

**INDEKS NILAI PENTING DAN PENDUGAAN
KARBON TERSIMPAN PADA HUTAN PRIMER KARST
DI TAMAN NASIONAL BANTIMURUNG BULUSARAUNG
(Study Kasus Pada Resort Tondong Tallasa
Seksi Pengelolaan Taman Nasional Wilayah I Balocci
Kabupaten Pangkep)**

**IMPORTANT VALUE INDEX AND CARBON STAKE
PRESERVATION IN KARST PRIMARY FOREST
IN BANTIMURUNG BULUSARAUNG NATIONAL PARK
(Case Study at Tallasa Tondong Resort Section
Management of Regional I Balocci National Park Pangkep District)**

Much Syachrir^{*}), Siti Subaedah dan Ayu Kartini Parawansa

Fakultas Pertanian Universitas Muslim Indonesia Makassar
Jalan Urip Sumoharjo Km 5 Panakukang, Makassar 90231 Telp. (0411) 455666

*E-mail : chaken27@gmail.com

ABSTRACT

*The purpose of this research is to analyze the Important Value Index and Carbon Steady Estimation at Karst Primer Forest at Tondong Tallasa Resort Section Management of Balocci Regional National Park I Pangkep Regency Bantimurung Bulusaraung National Park which includes surface biomass (ISB). The research was conducted in April 2017 - June 2017 using a purposive sampling method, placing the plots on the selected Grid with parts that are considered to represent karst forests. The parts of the karst forest are considered to represent such a flat area, a broken aisle, slope with a few stones, slopes with many stones, and hills. The results showed that the highest value species of the species in the research area was dominated by species of *Syzygium acuminatissima* and *Dracontomelon dao* in flat primary forest, *Kleinhovia hospita* and *Alstonia scholaris*, *Pterocymbium tinctorium* and *Beilschmiedia gemmiflora* in the slopes of primary slopes of the slopes of the slopes, *Duabanga molucana* and *Garuga floribunda* in the main forest slopes of many rocks, *Duabanga molucana* and *Sterculia foetida* hillside. The mean average carbon stock reserve of 56.26 ± 9.52 ton / ha was 44.64 ± 8.87 ton / ha, in primary forest slope of slope of 52.12 ± 9.84 tons / ha, in primary forest slope of many stones 15.39 ± 3.06 tons / ha, and in primary forest of hillside 11.35 ± 2.26 tons / ha. The results showed that karst primary forest had carbon deposits ranging from 11.35 ± 2.26 to 56.26 ± 9.52 tons / ha.*

Keywords: Biomass over the surface, carbon deposits, ecosystems karst, Bantimurung Bulusaraung National Park.

PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara termasuk bagian ekosistem terkaya di dunia, sekaligus memberikan lapangan kerja dan pendapatan kepada jutaan penduduk Indonesia. Namun demikian, sumber daya hutan, kondisi sumber daya alam dan sumber daya air dan laut di negara ini,

lingkungan hidup di Indonesia telah mengalami tekanan hebat akibat berbagai kegiatan manusia (*anthropogenic*) di berbagai sektor yang berkontribusi baik langsung/tidak langsung terhadap pemanasan global.

Deforestasi dan perubahan tata guna lahan saat ini menyebabkan emisi karbondioksida (CO₂) sekitar 8-20% yang bersumber dari kegiatan manusia di tingkat global telah membuat deforestasi dan perubahan tata guna lahan menempati posisi kedua setelah pembakaran bahan bakar fosil sebagai penyebab emisi karbondioksida terbesar (Werf et. al., 2009 dan IPCC, 2007). Mengingat hutan berperan sangat penting tidak hanya sebagai penyimpan karbon, tetapi secara alami juga berfungsi sebagai penyerap karbon yang paling efisien di bumi (Manuri et. al., 2011) sekaligus menjadi sumber emisi gas rumah kaca pada saat tidak dikelola dengan baik. Sebagai salah satu negara berkembang yang memiliki hutan tropis terluas di dunia, Indonesia menjadi negara penting yang dapat mengurangi emisi dari deforestasi dan degradasi hutan, sekaligus melalui penyerapan karbon oleh hutan.

Vegetasi hutan tropis memiliki peran penting dalam perubahan iklim lokal dan global, serta fluktuasi karbon global (Dixon et al., 1994 dan IPCC, 1996). Biomassa merupakan tempat penyimpanan karbon dan disebut *carbon sink*. Dalam dunia tumbuhan dikenal dengan proses yang disebut fotosintesa, dimana daun memproses air dan hara mineral tanah dengan bantuan matahari menghasilkan karbohidrat dalam bentuk biomassa dan oksigen yang dilepaskan ke udara bebas. Aliran karbon dari atmosfer ke vegetasi merupakan aliran yang bersifat dua arah, yaitu pengikatan karbon ke dalam biomassa melalui fotosintesis dan pelepasan karbon ke atmosfer melalui proses dekomposisi dan pembakaran (Lasco, 2004).

