

**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)***

Tesis

Untuk memenuhi sebagian persyaratan

Mencapai derajat Magister

Program Studi Magister Agroekoteknologi



**MUCH SYACHRIR
NIM. 0007.08.12.2015**

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS MUSLIM INDONESIA
MAKASSAR
2017**

Tesis

**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)**

**MUCH SYACHRIR
0007.08.12.2015**

telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji
pada tanggal **30 September 2017**
dan telah diperbaiki

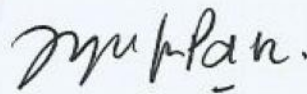
Komisi Pembimbing

Ketua,

Anggota,

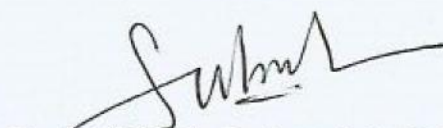


Dr. Ir. Hj. St. Subaedah, MS.



Dr. Ir. Ayu K. Parawansa, MP.

Makassar,
Program Studi Magister Agroekoteknologi
Ketua,



Dr. Ir. Hj. St. Subaedah, MS.

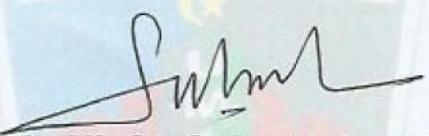
**INDEKS NILAI PENTING DAN PENDUGAAN KARBON
TERSIMPAN PADA HUTAN PRIMER KARST
DI TAMAN NASIONAL BANTIMURUNG
BULUSARAUNG
(Study Kasus Pada Resort Tondong Tallasa Seksi Pengelolaan
Taman Nasional Wilayah I Balocci Kabupaten Pangkep)**

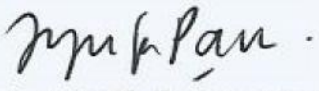
MUCH SYACHRIR
0007.08.12.2015

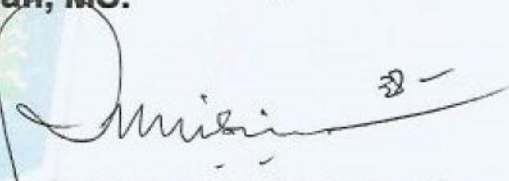
telah diujikan pada tanggal **30 September 2017**
dan dinyatakan memenuhi syarat

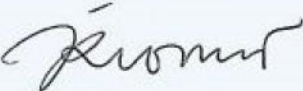
Susunan Tim Penguji

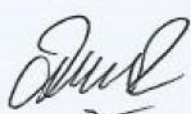
Ketua


Dr. Ir. Hj. St. Subaedah, MS.


Dr. Ir. Ayu K. Parawansa, MP.


Dr. Ir. H. Amir Tjoneng, MS.


Dr. Ir. Nirwana Jufri, MS.


Dr. Ir. Aminah Muchdar, MS.

Makassar, **20 FEB 2018**
Program Pascasarjana UMI
Direktur,



Prof. Dr. H. Basri Modding, SE., M.Si.

ABSTRAK

Much Syachrir. 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*) dibimbing oleh **St. Subaedah** dan **Ayu Kartini Parawansa**.

Penelitian ini bertujuan menganalisis Indeks Nilai Penting dan Pendugaan Karbon Tersimpan Pada Hutan Primer Karst di Resort Tondong Tallasa Seksi Pengelolaan Taman Nasional Wilayah I Balocci Kabupaten Pangkep Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung yang mencakup biomassa atas permukaan (BAP). Penelitian dilaksanakan pada bulan April 2017 - Juni 2017 dengan menggunakan metode *purposive sampling*, yaitu menempatkan plot pada Grid terpilih dengan bagian-bagian yang dianggap mewakili hutan karst. Bagian-bagian hutan karst yang dianggap mewakili tersebut antara lain daerah datar, lorong patahan, lereng dengan sedikit batu, lereng dengan banyak batu, dan punggung bukit. Hasil penelitian menunjukkan Indeks Nilai Penting jenis tumbuhan tertinggi pada lokasi penelitian didominasi oleh jenis *Syzygium acuminatissima* dan *Dracontomelon dao* di hutan primer datar, *Kleinhovia hospita* dan *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. Sedangkan 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.

Kata kunci: Biomassa atas permukaan, simpanan karbon, ekosistem karst, Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung.

ABSTRACT

Much Syachrir. 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) guided by **St. Subaedah and Ayu Kartini Parawansa.**

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.

KATA PENGANTAR

Bismillahir Rahmanir Rahim

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah S.W.T., atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul “Analisis Komposisi Jenis dan Potensi Simpanan Karbon Pada Ekosistem Karst Di Resort Tondong Tallasa Seksi Pengelolaan Taman Nasional Wilayah I Balocci Kabupaten Pangkep Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung “. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Pertanian pada Program Studi Agroekoteknologi, Program Pascasarjana Universitas Muslim Indonesia Makassar.

Selama melaksanakan penelitian dan penulisan tesis ini, penulis banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Dr. Ir. Hj. St. Subaedah, MS dan Dr. Ir. Ayu K. Parawansa, MP selaku komisi pembimbing, yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis dari awal penulisan proposal hingga penyelesaian tesis ini. Ungkapan kata yang paling dalam yang dapat disampaikan hanya ucapan terimakasih yang tak terhingga, semoga ilmu yang diberikan dapat penulis amalkan dan bermanfaat;

2. Dr. Ir. H. Amir Tjoneng, MS dan Dr. Ir. Nirwana Jufri, MP serta Dr. Ir. Aminah Muchdar, MP selaku penguji yang telah membantu penulis dalam memperbaiki dan menyempurnakan penulisan tesis ini, semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan;
3. Dr. Ir. Hj. St. Subaedah, MS selaku Ketua Program Studi Magister Agroekoteknologi, Program Pascasarjana Universitas Muslim Indonesia Makassar;
4. Bapak Kepala Balai Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung Ir. Sahdin Zunaidi, M.Si dan seluruh jajarannya, terkhusus Bang Jeck dan Bang Usman yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis selama pengumpulan dan pengolahan data lapangan;
5. Seluruh rekan seperjuangan mahasiswa Program Studi Magister Agroekoteknologi, Program Pascasarjana Universitas Muslim Indonesia Makassar Angkatan XII, atas bantuan dan kerjasamanya;
6. Seluruh Dosen dan Karyawan Program Studi Magister Agroekoteknologi, Program Pascasarjana Universitas Muslim Indonesia Makassar atas bantuannya;
7. Semua pihak yang telah membantu penulis dan tidak dapat disebutkan satu persatu namanya baik secara moril maupun materil.

Secara khusus penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada kedua orang tua penulis, yang telah membesarkan dan membimbing hingga dewasa. Kepada isteri tercinta, Aisyah Caronge yang telah mendampingi penulis dengan sabar, mendoakan penulis agar diberi kemudahan dan diridhoi oleh Allah S.W.T. Kepada ananda tercinta, Aulia Minsah dan Muh Syafiq yang menjadi inspirasi dan penyemangat selama penyusunan tesis ini, serta seluruh keluarga besar penulis atas dukungannya.

Akhirnya, semoga bantuan yang telah diberikan, mendapat balasan oleh Allah S.W.T. dan dinilai sebagai amal ibadah. Penulis menyadari tulisan ini masih jauh dari sempurna, untuk itu masukan, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Penulis berharap semoga karya ini bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya.

Makassar, September 2017

Much Syachrir

DAFTAR ISI

Teks	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.4. Manfaat Penelitian	6
II. TINJUAN PUSTAKA	
2.1. Taman Nasional	7
2.2. Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung	10
2.3. Kawasan Hutan Karst	15
2.4. Komposisi Jenis dan Vegetasi	17
2.5. Biomassa dan Karbon Tersimpan	20
2.6. Karbon Tersimpan Pada Berbagai Tipe Penutupan Lahan ..	22
2.7. Kajian Peneliti Terdahulu	24
III. KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS	
3.1. Kerangka Konseptual	27
3.2. Hipotesis	30
IV. METODE PENELITIAN	
4.1. Lokasi dan Waktu	31
4.2. Alat dan Bahan	33
4.3. Pengumpulan Data	33
4.4. Analisis Data	37
V. HASIL DAN PEMBAHASAN	
5.1. Komposisi Jenis	42
5.1.1. Indeks Nilai Penting	54
5.1.2. Indeks Keanekaragaman dan Indeks Kemerataan	56

5.2. Potensi Simpanan Karbon.....	59
5.2.1. Biomassa Atas Permukaan dan Simpanan Karbon	59
5.2.2. Uji Nilai Akurasi Pengukuran Biomassa.....	63
 VI. PENUTUP	
6.1. Kesimpulan	65
6.2. Saran	66
 DAFTAR PUSTAKA.....	67

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Parameter–parameter biomassa dan nekromassa di atas permukaan tanah dan metode pengukurannya	22
2.	Karbon tersimpan di berbagai tipe penutupan lahan di beberapa lokasi penelitian	23
3.	Hasil-hasil Penelitian Terdahulu	24
4.	Ukuran dan jumlah plot contoh pengukuran simpanan karbon pada hutan Ekosistem Karst.....	34
5.	Beberapa persamaan alometrik untuk menduga nilai Biomassa tersimpan	39
6.	Sebaran plot penelitian berdasarkan karakteristik morfologi hutan Ekosistem Karst.....	42
7.	Jenis tumbuhan yang ditemukan pada seluruh plot penelitian.....	42
8.	Jenis dan famili diameter > 20 cm yang ditemukan pada seluruh plot penelitian.....	44
9.	Jenis dan famili diameter 5 - 20 cm yang ditemukan pada seluruh plot penelitian.....	45
10.	Jenis dan famili diameter > 20 cm yang ditemukan pada Hutan Primer Datar.....	47
11.	Jenis dan famili diameter 5 - 20 cm yang ditemukan pada Hutan Primer Datar.....	48
12.	Jenis dan famili diameter > 20 cm yang ditemukan pada Hutan Primer Lorong Patahan.....	48
13.	Jenis dan famili diameter 5 - 20 cm yang ditemukan pada Hutan Primer Lorong Patahan.....	49
14.	Jenis dan famili diameter > 20 cm yang ditemukan pada Hutan Primer Lereng Sedikit Batu.....	49

15. Jenis dan famili diameter 5 - 20 cm yang ditemukan pada Hutan Primer Lereng Sedikit Batu.....	50
16. Jenis dan famili diameter > 20 cm yang ditemukan pada Hutan Primer Lereng Banyak Batu.....	51
17. Jenis dan famili diameter 5 - 20 cm yang ditemukan pada Hutan Primer Lereng Banyak Batu.....	51
18. Jenis dan famili diameter > 20 cm yang ditemukan pada Hutan Primer Punggung Bukit.....	52
19. Jenis dan famili diameter 5 - 20 cm yang ditemukan pada Hutan Primer Punggung Bukit.....	53
20. Lima nilai indeks nilai penting (INP) tertinggi pada tingkat pohon diameter > 20 cm berdasarkan karakteristik morfologi hutan Ekosistem Karst.....	54
21. Lima nilai indeks nilai penting (INP) tertinggi pada tingkat pohon diameter 5 - 20 cm berdasarkan karakteristik morfologi hutan Ekosistem Karst.....	55
22. Indeks keanekaragaman dan pemerataan tingkat pohon diameter > 20 cm dan tingkat pohon diameter 5 - 20 cm pada plot penelitian berdasarkan karakteristik morfologi hutan Ekosistem Karst.....	57
23. Biomassa tingkat pohon (P) diameter > 20 cm, tingkat pohon diameter 5 - 20 cm, nekromassa (N), tumbuhan bawah (TB) dan serasah (S) berdasarkan karakteristik morfologi hutan Ekosistem Karst.....	59
24. Biomassa di atas permukaan (BAP) dan simpanan karbon berdasarkan karakteristik morfologi hutan Ekosistem Karst.....	60
25. Publikasi simpanan karbon (pohon, tumbuhan bawah, nekromassa dan serasah) untuk lahan kering di sulawesi	62

