The average values of diameter, length and dry weight of M. peltata individuals. The bar shows the 95% confidence interval

Analisis regresi berganda menunjukkan bahwa model pendugaan total biomassa berat kering menggunakan penduga diameter dan panjang individu adalah signifikan (*F*= 5,12; *P*= 0,01). Tapi, jika dilihat lebih detail, terlihat bahwa hanya koefisien penduga panjang individu yang memiliki nilai signifikan (*t*= 2,638; *P*= 0,01), sedangkan koefisien penduga diameter tidak signifikan (*t*= 1,108; *P*=0,274) (Gambar 3). Karena itu, hanya panjang individu yang dapat digunakan sebagai faktor penduga biomassa *M. peltata*.



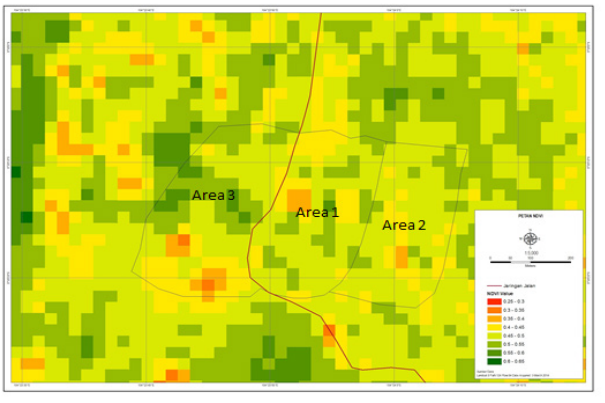
Gambar 3. Regrasi linier antara diameter dan panjang dengan berat kering individu *M. peltata*.

Figure 3. Linear regressions between diameter and length of M. Peltata individuals and its dry weight

Penyerapan karbon hutan memang bagian penting dari isu perubahan iklim saat ini (Dixon *et al*. 1994; Gibbs *et al*. 2007; Komiyama *et al*. 2005). Namun, dalam pemantauan karbon, estimasi dan dokumentasi kemampuan serapan dan emisi karbon dari sektor-sektor yang diamati harus dapat diukur secara jelas, dilaporkan dengan akurat dan dapat diverifikasi kebenarannya (Manuri *et al*., 2011). Dalam konteks hutan, kemampuan tipe-tipe hutan untuk menyerap karbon berbeda-beda. Berbagai bentuk vegetasi juga mempunyai cadangan akumulasi karbon yang beragam. Serapan dan cadangan karbon berbeda antara hutan primer, hutan sekunder berbagai umur, lahan agroforestri atau padang savana (Rahayu *et al*., 2011). Untuk mengetahui serapan karbon melalui model *allometry*, maka parameter yang diamati harus jelas dan akurat (Manuri *et al*., 2011). Dalam konteks *M. peltata* pada khususnya, dan tumbuhan pemanjat lainnya pada umumnya, maka variable diameter tidak bisa digunakan untuk menduga biomassa tumbuhan. Model *allometry* tumbuhan pemanjat harus berdasarkan pada panjang batang tumbuhan.

Hasil analisis NDVI (indeks vegetasi) citra landsat menunjukkan adanya pola berbeda antara area dengan kondisi vegetasi berbeda (Gambar 4). Namun area terpapar spesies invasif *M. peltata* pada penelitian ini tidak hanya terdiri dari spesies ini saja, tapi juga spesies lainnya terutama semak dan pohon yang belum terlalu besar. Rata-rata nilai NDVI untuk area yang dianalisis adalah 0,4749 untuk area terpapar spesies *M. peltata* (area 1), 0,4682 area anakan karet (area 2) dan 0,4842 untuk area hutan sekunder (area 3) (Gambar 4).

Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa daerah yang terpapar spesies *M. peltata* memiliki indeks vegetasi yang tidak berbeda nyata dengan hutan sekunder maupun kebun campuran (F= 5,035; P= 0.007). Sebaliknya nilai indeks vegetasi hutan campuran lebih besar dari nilai indeks vegetasi kebun campuran. Hasil ini menunjukkan bahwa indeks tutupan area yang terpapar spesies invasif dan hutan sekunder tidak berbeda secara nyata. Ini berarti bahwa serapan karbon dua area ini juga tidak jauh berbeda. Hal ini kemungkinan disebabkan karena area yang terpapar spesies invasif ini juga dipenuhi oleh vegetasi lain.