Taman Nasional (TN) Bantimurung Bulusaraung ditunjuk sebagai Kawasan Konservasi berdasarkan Keputusan Menteri Kehutanan Nomor SK.398/Menhut-II/2004 tanggal 18 Oktober 2004 dan ditetapkan sebagai Kesatuan Pengelolaan Hutan Konservasi (KPHK) berdasarkan Keputusan Menteri Kehutanan Nomor : SK.717/Menhut-

II/2010 tanggal 29 Desember 2010 atau terkadang bergelombang (Darsono tentang Penetapan Wilayah Kesatuan *et al.*, 2008).

Pengelolaan Hutan Konservasi (KPHK) Kawasan Karst Maros-Pangkep Taman Nasional Bantimurung seluas ± 40.000 Ha merupakan bentang Bulusaraung di Kabupaten Maros, alam karst terluas kedua di dunia setelah Kabupaten Pangkajene Kepulauan dan bentang alam karst yang ada di China Kabupaten Bone, Provinsi Sulawesi bagian Selatan, dimana sekitar ± 20.000 Ha Kawasan Karst tersebut merupakan Selatan seluas ± 43.750 Ha. Surat Keputusan tersebut menjadi dasar dalam kawasan TN Bantimurung Bulusaraung. Kawasan tersebut ditunjuk sebagai penyelenggaraan konservasi sumber daya alam dan ekosistem TN Bantimurung Bulusaraung (Balai TN Babul, 2016). kawasan konservasi dengan pertimbangan keberadaan ekosistem

Kawasan Taman Nasional karst yang memiliki potensi sumberdaya Bantimurung Bulusaraung dibagi ke alam hayati dengan keanekaragaman dalam tiga tipe ekosistem utama, yaitu yang tinggi serta keunikan dan kekhasan ekosistem hutan di atas batuan karst gejala alam dengan fenomena alam (*forest over limestone*/hutan di atas batu yang indah. Bentang alam yang unik gamping) atau lebih dikenal dengan tersebut dapat dikembangkan sebagai nama ekosistem karst, ekosistem hutan laboratorium alam untuk pengembangan pegunungan bawah serta ekosistem ilmu pengetahuan dan pendidikan hutan hujan *non Dipterocarpaceae* konservasi alam serta kepentingan pamah. Batas ketiga tipe ekosistem ini ekowisata. Ekosistem karst tersebut sangat jelas karena hamparan batuan juga merupakan daerah tangkapan air (*catchment area*) bagi kawasan di karst yang berdinding terjal dengan bawahnya dan beberapa sungai penting puncak menaranya yang relatif datar, di Provinsi Sulawesi Selatan (Balai TN sangat berbeda dengan topografi dataran rendah yang mempunyai topografi datar Babul, 2016). Salah satu peranan Taman sampai berbukit, serta kondisi Nasional Bantimurung Bulusaraung ekosistem hutan pegunungan yang dalam konteks perubahan iklim adalah ditandai oleh bentuk relief yang terjal sebagai penyerap dan penyimpan

karbon berupa vegetasi hidup di dalam hutan melalui proses fotosintesis yang mampu menyerap gas CO₂ dan menyimpannya dalam bentuk biomassa. Sebagai konsekuensi, jika terjadi kerusakan hutan, kebakaran, pembalakan dan sebagainya akan menambah jumlah karbon di atmosfer.

Melihat pentingnya peranan Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung sebagai penyerap dan penyimpan karbon serta kurangnya data dan informasi terkait vegetasi dan kandungan karbon pada hutan primer karst sehingga perlu dilakukan penelitian tentang “***Indeks nilai penting dan pendugaan karbon tersimpan pada hutan primer karst di Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung***”.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu

Penelitian dilaksanakan pada tipe ekosistem karst di Resort Tondong Tallasa Seksi Pengelolaan Taman Nasional Wilayah I Balocci Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung, Kabupaten Pangkep, Provinsi Sulawesi Selatan. Penelitian ini dilaksanakan

mulai bulan April 2017 sampai dengan Juni 2017.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer meliputi diameter dan tinggi pohon, berat basah dan berat kering tumbuhan bawah, nekromassa, dan serasah untuk dicari nilai biomassa dan karbon tersimpan. Penentuan letak plot contoh pengukuran simpanan karbon dilakukan dengan menggunakan *purposive sampling*. Bagian-bagian hutan bukit kapur yang dianggap mewakili tersebut antara lain daerah datar, lorong patahan, lereng dengan sedikit batu, lereng dengan banyak batu, dan punggung bukit. Jumlah plot contoh sebanyak 50 plot dengan plot contoh masing-masing berukuran 20 m x 20 m (400 m²). Pengukuran biomassa pohon dilakukan dengan cara tidak merusak (*nondestructive*) dan untuk tumbuhan bawah dengan cara merusak (*destructive*).