Lampiran

26.	Jumlah individu (N), luas bidang dasar (LBD), kerapatan relatif (KR), frekuensi relatif (FR), dominansi relatif (DR), indeks nilai penting (INP), keanekaragaman jenis (H') dan kemerataan jenis (E) pada plot penelitian	72
27.	Biomassa, simpanan karbon dan uji akurasi pada plot penelitian	75

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Kerangka pikir penelitian potensi simpanan karbon pada hutan bukit kapur di TN Bantimurung Bulusaraung.....	29
2.	Sketsa plot contoh untuk pengukuran biomassa	34

Lampiran

1.	Peta Kawasan TN Bantimurung Bulusaraung	80
2.	Peta Sebaran Plot Penelitian.....	81
3.	Keadaan Plot Penelitian	82

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perserikatan Bangsa-Bangsa (UN/*United Nations*) menyatakan bahwa perubahan iklim adalah tantangan besar berskala global. Untuk itu, melalui *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC), PBB berusaha menginisiasi semua usaha penanggulangan perubahan iklim oleh komunitas internasional, dan memastikan bahwa semua bagian dari sistem PBB berkontribusi terhadap usaha ini. Laporan dari *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), sebuah badan ilmiah antar-pemerintah di bawah naungan PBB, menekankan bahwa perubahan iklim telah sangat berdampak nyata terhadap kehidupan manusia. Isu perubahan iklim (*climate change*) bahkan terus muncul dan menjadi topik pembicaraan serius di banyak kesempatan baik di level lokal/nasional/regional maupun internasional, karena dampaknya telah langsung dirasakan oleh berbagai negara di dunia, termasuk negara negara tropis seperti Indonesia.

Indonesia adalah salah satu negara dengan tingkat keanekaragaman hayati tertinggi di dunia. Sumber daya hutan, sumber daya air dan laut di negara ini, termasuk bagian ekosistem terkaya di dunia, sekaligus memberikan lapangan kerja dan pendapatan kepada jutaan penduduk Indonesia. Namun demikian, kondisi sumber daya alam dan 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 rosot karbon (*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 tentang Penetapan Wilayah Kesatuan Pengelolaan Hutan Konservasi (KPHK) Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung di Kabupaten Maros, Kabupaten Pangkajene Kepulauan dan Kabupaten Bone, Provinsi Sulawesi Selatan seluas $\pm$ 43.750 Ha. Surat Keputusan tersebut menjadi dasar dalam penyelenggaraan konservasi sumber daya alam dan ekosistem TN Bantimurung Bulusaraung (Balai TN Babul, 2016).

Kawasan Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung dibagi ke dalam tiga tipe ekosistem utama, yaitu ekosistem hutan di atas batuan karst (*forest over limestone*/hutan di atas batu gamping) atau lebih dikenal dengan nama ekosistem karst, ekosistem hutan pegunungan bawah serta ekosistem hutan hujan *non Dipterocarpaceae* pamah. Batas ketiga tipe ekosistem ini sangat jelas karena hamparan batuan karst yang berdinding terjal dengan puncak menaranya yang relatif datar, sangat berbeda dengan topografi dataran rendah yang mempunyai topografi datar sampai berbukit, serta kondisi ekosistem hutan pegunungan yang ditandai oleh bentuk relief yang terjal atau terkadang bergelombang (Darsono *et al.*, 2008).

Kawasan Karst Maros-Pangkep seluas ± 40.000 Ha merupakan bentang alam karst terluas kedua di dunia setelah bentang alam karst yang ada di China bagian Selatan, dimana sekitar ± 20.000 Ha Kawasan Karst tersebut merupakan kawasan TN Bantimurung Bulusaraung. Kawasan tersebut ditunjuk sebagai kawasan konservasi dengan pertimbangan keberadaan ekosistem karst yang memiliki potensi sumberdaya alam hayati dengan keanekaragaman yang tinggi serta keunikan dan kekhasan gejala alam dengan fenomena alam yang indah. Bentang alam yang unik tersebut dapat dikembangkan sebagai laboratorium alam untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan pendidikan konservasi alam serta kepentingan ekowisata. Ekosistem karst tersebut juga merupakan daerah tangkapan air (*catchment area*) bagi kawasan di bawahnya dan beberapa sungai penting di Provinsi Sulawesi Selatan (Balai TN Babul, 2016). Salah satu peranan Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung dalam konteks perubahan iklim adalah sebagai penyerap dan penyimpan karbon berupa vegetasi hidup di dalam hutan melalui proses fotosintesis yang mampu menyerap gas CO_2 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”***.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana indeks nilai penting penyusun vegetasi hutan primer karst di TN Bantimurung Bulusaraung;
2. Bagaimana potensi simpanan karbon pada vegetasi hutan primer karst di TN Bantimurung Bulusaraung yang mencakup karbon di atas permukaan tanah.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis indeks nilai penting penyusun vegetasi hutan primer karst di TN Bantimurung Bulusaraung.
2. Menganalisis besarnya potensi simpanan karbon pada vegetasi hutan primer karst di TN Bantimurung Bulusaraung yang mencakup karbon di atas permukaan tanah.

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini dapat dijadikan basis data (*baseline*) yang menggambarkan kondisi indeks nilai penting vegetasi dan simpanan karbon pada hutan primer karst di Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung yang mencakup karbon di atas permukaan tanah dan dapat menjadi bahan acuan dalam pembuatan kebijakan tentang pengelolaan, perlindungan serta pelestarian hutan primer karst bagi Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Taman Nasional

Menurut Undang-Undang No. 5 Tahun 1990 tentang konservasi sumberdaya alam dan ekosistemnya, Kawasan Pelestarian Alam adalah kawasan dengan ciri khas tertentu, baik di darat maupun di perairan yang mempunyai fungsi perlindungan sistem penyangga kehidupan, pengawetan, keanekaragaman hayati, serta pemanfaatan secara lestari sumberdaya alam hayati dan ekosistemnya. Sedangkan taman nasional adalah kawasan pelestarian alam yang mempunyai ekosistem asli, dikelola dengan sistem zonasi yang dimanfaatkan untuk tujuan penelitian, ilmu pengetahuan, pendidikan, menunjang budidaya, pariwisata dan rekreasi alam.

Sedangkan menurut *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) dalam Anwar (2005), Taman Nasional didefinisikan sebagai kawasan alam berupa daratan dan atau laut, yang dirancang untuk : (a) melindungi integritas ekologi antara satu atau lebih ekosistem untuk kepentingan masa sekarang hingga masa yang akan datang; (b) mengurangi eksploitasi dan penempatan secara minimal bagi kepentingan tujuan pembentukannya; (c) menyediakan bahan-bahan bagi ilmu pengetahuan, budaya, pendidikan, rekreasi, dimana lingkungan dan budaya berjalan secara serasi.

Peraturan Pemerintah No. 28 tahun 2011, menyatakan bahwa kriteria suatu wilayah dapat ditunjuk dan ditetapkan sebagai kawasan Taman Nasional meliputi:

- a. memiliki sumberdaya alam hayati dan ekosistem yang khas dan unik yang masih utuh dan alami serta gejala alam yang unik;
- b. memiliki satu atau beberapa ekosistem yang masih utuh;
- c. mempunyai luas yang cukup untuk menjamin kelangsungan proses ekologis secara alami; dan
- d. merupakan wilayah yang dapat dibagi ke dalam zona inti, zona pemanfaatan, Zona Rimba dan/atau zona lainnya sesuai dengan keperluan.

MacKinnon *et. al.* (1993) mengemukakan bahwa Taman Nasional adalah kawasan pelestarian alam yang luas, relative tidak terganggu, mempunyai nilai alam yang spesifik dengan kepentingan pelestarian tinggi, potensi obyek rekreasi yang besar, mudah dicapai dan mempunyai manfaat yang jelas bagi wilayah tersebut. Sementara IUCN (1994) merumuskan bahwa Taman Nasional adalah areal yang cukup luas, dimana ada satu atau beberapa ekosistem tidak berubah oleh kegiatan eksploitasi atau pemilikan lahan spesies flora dan fauna, kondisi geomorfologi dan habitatnya memiliki nilai lansekap alam dengan keindahan tinggi.

Definisi lain dikemukakan oleh Alvarez dalam Anwar (2005), menyatakan bahwa Taman Nasional adalah suatu kawasan yang ditetapkan terutama untuk melindungi dan mempreservasi pemandangan indah, tumbuh-tumbuhan dan satwa liar yang khas pada tingkat nasional untuk dapat dimanfaatkan dan dinikmati oleh masyarakat luas. Sedangkan menurut Blower (1976), Taman Nasional merupakan kawasan yang relative luas berisi ekosistem atau lansekap menarik, yang tidak terganggu oleh kegiatan eksploitasi atau pemukiman manusia, dikelola sedemikian rupa untuk melindungi dan mengawetkan integritas lingkungan alam yang dimiliki semaksimal mungkin, tetapi pada batas-batas tertentu terbuka bagi pengunjung.

Taman Nasional merupakan suatu kawasan konservasi di darat dan di laut yang mempunyai keaslian, kekhasan dan keanekaragaman flora, fauna, ekosistemnya dan atau geomorfologi/keindahan alam/budaya/arkeologi; yang secara keseluruhan memiliki atau menyangkut kepentingan nasional dan internasional dan dikelola berdasarkan sistem zonasi untuk tujuan pengawetan/perlindungan, penelitian/ilmu pengetahuan, pendidikan, dan rekreasi/pariwisata (Lembaga Penelitian IPB Bogor dalam Anwar 2005).

Berdasarkan Undang-Undang No. 5 tahun 1990, tentang konservasi sumberdaya alam hayati dan ekosistemnya, disebutkan bahwa kawasan Taman Nasional dikelola dengan sistem zonasi yang terdiri dari zona inti, zona pemanfaatan dan zona lain sesuai dengan keperluan. Ketiga zona tersebut merupakan standar yang dimiliki oleh

taman nasional. Penataan zona memberikan batasan-batasan terhadap zona yang boleh dimanfaatkan maupun tidak boleh diganggu sama sekali. Zona Taman Nasional adalah wilayah di dalam kawasan Taman Nasional yang dibedakan menurut fungsi dan kondisi ekologi, sosial dan budaya masyarakat. Pedoman zonasi Taman Nasional dimasukkan sebagai acuan bagi pengelola kawasan Taman Nasional dalam melaksanakan penataan zona yang bertujuan untuk mewujudkan sistem pengelolaan Taman Nasional yang efektif dan optimal sesuai dengan fungsinya.