Gambar 4. Hasil analisis NDVI untuk area terpapar spesies *M. peltata* (area 1), area anakan karet (area 2) dan area hutan sekunder (area 3).

Figure 4. The NDVI analysis of M. peltata covered area (area 1), rubber plantation seedlings (area 2) and secondary forests (area 3)

SIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dalam membangun model *allometry* untuk pendugaan cadangan karbon *M. peltata,* maka variabel yang digunakan adalah panjang batang tumbuhan, bukan diameter. Hal ini juga dapat berlaku bagi tumbuhan pemanjat lainnya. Hasil analisis NDVI citra landsat area terpapar spesies invasif *M. peltata* tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dengan area hutan sekunder. Hal ini kemungkinan disebabkan karena area yang terpapar spesies invasif ini juga dipenuhi oleh vegetasi lain. Karena itu, analisis NDVI lanjutan perlu memasukkan area-area lain dengan kondisi vegetasi berbeda sehingga analisis berdasarkan citra landsat ini memang dapat berguna dan menggambarkan realitas lapangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Pendidikan Tinggi yang telah membiayai

penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada Balai Besar Taman Nasional Bukit Barisan Selatan yang telah mengizinkan kami memasuki wilayah kawasan konservasi ini untuk melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Andalo, J. C., Brown, S., Cairns, M. A, Chambers J. Q., Eamus, D., Fromard, F., Higuchi, N., Kira, T., Lescure, J. P., Nelson, B. W., Ogawa, H., Puig, H., Riera, B. and Yamakura, T. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia, 145: 87–99*

Carlson, T. N. and David A. N. 1997. On the relation between NDVI, fractional vegetation cover, and leaf area index. *Remote Sensing of Environment, 62: 241-252*

Clavero, M. and Garcıa-Berthou, E. 2005. Invasive species are a leading cause of animal extinctions. *Trends in Ecology and Evolution*, 20: 110

Dixon, R. K., Brown, S., Houghton, R. A., Solomon, A. M., Trexler, M. C. and Wisniewski. 1994. Carbon pools and flux of global forest ecosystems. *Science, 263: 185-191*

Gibbs, H. K., Brown, S., Niles, J. O. and Foley J. A. 2007. Monitoring and estimating tropical forest carbon stocks: making REDD a reality. *Environmental Research Letter, 2: 1-13*

Keith, H., Mackey, B. G. and Lindenmayer, D. B. 2009. Re-evaluation of forest biomass carbon stocks and lessons from the world's most carbon-dense forests. *PNAS, 106: 11635–11640*

Kirkham, W. S. 2004. Situating the Merremia Peltata Invasion in Samoa. *Geographical Review*, 94: 218-228

Komiyama, A., Poungparn, P. and Kato, S. 2005. Common allometric equations for estimating the tree weight of mangroves. *Journal of Tropical Ecology, 21:471–477*

Manuri, S., Putra, C.A.S. dan Saputra, A.D. 2011. Tehnik Pendugaan Cadangan Karbon Hutan. Merang REDD Pilot Project, German International Cooperation – GIZ. Palembang

Pettorelli, N., Vik, J. O., Mysterud, A., Gaillard, J. M., Tucker, C. J. and Stenseth, N. C. 2005. Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. *Trends in Ecology and Evolution*, 20: 503=510

Rahayu, S., Lusiana, B. dan van Noordwijk, M. 2011. Pendugaan cadangan karbon di atas permukaan tanah pada berbagai sistem penggunaan lahan di kabupaten nunukan, Kalimantan Timur. *Dalam* B. Lusiana, M. van Noordwijk & S. Rahayu (Eds). Cadangan karbon di Kabupaten Nunukan, Kalimantan Timur: monitoring secara spasial dan pemodelan. ICRAF. Bogor

TNBBS. 2011. Ancaman dan penanganan tanaman invasif species mantangan (*Merremia peltata*) di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan. Kota Agung.

Vila, M. and Weiner, J. 2004. Are invasive plant species better competitors than native plant species? evidence from pair-wise experiments. *Oikos*, 105: 229-238

Yansen, Wiryono, Deselina, Hidayat, M. F. and Depari, E. K. 2015. The expansion of *Merremia peltata* (l.) Merrill in fragmented forest of Bukit Barisan Selatan National Park enhanced by its ecophysiological attributes. Biotropia, *In Press*.