Analisis Data

Indeks Nilai Penting (INP) digunakan untuk menetapkan komposisi jenis, dan dominansi suatu jenis di suatu tegakan (Soerianegara dan Indrawan, 2002).

$$\text{Diameter (d)} = \frac{\text{Keliling}}{\pi}$$

$$\text{Luas Bidang Dasar (LBD)} = \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$\text{Kerapatan (K)} =$$

$$\frac{\text{Jumlah individu suatu jenis}}{\text{Luas seluruh plot}}$$

$$\text{Kerapatan Relatif (KR)} =$$

$$\frac{\text{Kerapatan suatu jenis}}{\text{Kerapatan seluruh jenis}} \times 100\%$$

$$\text{Frekuensi (F)} =$$

$$\frac{\text{Jumlah plot ditemukan suatu jenis}}{\text{Jumlah seluruh plot}}$$

$$\text{Frekuensi (FR)} =$$

$$\frac{\text{Frekuensi suatu jenis}}{\text{Frekuensi seluruh jenis}} \times 100\%$$

$$\text{Dominansi (D)} = \frac{\text{Jumlah LBDS suatu jenis}}{\text{Luas seluruh plot}}$$

$$\text{Dominansi Relatif (DR)} =$$

$$\frac{\text{Dominansi suatu jenis}}{\text{Dominansi seluruh jenis}} \times 100\%$$

$$\text{Indeks Nilai Penting (INP)} = \text{KR} + \text{FR} + \text{DR}$$

Parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat keanekaragaman jenis adalah Indeks keanekaragaman Shannon – Wiener (H') (Ludwig & Reynold, 1988).

$$H' = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N}$$

Keterangan:

H' = Indeks Keanekaragaman
Shannon - Wiener

s = Jumlah jenis

n_i = Kerapatan jenis ke - i

N = Total kerapatan

Menurut Mason (1980), terdapat tiga kriteria dalam analisis indeks keanekaragaman jenis yaitu jika nilai $H' < 1$, maka termasuk kedalam kategori rendah, nilai $1 < H' < 3$, maka termasuk kedalam kategori sedang dan akan dimasukkan kedalam kategori tinggi bila $H' > 3$.

$$E = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Keterangan:

E = Indeks pemerataan jenis

H' = Indeks keanekaragaman
jenis

S = Jumlah jenis

Krebs (1985), menyatakan bahwa Indeks Kemerataan rendah apabila $0 < E < 0,5$ dan pemerataan tinggi apabila $0,5 < E < 1$.

Pendugaan biomassa dihitung dengan menggunakan persamaan allometrik $BK = 0,0509.p.DBH^2.T$ dan Hairiah dkk (2011), $BK = 0,25\pi.p.H(D^2)$.

Hairiah dkk (2011), menjelaskan bahwa terdapat persamaan lain yang dapat digunakan untuk menduga nilai biomassa tumbuhan bawah dan serasah, yaitu sebagai berikut:

$$s = \frac{\sqrt{s^2}}{n-1}$$

$$\text{Total BK} = \frac{\text{BKc sub contoh}}{\text{BBc sub contoh}} \times \text{Total BB}$$

Keterangan :

BK = Berat kering total.

BKc = Berat kering contoh.

BBc = Berat basah contoh.

BB = Berat basah total.

Nilai karbon tersimpan pada masing-masing tipe penutupan lahan dihitung dengan menggunakan faktor konversi karbon yang diacu dalam Lasco *et al* (2004), yaitu, Karbon tersimpan di hutan primer = biomassa x 50%.

Uji statistik terdiri dari penghitungan *standard deviation* (s), *standard error* (S_e) dan *coefficient of variation* (CV) (Avery dan Burkhart, dalam Manuri dkk., (2011). Penghitungan *standard deviation* (s) dilakukan dengan menggunakan persamaan:

$$s = \frac{\sqrt{\sum y^2 - (\sum y)^2 / n}}{n-1}$$

dimana y adalah nilai per plot dan $\bar{y}$ adalah nilai rata-rata potensi, sedangkan n adalah jumlah plot. Sedangkan *standard error* (S_e) dihitung dengan persamaan:

Selanjutnya selang kepercayaan dapat dihitung dengan cara:

Nilai rata-rata + t *(*standard error*) atau $\bar{y} + tS_e$ dimana nilai t digunakan angka 2. Persentase *standard error* dihitung dengan persamaan:

$$SE\% = \frac{tS_e}{\bar{y}} * 100$$

Untuk menghitung variasi antar plot (*Coefficient of Variation* - CV) dapat menggunakan persamaan:

$$CV\% = \frac{S_e * 100}{\bar{y}}$$

HASIL

Komposisi Jenis

Hutan primer datar memiliki jumlah jenis tingkat pohon diameter > 20 cm terbanyak yaitu 18 jenis, termasuk dalam 15 famili, sedangkan hutan primer lereng Sedikit batu memiliki jumlah jenis tingkat pohon diameter 5 - 20 cm terbanyak yaitu 22 jenis, termasuk dalam 17 famili.