2.2 Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung

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 dengan luas kawasan 43.750 Ha. Kegiatan pengelolaan kawasan telah diimplementasikan secara efektif sejak tahun 2007 seiring dengan terbentuknya organisasi pengelola berdasarkan Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI Nomor : P.7/Menlhk/Setjen/OTL.0/1/2016 tanggal 29 Januari 2016 tentang Organisasi dan Tata Kerja Unit Pelaksana Teknis Taman Nasional.

Berdasarkan Peraturan Menteri tersebut, Balai TN Bantimurung Bulusaraung bertugas melakukan penyelenggaraan konservasi sumber daya alam hayati dan ekosistemnya dan pengelolaan kawasan taman nasional berdasarkan peraturan perundang-undangan. Dalam penyelenggaraan tugas tersebut Balai TN Bantimurung Bulusaraung melaksanakan fungsi sebagai berikut :

- 1) Inventarisasi potensi, penataan kawasan dan penyusunan rencana pengelolaan;
- 2) Perlindungan dan pengamanan kawasan;
- 3) Pengendalian dampak kerusakan sumber daya alam hayati;
- 4) Pengendalian kebakaran hutan;
- 5) Pengembangan dan pemanfaatan jenis tumbuhan dan satwa liar untuk kepentingan non komersial;
- 6) Pengawetan jenis tumbuhan dan satwa liar beserta habitatnya serta sumberdaya genetik dan pengetahuan tradisional di dalam kawasan;
- 7) Pengembangan dan pemanfaatan jasa lingkungan;
- 8) Evaluasi kesesuaian fungsi, pemulihan ekosistem dan penutupan kawasan;
- 9) Penyediaan data dan informasi, promosi dan pemasaran konservasi sumber daya alam dan ekosistemnya;
- 10) Pengembangan kerjasama dan kemitraan bidang konservasi sumberdaya alam dan ekosistemnya;
- 11) Pengembangan bina cinta alam serta penyuluhan konservasi sumberdaya alam dan ekosistemnya;

12)Pemberdayaan masyarakat di dalam dan sekitar kawasan; dan

13)Pelaksanaan urusan tata usaha dan rumah tangga serta kehumasan.

Dalam rangka mewujudkan pengelolaan kawasan hutan yang efektif dan efisien, TN Bantimurung Bulusaraung menetapkan resort pengelolaan wilayah yang merupakan jabatan non struktural sebanyak 7 Resort, yang terdiri dari Resort Balocci, Resort Minasate'ne, Resort Tondong Tallasa pada Seksi Pengelolaan Taman Nasional Wilayah I, Kabupaten Pangkep dan Resort Bantimurung Leang-Leang, Resort Pattunuang Karaenta, Resort Camba dan Resort Mallawa pada Seksi Pengelolaan Taman Nasional Wilayah II, Kabupaten Maros.

Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung ditunjuk sebagai kawasan konservasi untuk kepentingan perlindungan, pengawetan dan pelestarian ekosistem karst di Kabupaten Maros dan Pangkep serta konservasi keanekaragaman hayati yang terlingkup di dalamnya. Emban tugas tersebut berkaitan erat dengan tercapainya tiga sasaran konservasi, yaitu: (1) Perlindungan sistem penyangga kehidupan; (2) Pengawetan sumber-sumber plasma nutfah; serta (3) Pemanfaatan secara lestari sumber daya alam hayati dan ekosistemnya. Pengelolaan taman nasional juga berkaitan erat dengan pencapaian multi manfaat dari segi ekonomi, sosial serta terutama manfaat ekologi.

Secara umum, kondisi fisik kawasan TN Bantimurung Bulusaraung bervariasi dari datar, bergelombang, berbukit sampai dengan bergunung. Bagian kawasan yang bergunung terletak pada sisi Timur Laut kawasan atau terletak pada Pegunungan Bulusaraung di Kecamatan Mallawa

Kabupaten Maros dan Gunung Bulusaraung sendiri di Kecamatan Balocci Kabupaten Pangkep. Puncak tertinggi terletak pada ketinggian 1.565 m.dpl di sebelah Utara Pegunungan Bulusaraung. Puncak Gunung Bulusaraung sendiri terletak pada ketinggian 1.315 m.dpl. Sisi ini dicirikan oleh kenampakan topografi relief tinggi, bentuk lereng yang terjal dan tekstur topografi yang kasar.

Daerah perbukitan dicirikan oleh bentuk relief dan tekstur topografi halus sampai sedang, bentuk lereng sedang sampai rendah, bentuk bukit yang tumpul dengan lembah yang sempit sampai melebar. Daerah perbukitan ini dapat dikelompokkan ke dalam perbukitan intrusi, perbukitan sedimen dan perbukitan karst. Kawasan dengan topografi dataran dicirikan oleh bentuk permukaan lahan yang datar sampai sedang dan sedikit bergelombang, relief rendah dan tekstur topografi halus. Bentuk permukaan seperti ini banyak dijumpai di antara perbukitan karst yang berbentuk menara.

Kawasan TN Bantimurung Bulusaraung tersusun atas beberapa formasi geologi. Formasi yang didasarkan pada ciri-ciri litologi dan dominasi batuan tersebut antara lain adalah: Formasi Balang Baru, Batuan Gunung api Terpropilitkan, Formasi Mallawa, Formasi Tonasa, Formasi Camba, Batuan Gunungapi Formasi Camba, Batuan Gunungapi Baturape-Cindako, Batuan Terobosan, dan Endapan Aluvium. Pada Bukit kapur Maros-Pangkep terdapat dua jenis tanah yang kaya akan Kalsium dan Magnesium, yaitu:

1. **Rendolls**, dengan ciri warna kehitaman karena kandungan bahan organik yang tinggi. Ditemukan pada dasar lembah lereng yang landai, terutama di bagian Selatan batu kapur Maros.
2. **Eutropepts**, merupakan turunan dari inceptisol. Umumnya ditemukan pada daerah dengan kelerengan yang terjal dan di puncak bukit kapur. Tanah ini sangat dangkal dan berwarna terang.

Batuan kapur dikenal memiliki porositas yang tinggi, namun tidak mampu melepaskan air selain mengalirkannya dalam bentuk aliran bawah tanah melalui lorong/celah batuan. Dengan formasi geologi utama berupa batuan kapur, kawasan TN Bantimurung-Bulusaraung merupakan *catchment area* bagi beberapa sungai besar di Sulawesi Selatan.

Berdasarkan pembagian tipe ekosistem alami yang ada di Indonesia dan Sulawesi (mengikuti Sastrapradja dkk dan Whitten dkk), kawasan TN Bantimurung Bulusaraung dibagi ke dalam tiga tipe ekosistem utama, yaitu ekosistem hutan pada batuan gamping (*forest over limestone*) atau lebih dikenal dengan nama ekosistem karst, ekosistem hutan hujan non dipterocarpaceae pamah, serta ekosistem hutan pegunungan bawah.

Pada kawasan TN Bantimurung Bulusaraung, terdapat dua lokasi ekosistem karst yang saling terpisah, yaitu di wilayah Maros - Pangkep pada bagian barat taman nasional, dan di ujung Utara, yakni di wilayah Mallawa. Para ahli geologi membedakan kedua kelompok karst ini, yakni yang pertama dikenal dengan kelompok Pangkajene dan yang kedua disebut kelompok pegunungan bagian timur. Kedua lokasi ini merupakan

wilayah penyebaran vegetasi bukit karst dan lainnya merupakan areal penyebaran vegetasi hutan dataran rendah.

Tingginya kandungan kalsium dan magnesium dari batuan kapur yang mendominasi areal karst di wilayah tersebut, menyebabkan terbatasnya jenis-jenis tumbuhan yang dapat hidup pada ekosistem tersebut. Achmad (2011) melakukan penelitian vegetasi pada empat tipe habitat, yakni daerah puncak, tebing, lereng dan lorong patahan di wilayah yang dulu merupakan areal Taman Wisata Alam Gua Pattunuang. Ia melaporkan adanya variasi jenis yang menyusun kelompok vegetasi pada keempat tipe habitat tersebut. Bahkan ada jenis yang ditemukan sangat spesifik berdasarkan tempat tumbuhnya.

2.3 Kawasan Hutan Karst

Kawasan Karst adalah bentang alam, yang secara khusus berkembang pada batuan yang mudah larut, utamanya batuan karbonat, karena proses karstifikasi yang berjalan selama ruang dan waktu geologi. Secara umum bentang alam karst dibedakan antara morfologi permukaan (*eksokarst*) dan morfologi bawah permukaan (*endokarst*). Morfologi permukaan antara lain kubah-kubah dengan berbagai bentuk, dolina, uvala, dan polje. Sedangkan morfologi bawah permukaan sering dijumpai adalah gua, saluran, terowongan dan sungai bawah tanah. Karst adalah jenis batuan gamping yang telah mengalami proses pembusukan sisa-sisa tumbuhan di atasnya. Pembentukan fisiografis secara umum berupa bukit-bukit dengan besar dan ketinggian yang beragam. Ciri khas bentang ala

mini selain perbukitan, adanya dekokan/cekungan dengan berbagai ukuran. Pengasatan permukaan yang terganggu, serta gua dan system pengasatan bawah tanah.

Hutan karst 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.*, (1984) 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.

Achmad (2011) menjelaskan bahwa jenis-jenis tumbuhan yang khas di hutan bukit kapur juga dijumpai di kawasan Karst Maros-Pangkep. Komunitas tumbuhan tersebut dikelompokkan pada enam tipe habitat yang didasarkan pada topografi di hutan bukit kapur Gua Pattunuang (bagian selatan areal Karst Maros-Pangkep), yakni habitat lereng atas, lereng bawah, punggung bukit, bukit sisa, lorong patahan dan tebing. Jenis-jenis ini hanya ditemukan pada habitat lereng atas adalah *Cinnamomum celebica*, *Pandanus* sp., dan *Pangium edule*. Jenis-jenis yang khusus menghuni habitat lereng bawah yakni *Arenga pinnata*, *Celastraceae*, *Eugenia argirocalix*, *Glochidion rubrum*, *Homalanthus* sp.,

Lansium domesticum, *Litsea ascendens*, *Lophopetalum* sp., dan *Sondaricum coetjape*. Jenis yang khusus menghuni habitat punggung bukit yakni *Beilsmeddia gemmiflora* dan ada empat jenis yang khusus menghuni habitat bukit sisa, *Arthocarpus insice*, Liliaceae, *Palaquium* sp., dan Simarubaceae. Jenis-jenis yang khusus menghuni habitat lorong patahan yakni *Evodia* sp., *Nothophoebe* sp., dan *Myristica inners*. Sedangkan jenis-jenis yang khusus menghuni habitat tebing yakni *Buchanania arborescens*, *Antidesma* sp., *Cratoxylon* sp., *Diospyros* sp., *Elaeocarpus* sp., Malvaceae, *Mangifera* sp., *Melastoma malabatricum*, *Nauclea orientalis*, *Premna populifolia*, *Rhus* sp., *Timonius* sp., *Zizypus* sp., dan *Vitex pubescens*.

2.4 Komposisi Jenis dan Vegetasi

Komposisi jenis adalah susunan dan jumlah jenis pada suatu tumbuhan. Komposisi jenis bisa bersifat homogen bisa juga bersifat heterogen. Lahan yang memiliki komposisi jenis yang homogen artinya pada lahan tersebut baik pekarangan maupun hutan didominasi kira-kira 90 % jenis yang sama, sehingga terlihat seragam. Keadaan seperti ini dalam suatu tegakan biasa disebut dengan tegakan murni, sedangkan apabila tersusun atas jenis-jenis yang beragam disebut tegakan campuran (heterogen). Komposisi jenis merupakan kumpulan dari beberapa vegetasi (Spuur dan Barnes, 1980).

Vegetasi merupakan kumpulan tumbuh-tumbuhan yang hidup dalam suatu wilayah yang tersusun atas berbagai jenis dengan kelimpahan relatifnya. Vegetasi di suatu wilayah dapat dilukiskan dengan berbagai cara baik struktur kelimpahan, kepadatan dan lain-lainnya. Vegetasi adalah susunan dari spesies tumbuh-tumbuhan dan unit lain yang berbeda dari berbagai kelompok yang berbeda-beda yang tumbuh bersama-sama di alam (Polunin, 1960). Menurut Soetikno (1990), vegetasi menggambarkan perpaduan berbagai jenis tumbuhan di suatu wilayah atau daerah. Suatu tipe vegetasi menggambarkan suatu daerah dari segi penyebaran tumbuhan yang ada baik secara ruang maupun waktu. Suatu tipe vegetasi kadang kala dibagi lagi menjadi menjadi beberapa komunitas yang dominan disebut sosiasi yaitu sekumpulan beberapa jenis tumbuhan yang tumbuh bersama-sama disuatu lingkungan. Struktur vegetasi terdiri dari Stratifikasi secara vertikal yang merupakan diagram profil yang melukiskan lapisan pohon, tiang, sapihan, semai dan herba penyusun vegetasi, Sebaran Horison jenis-jenis penyusun yang menggambarkan letak dari suatu individu terhadap suatu jenis komunitas. Kelimpahan suatu jenis dari komunitas. Struktur vegetasi dibentuk oleh komposisi jenis pohon penyusun suatu kawasan hutan. Struktur vegetasi merupakan organisasi individu dalam ruang yang membentuk suatu tegakan yang merupakan perluasan dari tipe vegetasi atau asosiasi tumbuhan (Edris, soeseno, 1987).

2.5 Perubahan Iklim

Perubahan iklim secara harfiah adalah iklim yang berubah akibat suhu global rata-rata meningkat. Peningkatan emisi gas rumah kaca tersebut di atmosfer, khususnya CO₂, telah memerangkap suhu panas di atmosfer bumi. Hal tersebut berdampak pada sistem cuaca global yang menyebabkan segala sesuatu mulai dari curah hujan yang tak terduga hingga gelombang panas yang ekstrim. Bumi telah melalui periode pemanasan dan pendinginan yang terkait dengan perubahan iklim berkali-kali. Hal yang saat ini menjadi perhatian utama dan disetujui oleh para ilmuwan adalah bahwa proses pemanasan yang terjadi jauh lebih cepat daripada yang telah dilakukan sebelumnya, dan bahwa pemanasan yang cepat disebabkan oleh peningkatan tingkat emisi buatan manusia.

Praktik industri merupakan penyumbang terbesar di balik pemanasan global, disamping itu tuntutan pertumbuhan populasi telah menyebabkan deforestasi, pembakaran bahan bakar fosil, dan pertanian yang meluas. Kegiatan ini semua menghasilkan gas rumah kaca di atmosfer seperti karbondioksida, nitrogenoksida dan metana. Gas rumah kaca menahan panas dari matahari dan tidak terpantulkan kembali ke angkasa. Hal ini menyebabkan atmosfer bumi memanas, yang dikenal sebagai efek rumah kaca. Hanya dalam 200 tahun, tingkat karbondioksida di atmosfer kita telah meningkat sebesar 30%.

Hutan di wilayah beriklim tropis akan terpengaruh oleh dampak dari kombinasi perubahan iklim, bencana alam (contoh: banjir, kekeringan, tsunami, letusan gunung berapi), dan pendorong perubahan global lainnya (contoh: konversi lahan, polusi, eksploitasi sumberdaya alam secara tak terkendali) (IPCC, 2007). Dampak perubahan iklim di Indonesia antara lain meningkatnya frekuensi dan intensitas banjir, kejadian iklim ekstrim, dan kekeringan, dapat berlanjut pada kerusakan lingkungan dan degradasi (Kementerian Lingkungan Hidup, 2010). Solusi efektif mengatasi perubahan iklim akibat pemanasan global dapat dilakukan dengan dua aspek yaitu adaptasi dan mitigasi. Jika adaptasi berkaitan dengan langkah-langkah yang diambil dalam rangka mengantisipasi dampak-dampak perubahan iklim, maka mitigasi sebagai kegiatan mengurangi dampak perubahan iklim, berhubungan dengan cara kita mengatasi sumber atau penyebabnya (CIFOR, 2009).

2.6 Biomassa dan Karbon Tersimpan

2.6.1 Definisi Biomassa dan Karbon Tersimpan

Biomassa adalah total berat atau volume organisme dalam suatu area atau volume tertentu (a glossary by the IPCC, 1995). Biomassa juga didefinisikan sebagai total jumlah materi hidup di atas permukaan pada suatu pohon dan dinyatakan dengan satuan ton berat kering per satuan luas (Brown, 1997). Biomassa terbagi menjadi dua komponen biomassa yaitu komponen biomassa di atas permukaan tanah dan komponen biomassa di bawah permukaan tanah (Hairiah dan Rahayu, 2007).

Komponen biomassa di atas permukaan tanah merupakan bagian terbesar dari total jumlah biomassa. Potensi penyerapan karbon secara maksimum dapat diperoleh dengan cara meningkatkan biomassa di atas permukaan tanah bukan karbon yang ada di tanah, karena jumlah bahan organik tanah relatif lebih kecil dan masa keberadaannya yang singkat (Canadell, 2002 diacu dalam Lusiana *et al.*, 2005). Komponen karbon tersimpan di atas permukaan tanah meliputi tumbuhan hidup (batang, cabang, ranting, daun, buah, bunga, dan liana) dan tumbuhan yang telah mati (batang kayu dan akar mati, serta serasah). Komponen karbon tersimpan di bawah permukaan tanah meliputi akar tumbuhan, organisme tanah, dan bahan organik tanah. Karbon dapat tersimpan dalam kantong karbon (*carbon pool*) dalam periode lama atau sebentar. Peningkatan jumlah karbon tersimpan dalam *carbon pool* mewakili jumlah karbon yang terserap oleh tumbuhan. Lasco *et al.* (2004) menyatakan bahwa tumbuhan menyerap karbon dan disimpan dalam bentuk biomassa kayu, sehingga cara termudah untuk meningkatkan cadangan karbon adalah dengan menanam dan memelihara pohon. Sedjo dan Salomon (1988) diacu dalam Lusiana *et al.* (2005) menjelaskan bahwa penyerapan cadangan karbon dapat ditingkatkan melalui cara: a) peningkatan pertumbuhan biomassa hutan secara alami; b) menambah cadangan kayu pada hutan yang ada dengan penanaman pohon atau mengurangi pemanenan kayu; dan c) pengembangan hutan dengan jenis pohon yang cepat tumbuh.

2.6.2 Pengukuran Biomassa dan Karbon Tersimpan

Pengukuran biomassa tumbuhan dilakukan untuk menduga nilai karbon tersimpan didalamnya. Penghitungan biomassa tumbuhan dapat dilakukan dengan empat cara, yaitu a) sampling dengan pemanenan (destruktif); b) sampling tanpa pemanenan (non-destruktif); c) pendugaan menggunakan penginderaan jauh; dan d) pembuatan model (Sutaryo, 2009). Parameter dan metode pengukuran biomassa yang telah digunakan dalam berbagai penelitian, disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter-parameter biomassa dan nekromassa di atas permukaan tanah dan metode pengukurannya.

No.	Parameter	Metode
1	Arang dan abu	Destruktif
2	Serasah kasar dan halus	Destruktif
3	Tumbuhan bawah	Destruktif
4	Tumbuhan berkayu	Destruktif
5	Pohon hidup	Non-destruktif, persamaan allometrik
6	Pohon mati yang masih berdiri	Non-destruktif, persamaan allometrik
7	Pohon mati yang sudah roboh	Non-destruktif, rumus silinder
8	Tunggak pohon	Non-destruktif, rumus silinder

Sumber: Hairiah *et al.* (2001).

2.7 Karbon Tersimpan di Berbagai Tipe Penutupan Lahan

Studi pengukuran cadangan karbon tersimpan pada berbagai tipe penutupan lahan telah banyak dilakukan di Indonesia. Pengukuran cadangan karbon tersimpan ini menunjukkan hasil yang beragam pada berbagai tipe penutupan lahan. Perbedaan cadangan karbon tersimpan juga ditunjukkan pada tipe penutupan lahan yang sama di lokasi yang berbeda. Perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh struktur vegetasi dan

aktivitas manusia (silvikultur atau pemanenan), degradasi dan bencana alam (Sutaryo, 2009). Hasil pengukuran karbon tersimpan di berbagai tipe penutupan lahan pada beberapa lokasi penelitian yang dilakukan oleh para peneliti sebelumnya tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Karbon tersimpan di berbagai tipe penutupan lahan di beberapa lokasi penelitian.

Tipe lahan	Lokasi	Karbon tersimpan (ton/ha)
Hutan primer	Kabupaten Nunukan, Kalimantan Timur ¹	230, 10
Hutan primer	Tambling Wildlife Nature Conservation, Taman Nasional Bukit Barisan Selatan ²	178, 44
Hutan sekunder (bekas tebangan 0 – 10 tahun)	Kabupaten Nunukan, Kalimantan Timur ¹	206, 80
Hutan sekunder	Tambling Wildlife Nature Conservation, Taman Nasional Bukit Barisan Selatan ²	81, 65
Perkebunan sengon (umur 5 tahun)	PT. Perkebunan Bandalit, Resort Bandalit, SPTN II Ambulu, Taman Nasional Meru Betiri ⁴	39, 11
Tegakan <i>Acacia mangium</i> (umur 10 tahun)	BKPH Parung Panjang, KPH Bogor ³	26, 94
Kebun campuran (umur 0-10 tahun)	Resort Andongrejo, SPTN II Ambulu, Taman Nasional Meru Betiri ⁴	28, 49
Agroforestri kopi muda	Tambling Wildlife Nature Conservation, Taman Nasional Bukit Barisan Selatan ²	27, 92
Agroforestri coklat muda	Tambling Wildlife Nature Conservation, Taman Nasional Bukit Barisan Selatan ²	14, 04
Padi	Kabupaten Nunukan, Kalimantan Timur ¹	4, 80
Padang rumput	Tambling Wildlife Nature Conservation, Taman Nasional Bukit Barisan Selatan ²	3, 44

Sumber: ¹Lusiana *et al.* (2005); ²Prasetyo (2010); ³Dahlan *et al.* (2004); ⁴Tim PKLP TNMB 2010 (2010).