Berdasarkan Tabel 1 menyajikan lima nilai INP pada tingkat pohon diameter > 20 cm yang terdiri dari jenis *Syzygium acuminatissima* mendominasi di hutan primer datar, jenis *Kleinhovia*

hospita mendominasi di hutan primer lorong patahan, jenis *Pterocymbium tinctorium* mendominasi di hutan primer lereng sedikit batu, jenis *Duabanga molucana* mendominasi di hutan primer lereng banyak batu dan hutan primer punggung bukit. 20 cm berkisar antara 2,01 - 2,43 termasuk dalam kategori keanekaragaman jenis sedang. Nilai indeks keanekaragaman tertinggi untuk tingkat pohon diameter 5 - 20 cm terdapat pada plot hutan primer lereng sedikit batu dengan nilai sebesar 2,86

Tabel 2 menyajikan lima nilai INP pada tingkat pohon diameter 5 – 20 yang terdiri dari jenis *Dracontomelon dao* merupakan jenis yang kerap ditemukan atau dominan . Pada hutan primer lorong patahan, jenis *Alstonia scholaris* merupakan jenis dominan dengan nilai INP tertinggi. Pada hutan primer lereng sedikit batu, jenis *Beilschmiedia gemmiflora* jenis yang dominan, sedangkan pada hutan primer lereng banyak batu *Garuga floribunda* jenis yang dominan dan hutan primer punggung bukit jenis *Sterculia foetida* merupakan jenis yang dominan. termasuk dalam kategori keanekaragaman jenis sedang. Sedangkan, pada plot hutan lainnya dari tingkat pohon diameter 5 - 20 cm berkisar antara 2,07 - 2,38 termasuk dalam kategori keanekaragaman jenis sedang.

Tabel 4 menyajikan bahwa Pohon yang berdiameter > 20 cm memberikan sumbangan yang cukup berarti terhadap total BAP berkisar 11,18 - 95,49 ton/ha atau 43,63 – 84, 86%. Sedangkan pohon yang berdiameter antara 5 - 20 cm hanya berkisar 6,73 - 15,55 ton/ha atau 10,90 – 37,22%.

Tabel 3 menyajikan Nilai indeks keanekaragaman tertinggi untuk tingkat pohon diameter > 20 cm terdapat pada plot hutan primer lereng sedikit batu dengan nilai sebesar 2,71 termasuk dalam kategori keanekaragaman jenis sedang. Sedangkan, pada plot hutan lainnya dari tingkat pohon diameter > Tabel 5 menunjukkan bahwa plot hutan primer datar memiliki total BAP dan simpanan karbon tertinggi dibandingkan BAP dan simpanan karbon pada plot hutan lainnya. Adapun total BAP pada plot hutan primer datar adalah 112,52 ± 19,05 ton/ha,

sedangkan total simpanan karbonnya adalah $56,26 \pm 9,52$ ton/ha. Biomassa yang diukur dalam penelitian ini adalah biomassa atas permukaan (BAP) atau above ground biomass (AGB) yaitu tingkat pohon diameter > 20 cm, tingkat pohon diameter 5 - 20 cm, nekromassa, tumbuhan bawah dan serasah

Pada Tabel 6 menunjukkan hutan lahan kering pada hutan bukit kapur memiliki simpanan karbon berkisar $20,10 \pm 3,03$ - $63,55 \pm 9,63$ ton/ha lebih rendah dibandingkan dengan hutan lahan kering bukan pada hutan bukit kapur

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis vegetasi dapat diketahui Indeks Nilai Penting (INP) jenis tumbuhan tertinggi pada berbagai tingkat pohon di lokasi penelitian, menyajikan lima nilai INP tertinggi pada tingkat pohon diameter > 20 cm berdasarkan karakteristik morfologi ekosistem karst

Hutan primer datar memiliki jumlah jenis tingkat pohon diameter > 20 cm terbanyak yaitu 18 jenis, termasuk dalam 15 famili, sedangkan hutan primer lereng Sedikit batu

memiliki jumlah jenis tingkat pohon diameter 5 - 20 cm terbanyak yaitu 22 jenis, termasuk dalam 17 famili. Tingginya kadar kalsium dan magnesium, banyaknya variasi topografi, kandungan air permukaan yang relatif sedikit, serta lapisan tanah yang umumnya tipis menyebabkan hanya beberapa jenis tumbuhan yang mampu hidup dan mendominasi di ekosistem karst (Roemantyo dan Noerdjito, 2006).

Pada tingkat pohon diameter > 20 cm, Jenis *Syzygium acuminatissima* mendominasi di hutan primer datar, jenis *Kleinhovia hospita* mendominasi di hutan primer lorong patahan, jenis *Pterocymbium tinctorium* mendominasi di hutan primer lereng sedikit batu, jenis *Duabanga molucana* mendominasi di hutan primer lereng banyak batu dan hutan primer punggung bukit. Sedangkan pada tingkat pohon diameter 5 - 20 cm hutan primer datar, jenis *Dracontomelon dao* merupakan jenis yang kerap ditemukan atau dominan. Pada hutan primer lorong patahan, jenis *Alstonia scholaris* merupakan jenis dominan dengan nilai INP tertinggi. Pada hutan primer lereng sedikit batu,

jenis *Beilschmiedia gemmiflora* jenis yang dominan, sedangkan pada hutan primer lereng banyak batu *Garuga floribunda* jenis yang dominan dan hutan primer punggung bukit jenis *Sterculia foetida* merupakan jenis yang dominan.

Nilai indeks keanekaragaman tertinggi untuk tingkat pohon diameter > 20 cm terdapat pada plot hutan primer lereng sedikit batu dengan nilai sebesar 2,71 termasuk dalam kategori keanekaragaman jenis sedang. Sedangkan, pada plot hutan lainnya dari tingkat pohon diameter > 20 cm berkisar antara 2,01 - 2,43 termasuk dalam kategori keanekaragaman jenis sedang. Nilai indeks keanekaragaman tertinggi untuk tingkat pohon diameter 5 - 20 cm terdapat pada plot hutan primer lereng sedikit batu dengan nilai sebesar 2,86 termasuk dalam kategori keanekaragaman jenis sedang. Sedangkan, pada plot hutan lainnya dari tingkat pohon diameter 5 - 20 cm berkisar antara 2,07 - 2,38 termasuk dalam kategori keanekaragaman jenis sedang.

Nilai indeks kemerataan pada semua plot penelitian dari tingkat pohon

diameter > 20 cm berkisar antara 0,84 - 0,97 dan nilai indeks kemerataan dari tingkat pohon diameter 5 - 20 cm berkisar antara 0,81 - 0,93. Dari nilai-nilai tersebut dapat dikategorikan bahwa nilai kemerataan pada semua plot penelitian termasuk dalam kategori tinggi.

Tingkat kemerataan jenis pada berbagai plot penelitian dari tingkat pohon diameter > 20 dan tingkat pohon diameter 5 - 20 cm tergolong tinggi (E > 0,6). Nilai indeks kemerataan jenis akan tergolong tinggi atau maksimal apabila kelimpahan individu pada tiap jenis hampir sama (Ludwig & Reynold 1988). Penambahan jenis pada suatu komunitas, terutama jenis yang memiliki nilai individu yang rendah dapat berpengaruh signifikan terhadap nilai indeks kemerataan jenis (E) (Ludwig & Reynold, 1988). Nilai indeks kemerataan jenis tertinggi terdapat di plot hutan primer punggung bukit pada tingkat pohon diameter > 20 dan plot hutan primer lereng sedikit batu pada tingkat pohon diameter 5 - 20 cm.

Total BAP dan simpanan karbon pada plot hutan primer datar tertinggi dibandingkan pada plot hutan lainnya yaitu $112,52 \pm 19,05$ ton/ha, sedangkan total simpanan karbonnya adalah $56,26 \pm 9,52$ ton/ha. Sebaran kelas diameter pohon merupakan parameter yang berperan penting dalam menentukan Total BAP dan simpanan karbon di beberapa plot penelitian. Pohon yang berdiameter > 20 cm memberikan sumbangan yang cukup berarti terhadap total BAP berkisar 11,18 - 95,49 ton/ha atau 43,63 – 84, 86%. Sedangkan pohon yang berdiameter antara 5 - 20 cm hanya berkisar 6,73 - 15,55 ton/ha atau 10,90 – 37,22%. Selain itu, kerapatan kayu jenis-jenis yang mendominasi lokasi penelitian juga mempengaruhi Total BAP dan simpanan karbon umumnya terdiri dari jenis *Syzygium acuminatissima* dan *Dracontomelon dao* di hutan primer datar, *Kleinhovia hospita* dan *Rita Alstonia scholaris* di hutan primer lorong patahan, *Pterocymbium tinctorium* dan *Beilschmiedia gemmiflora* di hutan primer lereng sedikit batu, *Duabanga molucana* dan *Garuga floribunda* di hutan primer lereng banyak batu,

Duabanga molucana dan *Sterculia foetida* di hutan primer punggung bukit.

Tumbuhan menyerap karbon dari udara dan mengkonversinya menjadi senyawa organik melalui proses fotosintesis. Hasil fotosintesis digunakan untuk pertumbuhan secara vertikal dan horizontal. Semakin besarnya diameter pohon disebabkan oleh penyimpanan biomassa hasil konversi karbon yang semakin bertambah besar seiring dengan semakin banyaknya karbon yang diserap pohon tersebut. Secara umum hutan dengan *net growth* (pohon-pohon yang sedang berada dalam fase pertumbuhan) mampu menyerap lebih banyak karbon, sedangkan hutan dewasa dengan pertumbuhan yang kecil menahan dan menyimpan persediaan karbon tetapi tidak dapat menyerap karbon secara ekstra (Retnowati, 1998).

Cadangan karbon pada suatu sistem penggunaan lahan dipengaruhi oleh jenis vegetasinya. Suatu sistem penggunaan lahan yang terdiri dari pohon dengan spesies yang mempunyai nilai kerapatan kayu tinggi, biomasnya akan lebih tinggi bila dibandingkan dengan lahan yang mempunyai spesies

dengan nilai kerapatan kayu rendah (Hairiah & Rahayu, 2007).