2.8 Kajian Peneliti Terdahulu

Berikut hasil-hasil pertanian terdahulu disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil-hasil Penelitian Terdahulu

No.	Nama Peneliti, Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Achmad, A. (2006)	Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Bermanfaat Di Kawasan Karst Maros – Pangkep Sulawesi Selatan	Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah jenis tumbuhan pada habitat karst berbatu yang bernilai komersial masing-masing untuk bahan bangunan sebanyak 20 jenis, untuk bahan obat-obatan sebanyak 53 jenis, untuk bahan makanan/minuman sebanyak 17 jenis dan untuk pakan satwa tertentu sebanyak 29 jenis. Sebaran jenis tumbuhan berguna di kawasan karst Maros – Pangkep bervariasi menurut feses batuan karbonat
2.	Achmad, A. (2006)	Sebaran Jenis Tumbuhan Pada Empat Feses Batuan Karbonat Di Kawasan Karst Maros – Pangkep Sulawesi Selatan	Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa jenis tumbuhan menyebar secara spesifik pada feses batuan karbonat tertentu. Setiap feses batuan mempunyai jenis penciri dan ada hubungan yang erat antara sifat fisik dan kimia batuan dengan jumlah jenis yang hadir pada setiap feses batuan tersebut. Sebanyak 135 jenis tumbuhan ditemukan hadir pada feses batuan karbonat masif, 143 jenis pada feses porus, 41 jenis pada feses berlapis dan 27 jenis pada feses metagamping

3.	Adinugroho, W.C, (2006)	Model Pendugaan Biomassa Pohon Mahoni (<i>Swietenia macrophylla king</i>) Di atas Permukaan Tanah yang dilaksanakan pada Resort Pemangkuan Hutan Kadupandak, Bagian Kesatuan Pemangkuan Hutan Tanggeung, Kesatuan Pemangkuan Hutan Cianjur PT. Perhutani Unit III, Jawa Barat	Hasil penelitian memperlihatkan bahwa jumlah biomassa tertinggi terdapat pada bagian batang yakni mencapai 73% dari biomassa keseluruhan pohon di atas permukaan tanah, kemudian diikuti oleh biomassa cabang (17%), tunggak (5%), daun (3%) dan ranting (2%). Model alometrik yang dihasilkan untuk menduga biomassa pada pohon mahoni adalah $B=aDb$, dimana B = biomassa (kg) ; D = diameter (cm) ; a , b = konstanta. Persamaan regresi yang dihasilkan tersebut adalah biomassa batang (B_{btg}) = $0,044 D^{2,61}$ ($R^2 = 94,7\%$), biomassa cabang (B_{cab}) = $0,00059 D^{3,46}$ ($R^2 = 83,5\%$), biomassa ranting ($B_{ranting}$) = $0,0027 D^{2,42}$ ($R^2 = 65,6\%$), biomassa tunggak ($B_{tunggak}$) = $0,022 D^{1,96}$ ($R^2 = 65,6\%$), biomassa daun (B_{daun}) = $0,0138 D^{1,93}$ ($R^2 = 70\%$), biomassa pohon diatas permukaan tanah (B_{total}) = $0,048 D^{2,68}$ ($R^2 = 95,8\%$). Sedangkan nilai "BEF" rata-rata untuk pohon mahoni adalah 1,36 (biomassa batang keseluruhan) dan 2,16 (biomassa batang bebas cabang)
4.	Prasetyo A. (2010)	Pendugaan Perubahan Cadangan Karbon Di Tambling Wildlife Nature Coservation Taman Nasional Bukit Barisan Selatan	Hasil penelitian ini menunjukan bahwa total perubahan cadangan karbon yang tersimpan di kawasan Tambling Wildlife Nature Coservation Taman Nasional Bukit Barisan Selatan dari tahun 2000 hingga 2009 berubah sebesar -279422 Mg

			(7,18%) atau berkurang sebesar 27942,2 Mg (0,72%) per tahun. Pengurangan cadangan karbon tersimpan disebabkan oleh alih guna hutan primer terutama menjadi hutan sekunder dan semak belukar. Untuk tetap menjaga keberadaan cadangan karbon yang tersimpan disamping pelestarian keanekaragaman hayati yang ada didalamnya, maka perlu dilakukan usaha-usaha untuk menghentikan atau memitigasi deforestasi dan degradasi hutan
5.	Shaqir, K.J, (2016)	Komposisi Jenis Dan Potensi Simpanan Karbon Pada Hutan Bukit Kapur (<i>Limestone Forest</i>) Di Resort Pattunuang Karaenta SPTN Wilayah II Camba Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung	Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata total simpanan karbon hutan primer datar sebesar $44,90 \pm 8,20$ ton/ha, pada hutan primer lorong patahan sebesar $20,10 \pm 3,03$ ton/ha, pada hutan primer lereng sedikit batu sebesar $40,84 \pm 6,20$ ton/ha, pada hutan primer lereng banyak batu sebesar $63,55 \pm 9,63$ ton/ha, dan pada hutan primer punggung bukit sebesar $46,08 \pm 9,09$ ton/ha. Pohon yang berdiameter > 20 cm memberikan sumbangan yang cukup berarti terhadap total BAP berkisar 15,02-92,25 ton/ha atau 37,38-72,59%, sedangkan pohon yang berdiameter antara 5-20 cm hanya berkisar 11,41 - 30,51 ton/ha atau 19,18 - 33,10%

III. KERANGKA KONSEPTUAL

3.1. Kerangka Konseptual

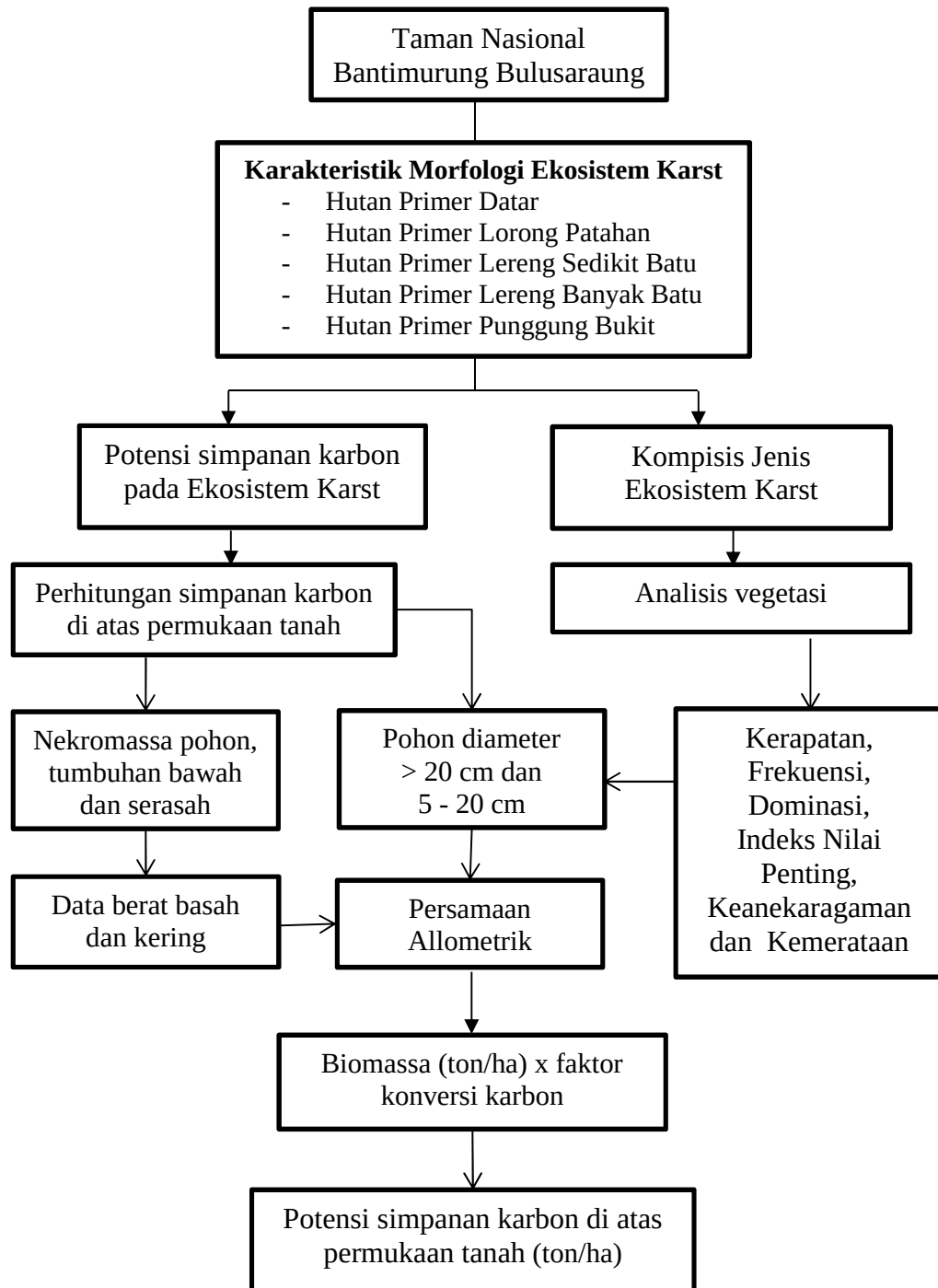
Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung di Kabupaten Maros dan Pangkep memiliki keunikan ekosistemnya yang sebagian besar berupa ekosistem karst yang memiliki potensi sumberdaya alam hayati dengan keanekaragaman yang tinggi serta keunikan dan kekhasan gejala alam dengan fenomena alam yang indah (Darsono *et al.* 2008). Salah satu peranan Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung dalam konteks perubahan iklim adalah sebagai penyerap dan penyimpan karbon yaitu vegetasi hidup di dalam hutan melalui proses fotosintesis mampu menyerap gas CO₂ dan menyimpannya dalam bentuk biomasa.

Untuk melihat bagaimana keadaan komposisi jenis pada lokasi penelitian, maka dilakukan analisis vegetasi dengan menggunakan parameter yang terdiri dari kerapatan, frekuensi dan Dominasi pada tingkat pohon yang memiliki diameter > 20 cm dan 5 – 20 cm. Berdasarkan parameter tersebut maka akan diperoleh data Indeks Nilai Penting (INP) dari setiap spesies pohon, selanjutnya dihitung tingkat keanekaragaman dan kemerataan jenis tumbuhan yang berada pada lokasi penelitian.

Analisis Potensi Simpanan Karbon pada ekosistem karst dilakukan perhitungan simpanan karbon di atas permukaan tanah, data yang diukur pada penelitian ini terdiri dari 4 objek yaitu pohon, nekromasa, serasah dan tumbuhan bawah. Biomasa pohon dan nekromasa diukur dengan

metode tanpa pemanenan (non-destructive), sedangkan biomasa serasah dan tumbuhan bawah diukur dengan metode pemanenan (destructive). Biomasa pohon dihitung berdasarkan data jenis tumbuhan, tinggi, serta diameter (diameter > 20 cm dan 5-20 cm) yang kemudian dihitung biomasanya dengan persamaan alometrik. Nekromasa diukur pada pohon mati maupun kayu mati dengan menggunakan data diameter, panjang, tingkat keutuhan nekromasa serta berat jenis kayu. Biomasa serasah dan tumbuhan bawah dihitung berdasarkan berat basah, berat basah contoh serta berat kering contoh. Kandungan biomasa serasah dan tumbuhan bawah diduga menggunakan model alometrik umum seperti yang dikembangkan oleh Chave *et al.* (2005) dan Hairiah *et al.* (2011). Berdasarkan data biomasa tersebut kandungan karbon/ha dihitung pada masing-masing komponen biomasa dengan menggunakan faktor konversi karbon yang diacu dalam Lasco *et al.* (2004). Diagram alir kerangka pemikiran penelitian dilihat pada Gambar 1.

Kerangka pemikiran dari penelitian ini dapat dilihat melalui diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Kerangka Konseptual Penelitian

3.2. Hipotesis

Adapun hipotesis dari penelitian ini adalah :

1. Semakin tinggi Indeks Nilai Penting suatu jenis tumbuhan, maka spesies tumbuhan tersebut akan semakin mendominasi sehingga jumlah komposisi jenisnya akan semakin sedikit.
2. Semakin besar diameter dan nilai kerapatan kayu suatu pohon maka semakin tinggi nilai biomassa yang dikandung dan semakin tinggi pula simpanan karbon yang berada di dalam pohon tersebut.

IV. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu

Penelitian dilaksanakan pada hutan primer karst di Taman Nasional (TN) Bantimurung Bulusaraung di Resort Tondong Tallasa Seksi Pengelolaan Taman Nasional Wilayah I Balocci, Kabupaten Pangkep, Provinsi Sulawesi Selatan. Pada lokasi penelitian ini data dan informasi tentang kandungan biomasa dan karbon pada hutan primer karst sampai saat ini belum tersedia. Penelitian ini dilaksanakan selama 3 (tiga) bulan mulai bulan April 2017 sampai dengan Juni 2017.

Adapun deskripsi plot penelitian berdasarkan karakteristik morfologi hutan primer karst karst adalah sebagai berikut :

a. Plot Hutan Primer Datar

Areal berupa dataran dengan kemiringan $0-8^{\circ}$ ini didominasi oleh sedikit sekali batu atau tanpa batu. Penutupan tajuk pada plot datar antara 75-100%.

b. Plot Hutan Primer Lorong Patahan

Lorong patahan merupakan jalur yang relatif datar dan berada di antara dua kaki bukit. Jalur dapat berupa lorong yang memanjang. Meskipun lorong tersebut panjang, tetapi beberapa di antaranya lebarnya tidak mencapai 20 m. Lebar lorong yang terbatas mempengaruhi ukuran plot yang dibuat dengan ukuran 10 m x 40 m. tajuk pohon di dalam plot menutupi 30% dari luas plot. Selain itu, plot ini juga tertutupi sekitar 75-

100% oleh tajuk pohon yang tumbuh di tebing dan di bagian puncak bukit yang mengapit lorong tersebut.

c. Plot Hutan Primer Lereng Sedikit Batu

Lereng didominasi oleh tutupan tanah dengan sangat sedikit batu di permukaannya. Lereng dengan sedikit batu yang ditemukan memiliki kemiringan antara $8-25^{\circ}$ dan dengan arah lereng yang berbeda. Penutupan tajuk pada lereng ini antara 75-100%.

d. Plot Lereng Banyak Batu

Lereng dengan banyak batu merupakan daerah landai atau miring yang didominasi oleh batu dan permukaannya ditutupi sedikit tanah. Lereng yang ditemukan memiliki kemiringan antara $15-25^{\circ}$ dan dengan arah lereng yang berbeda. Penutupan tajuk pada lereng ini antara 75-100%.

e. Plot Hutan Primer Punggung Bukit

Punggung bukit merupakan bagian paling atas (puncak) bukit hutan bukit kapur. Bukit hutan bukit kapur dengan puncak yang tumpul memungkinkan untuk membuat plot di atasnya. Permukaan plot punggung bukit ini ditutupi oleh lapisan tanah yang tipis. Penutupan tajuk sekitar 75-100% dari luas plot.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan penelitian ini adalah peta kawasan Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung, *Global Positioning System* (GPS), kompas, *abney level*, *roll meter*, pita meter, jangka sorong, Haga meter dan galah, tongkat 1,5 m, label, tali plastik, gunting dahan, kertas koran, alkohol, kantung plastik, timbangan, oven, binokuler, *tally sheet*, alat tulis-menulis, dan kamera.

3.3 Pengumpulan Data

3.3.1 Data yang Dikumpulkan

Data yang dikumpulkan meliputi data primer dan data sekunder. Data primer meliputi nama jenis pohon, diameter dan tinggi pohon, berat basah dan berat kering tumbuhan bawah, nekromassa, dan serasah untuk dicari nilai biomassa dan karbon tersimpan. Data sekunder yang dikumpulkan meliputi peta-peta pendukung, serta studi literatur untuk mendukung data primer dan analisis data.

3.3.2 Penempatan Sampling

Penentuan letak plot dilakukan dengan menggunakan *purposive sampling*, yaitu menempatkan plot pada Grid terpilih dengan bagian-bagian yang dianggap mewakili hutan karst. Bagian-bagian hutan karst yang dianggap mewakili tersebut antara lain daerah datar, lorong patahan, lereng dengan sedikit batu, lereng dengan banyak batu, dan punggung bukit. Plot sampling penelitian dilaksanakan pada 2 (dua) buah grid, dimana luas pada masing – masing grid terpilih adalah 100 Ha,

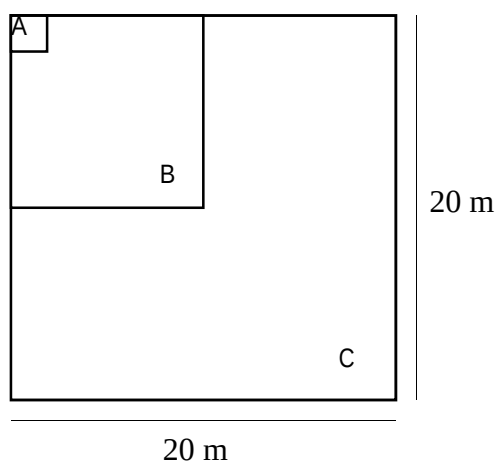
sedangkan luas Plot pengamatan adalah 400 M² dengan intensitas sampling 1%, sehingga jumlah Plot pada pengamatan adalah 50 Plot. Ukuran dan jumlah plot contoh pengukuran simpanan karbon pada hutan batu kapur tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Ukuran dan jumlah plot contoh pengukuran simpanan karbon pada hutan primer Karst.

Tipe penutupan lahan	Ukuran plot contoh (m ²)	Jumlah plot
Hutan primer	400	50
Total Plot		50

3.3.3 Pengambilan Data

Pengukuran biomassa pohon dilakukan dengan cara tidak merusak (*nondestructive*) dan untuk tumbuhan bawah dengan cara merusak (*destructive*). Bentuk plot pengamatan dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini:



Keterangan:

1. Plot A = plot untuk biomassa dengan ukuran 0,5 x 0,5 m
2. Plot B = plot untuk pohon diameter 5 - 20 cm dengan ukuran plot 10 x 10 m
3. Plot C = plot untuk pohon diameter > 20 cm dengan ukuran plot 20 x 20 m

Gambar 2. Sketsa plot contoh untuk pengukuran biomassa

Pembuatan plot contoh pengukuran dan cara pengukurannya yaitu sebagai berikut:

- a. Pada setiap lokasi dibuat plot contoh pengukuran dengan ukuran 20 m x 20 m (400 m²) untuk pohon berdiameter > 20 cm, yang didalamnya dibuat sub-plot berukuran 10 m x 10 m (100 m²) untuk pohon berdiameter 5 - 20 cm.
- b. Pengukuran biomassa tumbuhan bawah dan serasah dilakukan pada kuadran terbuat dari bambu, atau dari kayu, berukuran 0.5 m x 0.5 m (0,25 m²). Contoh tumbuhan bawah dan serasah yang diambil adalah tumbuhan bawah dan serasah padat, sedang dan jarang. Tumbuhan bawah (herba dan rumput-rumputan) dan semai berdiameter < 5 cm diambil secara destruktif lalu dipisahkan antara daun dan batang. Serasah (daun-daun mati yang ada di atas permukaan tanah dan ranting mati yang ada di atas permukaan tanah dengan diameter < 5 cm) diambil dan dipisahkan antara daun dan batang. Tumbuhan bawah dan serasah dimasukkan ke dalam plastik spesimen dan diberi label. Lalu ditimbang berat basah daun atau batang, dan dicatat dalam *tallysheet*.
- c. Biomassa tumbuhan bawah dan serasah diketahui dari pengukuran sub-contoh tanaman dari masing-masing biomasa daun dan batang dijadikan sebagai sub-contoh. Sub-contoh biomassa tumbuhan yang telah diambil lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 80°C selama 2 x 24 jam sampai mendapatkan nilai berat kering konstan. Setelah

pengeringan selesai, ditimbang berat keringnya dan dicatat dalam *tallysheet*.

- d. Biomassa pohon berdiameter 5 - 20 cm diukur dalam sub-plot berukuran 10 m x 10 m (100 m²). Pohon yang berada di dalam plot ini diukur diameter batang pohon setinggi dada (*dbh = diameter at breast height = 1,3 m* dari permukaan tanah).
- e. Biomassa pohon berdiameter > 20 cm dan nekromassa diukur dalam plot berukuran 20 m x 20 m (400 m²). Pada plot ini, dilakukan pengukuran *dbh* batang pohon. Khusus untuk pohon tidak bercabang seperti aren (*Arenga pinnata*), diukur diameter dan tinggi pohon. Pengukuran biomassa nekromassa dilakukan dengan membedakan cara pengukuran antara nekromassa bercabang (baik berupa pohon mati tegak maupun pohon mati rebah/tumbang) dan nekromassa tidak bercabang (tunggak atau pohon rebah maupun mati yang tidak bercabang). Pengukuran biomassa nekromassa bercabang diukur diameter pangkal dan diameter ujung lalu dirata-ratakan. Pengukuran biomassa nekromassa tidak bercabang diukur diameter (lingkar batang) dan panjang/tinggi nekromassa tersebut.

Pengukuran diameter pohon berdiameter > 5 cm dilakukan karena memiliki korelasi positif dengan biomassa. Semakin besar diameter suatu pohon maka semakin tinggi nilai biomassa yang dikandung dan semakin tinggi pula simpanan karbon yang berada di dalam pohon tersebut. Nilai biomassa semai berdiameter < 5 cm, tumbuhan bawah, dan serasah didapatkan dari hasil penimbangan berat kering setelah dioven.

3.4 Analisis Data

3.4.1 Komposisi Jenis

A. Indeks Nilai Penting (INP)

Indeks Nilai Penting (INP) digunakan untuk menetapkan komposisi jenis, dan dominansi suatu jenis di suatu tegakan. Nilai INP dihitung dengan menjumlahkan nilai kerapatan relatif (KR), frekuensi relatif (FR), dan dominansi relatif (DR) (Soerianegara dan Indrawan, 2002).