Berdasarkan penelitian yang telah dipublikasikan. Hutan bukit kapur dicirikan dengan keanekaragaman jenis pohon yang lebih kecil dibandingkan dengan hutan dataran rendah, meskipun jumlah jenis diperkirakan kurang lebih sama, hal ini disebabkan karena tingginya kadar kalsium dalam tanah yang tidak dapat ditahan berbagai pohon (Whitten *et al.*, 1987). Selanjutnya Anwar *et al* dalam Achmad (2011), menginformasikan bahwa vegetasi hutan bukit kapur mempunyai ciri-ciri: kepadatan pohon yang relatif rendah, luas bidang dasar yang relatif kecil, ketinggian pohon umumnya rendah, banyak pohon dengan diameter kecil, yakni berkisar 10 - 20 cm, total biomassa rendah, dan tidak terdapat famili maupun jenis yang dominan, hal ini kemungkinan disebabkan kedalaman tanah yang relatif dangkal.

Kesalahan standar (*standard error*) untuk hutan primer datar sebesar 16,93%, hutan primer lorong patahan sebesar 19,86%, hutan primer lereng sedikit batu sebesar 18,89%, hutan primer lereng banyak batu sebesar

19,87% dan hutan primer punggung bukit sebesar 19,88%. Kesalahan dalam penghitungan biomassa dan karbon hutan terjadi pada saat pengukuran di lapangan dan penggunaan alometrik yang berbeda. Selain itu, Laumonier *et al* (2010), menyatakan bahwa jumlah dan ukuran plot contoh juga memberikan pengaruh terhadap tingkat akurasi penghitungan. Berdasarkan GOFC-GOLD (2010), batasan *standard error* yang diharapkan dalam pengukuran karbon berkisar antara 0% sampai 20%. Dengan demikian, *standard error* pengukuran biomassa untuk hutan bukit kapur sesuai dengan rentang standar yang ditetapkan tersebut.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan antara lain:

1. Indeks Nilai Penting jenis tumbuhan tertinggi pada lokasi penelitian didominasi oleh jenis Jambu-jambu (*Syzygium acuminatissima*) dan Rao (*Dracontomelon dao*) di hutan primer datar, Paliasa (*Kleinhovia*

- hospita*) dan Rita (*Alstonia scholaris*) di hutan primer lorong patahan, Gammi (*Pterocymbium tinctorium*) dan Puca (*Beilschmiedia gemmiflora*) di hutan primer lereng sedikit batu, Maralikeng (*Duabanga molucana*) dan Mapala (*Garuga floribunda*) di hutan primer lereng banyak batu, Maralikeng (*Duabanga molucana*) dan Kalumpang (*Sterculia foetida*) di hutan primer punggung bukit.
2. Rerata total simpanan karbon hutan primer datar sebesar $56,26 \pm 9,52$ ton/ha, pada hutan primer lorong patahan sebesar $44,64 \pm 8,87$ ton/ha, pada hutan primer lereng sedikit batu sebesar $52,12 \pm 9,84$ ton/ha, pada hutan primer lereng banyak batu sebesar $15,39 \pm 3,06$ ton/ha, dan pada hutan primer punggung bukit sebesar $11,35 \pm 2,26$ ton/ha. Hasil penelitian menunjukkan hutan primer karst memiliki simpanan karbon berkisar $11,35 \pm 2,26 - 56,26 \pm 9,52$ ton/ha.
- Pangkep Sulawesi Selatan. Gunung Sewu Indonesian Cave and Karst Journal 2(1): 17-25.
- Achmad A. (2006). Sebaran Jenis Tumbuhan Pada Empat Fasies Batuan Karbonat di Kawasan Karst Maros-Pangkep Sulawesi Selatan. *Gunung Sewu Indonesian Cave and Karst Journal* 2(2): 105-112.
- Achmad A. (2011). *Rahasia Ekosistem Hutan Bukit Kapur*. Surabaya : Brilian International.
- Center for International Forestry Research. (2009). *Apakah itu? Pedoman CIFOR Tentang Hutan, Perubahan Iklim dan REDD*. Bogor: CIFOR.
- Global Observation of Forest and Land Cover Dynamics. (2010). *Reducing greenhouse gas emissions from deforestation and degradation in developing countries: a sourcebook of methods and procedures for monitoring, measuring and reporting*. *GOFC-GOLD Report version COP14-2*. GOFC GOLD Project Office, Natural Resources Canada, Alberta, Canada: vii + 203 hlm.
- Hairiah K. & Rahayu S. (2007). *Pengukuran 'Karbon Tersimpan' di Berbagai Macam Penggunaan Lahan*. Bogor. World Agroforestry Centre – ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya, Indonesia.
- Hairiah K., Ekadinata A., Sari RR. & Rahayu S. (2011). *Pengukuran Cadangan Karbon dari tingkat lahan ke bentang lahan*. Bogor. World Agroforestry Centre –