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

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

$$\text{Kerapatan (K)} = \frac{\text{Jumlah individu suatu jenis}}{\text{Luas seluruh plot}}$$

$$\text{Kerapatan Relatif (KR)} = \frac{\text{Kerapatan suatu jenis}}{\text{Kerapatan seluruh jenis}} \times 100\%$$

$$\text{Frekuensi (F)} = \frac{\text{Jumlah plot ditemukan suatu jenis}}{\text{Jumlah seluruh plot}}$$

$$\text{Frekuensi (FR)} = \frac{\text{Frekuensi suatu jenis}}{\text{Frekuensi seluruh jenis}} \times 100\%$$

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

$$\text{Dominansi Relatif (DR)} = \frac{\text{Dominansi suatu jenis}}{\text{Dominansi seluruh jenis}} \times 100\%$$

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

B. Keanekaragaman Jenis

Keanekaragaman jenis adalah parameter yang sangat berguna untuk mengetahui tingkat keanekaragaman jenis. Indeks keanekaragaman Shannon – Wiener (H') merupakan indeks yang paling banyak digunakan dalam ekologi komunitas (Ludwig dan Reynold, 1988). Indeks keanekaragaman dari Shannon – Wiener adalah sebagai berikut:

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

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 $H' > 3$.

C. Kemerataan Jenis

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

Keterangan:

E = Indeks kemerataan jenis

H' = Indeks keanekaragaman jenis

S = Jumlah jenis

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

3.4.2. Potensi Simpanan Karbon

A. Biomassa Atas Permukaan (BAP) dan Simpanan Karbon

Pendugaan biomassa dihitung dengan menggunakan model alometrik umum seperti yang dikembangkan oleh Chave *et al.* (2005) dan Hairiah *et al.* (2011).

Tabel 5. Beberapa persamaan alometrik untuk menduga nilai biomassa tersimpan.

No.	Kategori biomassa	Persamaan allometrik	Sumber
1	2	3	4
1.	Pohon dan nekromassa bercabang	$BK = 0,0509 \cdot \rho \cdot DBH^2 \cdot T^*$	Chave <i>et al.</i> (2005)
2.	Arecaceae dan nekromassa tidak bercabang	$BK = 0,25\pi \cdot \rho \cdot H(D^2)^*$	Hairiah (2011)

Keterangan:

BK = berat kering (kg.pohon⁻¹)
 DBH, D = diameter pohon setinggi dada (cm)
 T, H = tinggi pohon (cm)
 ρ = kerapatan kayu (g.cm⁻³)
 * = Sumber kerapatan kayu berdasarkan pada Anonim (1981), Ginoga, B. *et al.* (1982), Oey Djoen Seng (1951) dalam Soewarsono, PH. (1990), Martawijaya *et al.* (1992), Fearnside, PM. (1997), Hoshizaki, K. *et al.* (2004) diacu dalam ICRAF <http://db.worldagroforestry.org/wd>).

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

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

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% .

B. Uji Nilai Akurasi Pengukuran Biomassa

Uji statistik dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi hasil pengukuran biomassa setiap karakteristik morfologi hutan bukit kapur di lapangan. Uji statistik terdiri dari penghitungan *standard deviation* (s), *standard error* ($S\bar{y}$) dan *coefficient of variation* (CV) (Avery dan Burkhart, 2002 diacu dalam Manuri *et al.* 2011). Penghitungan *standard deviation* (s) dilakukan dengan menggunakan persamaan:

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

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

$$S\bar{y} = \frac{\sqrt{s^2}}{n}$$

Selanjutnya selang kepercayaan dapat dihitung dengan cara:

Nilai rata-rata + t *(*standard error*) atau $\bar{y} + tS\bar{y}$

dimana nilai t digunakan angka 2. Persentase *standard error* dihitung dengan persamaan:

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

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

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

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Komposisi Jenis

Penelitian ini dilaksanakan di dalam 50 plot berukuran 20 m x 20 m yang tersebar pada berbagai karakteristik morfologi ekosistem karst di Resort Tondong Tallasa SPTN Wilayah I Balocci Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung Kabupaten Pangkep.

Adapun jumlah sebaran plot berdasarkan karakteristik morfologi ekosistem karst pada lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Sebaran plot penelitian berdasarkan karakteristik morfologi ekosistem karst.

No.	Karakteristik Morfologi	Jumlah Plot
		Tondong Tallasa
1	Hutan Primer Datar	10
2	Hutan Primer Lorong Patahan	10
3	Hutan Primer Lereng Sedikit Batu	10
4	Hutan Primer Lereng Banyak Batu	10
5	Hutan Primer Punggung Bukit	10
Jumlah		50

Jenis dan famili tanaman yang ditemukan dalam plot penelitian adalah sebanyak 61 jenis pohon yang termasuk dalam 39 famili dapat dilihat pada Tabel 7 berikut ini.

Tabel 7. Jenis Tumbuhan Yang Ditemukan Pada Seluruh Plot Penelitian.

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Famili
1	Bitontong	<i>Aglaia tomentosa</i>	Meliaceae
2	Kaleleng kaju	<i>Alangium rotundifolium</i>	Cornaceae
3	Boli	<i>Ailanthus triphysa</i>	Simarubaceae
4	Rita	<i>Alstonia scholaris</i>	Apocynaceae
5	-	<i>Antiaris toxicaria</i>	Moraceae
6	-	<i>Antidesma montanum</i>	Phyllanthaceae
7	Padakka	<i>Ardisia lanceolata</i>	Primulaceae

8	-	<i>Bambusa sp</i>	Poaceae
9	Puca	<i>Beilschmiedia gemmiflora</i>	Lauraceae
10	-	<i>Bombax ceiba</i>	Bombacaceae
11	Taipa dare	<i>Buchanania arborescens</i>	Anacardiaceae
12	-	<i>Canthium glabrum</i>	Rubiaceae
13	Bera-berasa	<i>Casearia grewiaefolia</i>	Salicaceae
14	-	<i>Cordia dichotoma</i>	Boraginaceae
15	Mawai	<i>Diospyros sp.1</i>	Ebenaceae
16	Dangang-dangang	<i>Diospyros sp.2</i>	Ebenaceae
17	-	<i>Dracaena angustifolia</i>	Asparagaceae
18	Rao	<i>Dracontomelon dao</i>	Anacardiaceae
19	Maralikeng	<i>Duabanga molucana</i>	Lythraceae
20	Bintawang	<i>Elaeocarpus sphaericus</i>	Elaeocarpaceae
21	-	<i>Erythrina subumbrans</i>	Fabaceae
22	Kajuara	<i>Ficus sp.1</i>	Moraceae
23	Kajuara langga-langga	<i>Ficus sp.2</i>	Moraceae
24	Kajuara cambo-cambo	<i>Ficus sp.3</i>	Moraceae
25	-	<i>Ficus sp.4</i>	Moraceae
26	-	<i>Ficus Sp.5</i>	Moraceae
27	Kalukenrang	<i>Ficus variegata</i>	Moraceae
28	Bole-bole	<i>Garcinia sp.</i>	Clusiaceae
29	Mapala	<i>Garuga floribunda</i>	Burseraceae
30	-	<i>Heritiera sylvatica</i>	Malvaceae
31	Paliasa	<i>Kleinhovia hospita</i>	Malvaceae
32	Pala-pala	<i>Knema laurina</i>	Myristicaceae
33	Langoting	<i>Lagerstroemia ovalifolia</i>	Lythraceae
34	Lalatang	<i>Laportea stimulans</i>	Urticaceae
35	Mali-malisi	<i>Leea aequata</i>	Vitaceae
36	-	<i>Leea sp.</i>	Vitaceae
37	Bunga-bunga	<i>Magnolia acuminata</i>	Magnoliaceae
38	Terasa	<i>Melia azedarach</i>	Meliaceae
39	Marasikapa	<i>Melicope confusa</i>	Rutaceae
40	Gatta-gatta	<i>Melodinus sp.</i>	Apocynaceae
41	-	<i>Mischocarpus sp</i>	Sapindaceae
42	-	<i>Oroxylum indicum</i>	Bignoniaceae
43	Nato	<i>Palaquium obovatum</i>	Sapotaceae
44	Pangi-pangi	<i>Pangium edule</i>	Achariaceae
45	Kaleleng sua-sua	<i>Phaleria capitata</i>	Thymeleaceae
46	Andruling	<i>Pisonia umbellifera</i>	Nyctaginaceae
47	Lento-lento	<i>Polyscias nodosa</i>	Araliaceae
48	Londrong	<i>Pometia pinnata</i>	Sapindaceae

49	Langkeang poce	<i>Psychotria montana</i>	Rubiaceae
50	Cendrana	<i>Pterocarpus indicus</i>	Leguminosae
51	Gammi	<i>Pterocymbium tinctorium</i>	Malvaceae
52	Banyoro	<i>Pterospermum celebicum</i>	Malvaceae
53	-	<i>Rhodomyrtus sp</i>	Myrtaceae
54	Kalumpang	<i>Sterculia foetida</i>	Malvaceae
55	Jambu-jambu	<i>Syzygium acuminatissima</i>	Myrtaceae
56	Jambu jene	<i>Syzygium sp.1</i>	Myrtaceae
57	Katabo	<i>Terminalia supitiana</i>	Combretaceae
58	Bukkang-bukkang	<i>Villebrunea rubescens</i>	Urticaceae
59	Bitti	<i>Vitex pinnata</i>	Lamiaceae
60	-	<i>Wrightia pubescens</i>	Apocynaceae
61	Ganjeng-ganjeng	<i>Ziziphus angustifolius</i>	Rhamnaceae

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan di hutan primer karst didapatkan jumlah jenis dan jumlah famili pada berbagai tingkatan pohon yang berbeda-beda pada tiap lokasi penelitian. Jumlah jenis yang didapatkan pada tingkat pohon diameter > 20 cm yaitu 38 jenis, termasuk dalam 29 famili, sedangkan tingkat pohon diameter 5 - 20 cm, ditemukan 47 jenis, termasuk dalam 30 famili dapat dilihat pada Tabel 8 dan Tabel 9 berikut ini.

Tabel 8. Jenis dan famili diameter > 20 cm Yang Ditemukan Pada Seluruh Plot Penelitian.