DAFTAR PUSTAKA

Achmad, A. 2006. Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Bermanfaat Di Kawasan Karst Maros –

- ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya, Indonesia.
- Krebs C.J.(1985). *Ecology the Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Third Edition. New York.
- Lasco RD., Pulhin FB., Roshetko JM. & Banactila MRN. (2004). *LULUCF Climate Change Mitigation Project in the Philippines: a Primer*. World Agroforestry Centre. Southeast Asia Regional Research Programme.
- Laumonier Y., Edin A., Kanninen M. & Munandar A.W. (2010). Landscape scale variation in the structure and biomass of the hill dipterocarp forest of Sumatra: Implications for carbon stock assessments. *Forest Ecology and Management* 259: 505–513.
- Ludwig JA. & Reynold JF. (1988). *Statistical Ecology*. New York: John Wiley and Sons.
- Manuri S., Putra C.A.S. & SaputraA.D. (2011). *Tehnik Pendugaan Cadangan Karbon Hutan*. Merang REDD Pilot Project, German International Cooperation – GIZ. Palembang: x + 91 hlm.
- Mason C. F. (1980). *Ecology*. Second Edition. New York : Longman Inc.
- Retnowati E. (1998). *Kontribusi Hutan Tanaman Eucalyptus grandis Maiden sebagai Rosot Karbon di Tapanuli Utara*. Buletin Penelitian Hutan 611. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam. Bogor.
- Roemantyo & Noerdjito M. (2006). *Keanekaragaman Flora Kawasan Karst di Indonesia*. Maryanto I, Noerdjito M, Rosichon U, editor. Bogor (ID): LIPI Pr.
- Soerianegara I. & Indrawan A. (2002). *Ekologi Hutan Indonesia*. Bogor: Laboratorium Ekologi Hutan, Fakultas Kehutanan IPB.
- Whitten J.A., Mustafa M. & Henderson G.S. (1987). *Ekologi Sulawesi*. (Diterjemahkan oleh Gembong Tjittrosoepomo). Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

Tabel 1. Lima nilai indeks nilai penting (INP) tertinggi pada tingkat pohon diameter > 20 cm berdasarkan karakteristik morfologi ekosistem karst.

Jenis (Nama Ilmiah)	Indeks Nilai Penting (%)				
	HPD	HPLP	HPLSB	HPLBB	HPPB
<i>Alstonia scholaris</i>	-	58,75	17,55	-	42,48
<i>Antiaris toxicaria</i>	-	-	18,43	-	-
<i>Casearia greviaefolia</i>	-	-	-	35,33	-
<i>Dracontomelon dao</i>	41,80	-	-	-	-
<i>Duabanga molucana</i>	-	-	-	57,28	70,33
<i>Ficus variegata</i>	-	-	17,64	-	-
<i>Ficus sp.3</i>	43,91	-	-	-	-
<i>Ficus sp.4</i>	-	16,51	-	-	-
<i>Garuga floribunda</i>	-	-	-	28,82	42,04
<i>Kleinhovia hospita</i>	-	77,43	-	-	-
<i>Laportea stimulans</i>	32,94	56,66	40,44	-	-
<i>Melia azedarach</i>	-	-	-	40,34	-
<i>Pterocarpus indicus</i>	14,50	-	-	-	-
<i>Pterocymbium tinctorium</i>	-	-	49,15	55,90	-
<i>Sterculia foetida</i>	-	-	-	-	44,21
<i>Syzygium acuminatissima</i>	65,80	16,40	-	-	-
<i>Ziziphus angustifolius</i>	-	-	-	-	40,40

Keterangan:

- HPD = Hutan Primer Datar
HPLP = Hutan Primer Lorong Patahan
HPLSB = Hutan Primer Lereng Sedikit Batu
HPLBB = Hutan Primer Lereng Banyak Batu
HPPB = Hutan Primer Punggung Bukit

Tabel 2. Lima nilai indeks nilai penting (INP) tertinggi pada tingkat pohon diameter 5 - 20 cm berdasarkan karakteristik morfologi ekosistem karst.

Jenis (Nama Ilmiah)	Indeks Nilai Penting (%)				
	HSD	HPLP	HPLSB	HPLBB	HPPB
<i>Aglaia tomentosa</i>	-	-	23,64	-	-
<i>Alstonia scholaris</i>	-	71,73	-	-	-
<i>Beilschmiedia gemmiflora</i>	-	-	48,30	-	-
<i>Canthium glabrum</i>	55,82	-	-	-	-
<i>Diospyros sp.2</i>	-	38,57	-	-	-
<i>Dracontomelon dao</i>	78,57	-	-	-	-
<i>Dracaena angustifolia</i>	-	-	-	-	60,51
<i>Duabanga molucana</i>	-	-	-	28,55	18,65
<i>Erythrina subumbrans</i>	-	-	-	-	28,17
<i>Ficus sp.2</i>	-	-	-	54,71	-
<i>Garuga floribunda</i>	-	-	-	74,13	20,14
<i>Leea aquata</i>	34,36	-	35,16	-	-
<i>Melia azedarach</i>	25,05	-	-	-	-
<i>Melicope confusa</i>	-	-	23,54	-	-
<i>Polyscias nodosa</i>	-	54,80	22,56	-	-
<i>Pometia Pinnata</i>	-	26,29	-	-	-
<i>Pterocymbium tinctorium</i>	-	-	-	25,34	-
<i>Psychotria montana</i>	-	26,22	-	-	-
<i>Sterculia foetida</i>	-	-	-	35,68	78,24
<i>Syzygium acuminatissima</i>	46,20	-	-	-	-

Keterangan:

HPD = Hutan Primer Datar
HPLP = Hutan Primer Lorong Patahan
HPLSB = Hutan Primer Lereng Sedikit Batu
HPLBB = Hutan Primer Lereng Banyak Batu
HPPB = Hutan Primer Punggung Bukit

Tabel 3. Indeks keanekaragaman dan kemerataan tingkat pohon diameter > 20 cm dan tingkat pohon diameter 5 - 20 cm pada plot penelitian berdasarkan karakteristik morfologi Ekosistem Karst.

No.	Karakteristik Morfologi	Indeks	Pohon Diameter > 20 cm	Pohon Diameter 5 - 20 cm
1	Hutan Primer Datar	H'	2,43	2,07
		E'	0,84	0,90
2	Hutan Primer Lorong Patahan	H'	2,07	2,11
		E'	0,90	0,91
3	Hutan Primer Lereng Sedikit Batu	H'	2,71	2,86
		E'	0,95	0,93
4	Hutan Primer Lereng Banyak Batu	H'	2,15	2,30
		E'	0,93	0,81
5	Hutan Primer Punggung Bukit	H'	2,01	2,38
		E'	0,97	0,84

Keterangan:

H' = Indeks Keanekaragaman ($H' < 1$ = rendah; $1 < H' < 3$ = sedang; $H' > 3$ = tinggi)
E' = Indeks Kemerataan ($0 < E < 0,5$ = rendah; $0,5 < E < 1$ = tinggi)

Tabel 4. Biomassa tingkat pohon (P) diameter > 20 cm, tingkat pohon diameter 5 - 20 cm, nekromassa (N), tumbuhan bawah (TB) dan serasah (S) berdasarkan karakteristik morfologi ekosistem karst.

Karakteristik Morfologi	P (ton/ha)		N (ton/ha)	TB (ton/ha)	S (ton/ha)	
	D > 20 cm	D 5 - 20 cm			Daun	Ranting
Hutan Primer Datar	95,49	12,26	2,15	0,69	0,90	1,03
Hutan Primer Lorong Patahan	66,19	12,84	6,77	0,78	1,47	1,25
Hutan Primer Lereng Sedikit Batu	68,76	15,55	16,88	0,75	1,21	1,09
Hutan Primer Lereng Banyak Batu	13,43	11,46	2,90	1,21	0,90	0,88
Hutan Primer Punggung Bukit	11,18	6,73	0,73	2,10	0,98	0,98

Tabel 5. Biomassa di atas permukaan (BAP) dan simpanan karbon berdasarkan karakteristik morfologi ekosistem karst.

Karakteristik Morfologi	Rerata Total BAP $\pm$ SE (ton/ha)	Rerata Total Simpanan Karbon $\pm$ SE (ton/ha)
Hutan Primer Datar	112,52 $\pm$ 19,05	56,26 $\pm$ 9,52
Hutan Primer Lorong Patahan	89,29 $\pm$ 17,74	44,64 $\pm$ 8,87
Hutan Primer Lereng Sedikit Batu	104,23 $\pm$ 19,69	52,12 $\pm$ 9,84
Hutan Primer Lereng Banyak Batu	30,78 $\pm$ 6,11	15,39 $\pm$ 3,06
Hutan Primer Punggungan Bukit	22,70 $\pm$ 4,51	11,35 $\pm$ 2,26

Keterangan:

BAP = Biomassa atas permukaan

SE = Standard Error

Tabel 6. Publikasi simpanan karbon (pohon, tumbuhan bawah, nekromassa dan serasah) untuk lahan kering di Sulawesi.

No.	Tipe Hutan	Lokasi	Simpanan Karbon (ton/ha)
1	Hutan lahan kering dataran rendah primer	Cagar Alam Kalaena ¹	77,19
2	Hutan lahan kering dataran tinggi primer	Cagar Alam Faruhumpenai ²	135,20
3	Hutan lahan kering dataran rendah sekunder	Hutan dataran rendah Lingua, Taman Nasional Bogani Nani Wartabone ³	274,13
4	Hutan lahan kering dataran tinggi sekunder	Hutan dataran tinggi Maelang, Taman Nasional Bogani Nani Wartabone ³	220,79

Sumber: ¹BBKSDA Sulsel (2010); ²BBKSDA Sulsel (2013); ³Wahyuni *et al.* (2012).