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Famili
1	Bitontong	<i>Aglaia tomentosa</i>	Meliaceae
2	Boli	<i>Ailanthus triphysa</i>	Simarubaceae
3	Rita	<i>Alstonia scholaris</i>	Apocynaceae
4	-	<i>Antiaris toxicaria</i>	Moraceae
5	Puca	<i>Beilschmiedia gemmiflora</i>	Lauraceae
6	-	<i>Bombax ceiba</i>	Bombacaceae
7	Taipa dare	<i>Buchanania arborescens</i>	Anacardiaceae
8	Bera-berasa	<i>Casearia grewiaefolia</i>	Salicaceae
9	-	<i>Cordia dichotoma</i>	Boraginaceae
10	Mawai	<i>Diospyros sp.1</i>	Ebenaceae
11	-	<i>Dracaena angustifolia</i>	Asparagaceae
12	Rao	<i>Dracontomelon dao</i>	Anacardiaceae

13	Maralikeng	<i>Duabanga molucana</i>	Lythraceae
14	Bintawang	<i>Elaeocarpus sphaericus</i>	Elaeocarpaceae
15	-	<i>Erythrina subumbrans</i>	Fabaceae
16	Kajuara	<i>Ficus</i> sp.1	Moraceae
17	Kajuara cambo-cambo	<i>Ficus</i> sp.3	Moraceae
18	-	<i>Ficus</i> sp.4	Moraceae
19	Kalukenrang	<i>Ficus variegata</i>	Moraceae
20	Mapala	<i>Garuga floribunda</i>	Burseraceae
21	Paliasa	<i>Kleinhovia hospita</i>	Malvaceae
22	Lalatang	<i>Laportea stimulans</i>	Urticaceae
23	Mali-malisi	<i>Leea aequata</i>	Vitaceae
24	Terasa	<i>Melia azedarach</i>	Meliaceae
25	-	<i>Mischocarpus</i> sp	Sapindaceae
26	Nato	<i>Palaquium obovatum</i>	Sapotaceae
27	Pangi-pangi	<i>Pangium edule</i>	Achariaceae
28	Kaleleng sua-sua	<i>Phaleria capitata</i>	Thymeleaceae
29	Andruling	<i>Pisonia umbellifera</i>	Nyctaginaceae
30	Cendrana	<i>Pterocarpus indicus</i>	Leguminosae
31	Gammi	<i>Pterocymbium tinctorium</i>	Malvaceae
32	Banyoro	<i>Pterospermum celebicum</i>	Malvaceae
33	Kalumpang	<i>Sterculia foetida</i>	Malvaceae
34	Jambu-jambu	<i>Syzygium acuminatissima</i>	Myrtaceae
35	Katabo	<i>Terminalia supitiana</i>	Combretaceae
36	Bukkang-bukkang	<i>Villebrunea rubescens</i>	Urticaceae
37	Bitti	<i>Vitex pinnata</i>	Lamiaceae
38	Ganjeng-ganjeng	<i>Ziziphus angustifolius</i>	Rhamnaceae

Tabel 9. Jenis dan famili diameter 5 - 20 cm Yang Ditemukan Pada Seluruh Plot Penelitian.

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Famili
1	Bitontong	<i>Aglaia tomentosa</i>	Meliaceae
2	Kaleleng kaju	<i>Alangium rotundifolium</i>	Cornaceae
3	Rita	<i>Alstonia scholaris</i>	Apocynaceae
4	-	<i>Antidesma montanum</i>	Phyllanthaceae
5	Padakka	<i>Ardisia lanceolata</i>	Primulaceae
6	-	<i>Bambusa</i> sp	Poaceae
7	Puca	<i>Beilschmiedia gemmiflora</i>	Lauraceae
8	-	<i>Bombax ceiba</i>	Bombacaceae
9	Taipa dare	<i>Buchanania arborescens</i>	Anacardiaceae
10	-	<i>Canthium glabrum</i>	Rubiaceae
11	Mawai	<i>Diospyros</i> sp.1	Ebenaceae

12	Dangang-dangang	<i>Diospyros</i> sp.2	Ebenaceae
13	-	<i>Dracaena angustifolia</i>	Asparagaceae
14	Rao	<i>Dracontomelon dao</i>	Anacardiaceae
15	Maralikeng	<i>Duabanga molucana</i>	Lythraceae
16	-	<i>Erythrina subumbrans</i>	Fabaceae
17	Kajuara	<i>Ficus</i> sp.1	Moraceae
18	Kajuara langga-langga	<i>Ficus</i> sp.2	Moraceae
19	Kajuara cambo-cambo	<i>Ficus</i> sp.3	Moraceae
20	-	<i>Ficus</i> Sp.5	Moraceae
21	Bole-bole	<i>Garcinia</i> sp.	Clusiaceae
22	Mapala	<i>Garuga floribunda</i>	Burseraceae
23	-	<i>Heritiera sylvatica</i>	Malvaceae
24	Paliasa	<i>Kleinhovia hospita</i>	Malvaceae
25	Pala-pala	<i>Knema laurina</i>	Myristicaceae
26	Langoting	<i>Lagerstroemia ovalifolia</i>	Lythraceae
27	Lalatang	<i>Laportea stimulans</i>	Urticaceae
28	Mali-malisi	<i>Leea aequata</i>	Vitaceae
29	-	<i>Leea</i> sp.	Vitaceae
30	Bunga-bunga	<i>Magnolia acuminata</i>	Magnoliaceae
31	Terasa	<i>Melia azedarach</i>	Meliaceae
32	Marasikapa	<i>Melicope confusa</i>	Rutaceae
33	Gatta-gatta	<i>Melodinus</i> sp.	Apocynaceae
34	-	<i>Mischocarpus</i> sp	Sapindaceae
35	-	<i>Oroxylum indicum</i>	Bignoniaceae
36	Nato	<i>Palaquium obovatum</i>	Sapotaceae
37	Lento-lento	<i>Polyscias nodosa</i>	Araliaceae
38	Londrong	<i>Pometia pinnata</i>	Sapindaceae
39	Langkeang poce	<i>Psychotria montana</i>	Rubiaceae
40	Gammi	<i>Pterocymbium tinctorium</i>	Malvaceae
41	-	<i>Rhodomyrtus</i> sp	Myrtaceae
42	Kalumpang	<i>Sterculia foetida</i>	Malvaceae
43	Jambu-jambu	<i>Syzygium acuminatissima</i>	Myrtaceae
44	Jambu jene	<i>Syzygium</i> sp.1	Myrtaceae
45	Bitti	<i>Vitex pinnata</i>	Lamiaceae
46	-	<i>Wrightia pubescens</i>	Apocynaceae
47	Ganjeng-ganjeng	<i>Ziziphus angustifolius</i>	Rhamnaceae

Jenis dan famili yang ditemukan berdasarkan karakteristik morfologi ekosistem karst dilihat pada Tabel 10 sampai dengan Tabel 19 berikut ini.

a) Plot Hutan Primer Datar

Plot datar merupakan areal datar yang didominasi oleh sedikit batu atau tanpa batu dengan kemiringan kemiringan 0-8°. Berdasarkan pengamatan dilapangan hutan primer datar pada tingkat pohon diameter < 20 cm memiliki 18 Jenis pohon dan 15 famili sedangkan pada tingkat pohon diameter 5 - 20 cm memiliki 10 Jenis pohon dan 8 famili sebagaimana dalam Tabel 10 dan Tabel 11 berikut ini.

Tabel 10. Jenis dan famili diameter < 20 cm Yang Ditemukan Pada Hutan Primer Datar.

No.	Jenis (Nama Ilmiah)	Famili
1	<i>Pisonia umbellifera</i>	Nyctaginaceae
2	<i>Syzygium acuminatissima</i>	Myrtaceae
3	<i>Dracontomelon dao</i>	Anacardiaceae
4	<i>Erythrina subumbrans</i>	Fabaceae
5	<i>Buchanania arborescens</i>	Anacardiaceae
6	<i>Laportea stimulans</i>	Urticaceae
7	<i>Palaquium obovatum</i>	Sapotaceae
8	<i>Antiaris toxicaria</i>	Moraceae
9	<i>Villebrunea rubescens</i>	Urticaceae
10	<i>Ziziphus angustifolius</i>	Rhamnaceae
11	<i>Ficus sp.3</i>	Moraceae
12	<i>Phaleria capitata</i>	Thymeleaceae
13	<i>Pterocarpus indicus</i>	Leguminosae
14	<i>Alstonia scholaris</i>	Apocynaceae
15	<i>Terminalia supitiana</i>	Combretaceae
16	<i>Beilschmiedia gemmiflora</i>	Lauraceae
17	<i>Pterospermum celebicum</i>	Malvaceae
18	<i>Elaeocarpus sphaericus</i>	Elaeocarpaceae

Tabel 11. Jenis dan famili diameter 5 - 20 cm Yang Ditemukan Pada Hutan Primer Datar.

No.	Jenis (Nama Ilmiah)	Famili
1	<i>Diospyros sp.2</i>	Ebenaceae
2	<i>Diospyros sp.1</i>	Ebenaceae
3	<i>Canthium glabrum</i>	Rubiaceae
4	<i>Syzygium acuminatissima</i>	Myrtaceae
5	<i>Alangium rotundifolium</i>	Cornaceae
6	<i>Dracontomelon dao</i>	Anacardiaceae
7	<i>Melia azedarach</i>	Meliaceae
8	<i>Leea aequata</i>	Vitaceae
9	<i>Beilschmiedia gemmiflora</i>	Lauraceae
10	<i>Buchanania arborescens</i>	Anacardiaceae

b) Plot Hutan Primer Lorong Patahan

Plot hutan primer lorong patahan merupakan Lorong patahan merupakan jalur yang relatif datar dan berada di antara dua kaki bukit. Jalur yang ditemukan pada lokasi penelitian membentuk lorong yang memanjang. Berdasarkan pengamatan dilapangan hutan primer lorong patahan pada tingkat pohon diameter < 20 cm memiliki 10 Jenis pohon dan 9 famili sedangkan pada tingkat pohon diameter 5 - 20 cm memiliki 10 Jenis pohon dan 10 famili sebagaimana dalam Tabel 12 dan Tabel 13 berikut ini.

Tabel 12. Jenis dan famili diameter < 20 cm Yang Ditemukan Pada Hutan Primer Lorong Patahan.

No.	Jenis (Nama Ilmiah)	Famili
1	<i>Syzygium acuminatissima</i>	Myrtaceae
2	<i>Alstonia scholaris</i>	Apocynaceae
3	<i>Kleinhovia hospita</i>	Malvaceae
4	<i>Pangium edule</i>	Achariaceae
5	<i>Laportea stimulans</i>	Urticaceae
6	<i>Mischocarpus sp.</i>	Sapindaceae
7	<i>Leea aequata</i>	Vitaceae
8	<i>Pterocymbium tinctorium</i>	Malvaceae

9	<i>Ficus sp.4</i>	Moraceae
10	<i>Dracontomelon dao</i>	Anacardiaceae

Tabel 13. Jenis dan famili diameter 5 - 20 cm Yang Ditemukan Pada Hutan Primer Lorong Patahan.

No.	Jenis (Nama Ilmiah)	Famili
1	<i>Polyscias nodosa</i>	Araliaceae
2	<i>Garcinia sp.</i>	Clusiaceae
3	<i>Diospyros sp.2</i>	Ebenaceae
4	<i>Garuga floribunda</i>	Burseraceae
5	<i>Kleinhovia hospita</i>	Malvaceae
6	<i>Bombax ceiba</i>	Bombacaceae
7	<i>Alstonia scholaris</i>	Apocynaceae
8	<i>Psychotria montana</i>	Rubiaceae
9	<i>Knema laurina</i>	Myristicaceae
10	<i>Pometia pinnata</i>	Sapindaceae

c) Plot Hutan Primer Lereng Sedikit Batu

Plot hutan primer lereng sedikit batu merupakan areal yang didominasi oleh tutupan tanah dengan sangat sedikit batu di permukaannya. Lereng dengan sedikit batu yang ditemukan memiliki kemiringan antara 8-25°. Berdasarkan pengamatan di lapangan hutan primer lereng sedikit batu pada tingkat pohon diameter < 20 cm memiliki 17 Jenis pohon dan 11 famili sedangkan pada tingkat pohon diameter 5 - 20 cm memiliki 22 Jenis pohon dan 17 famili sebagaimana dalam Tabel 14 dan Tabel 15 berikut ini.

Tabel 14. Jenis dan famili diameter < 20 cm Yang Ditemukan Pada Hutan Primer Lereng Sedikit Batu.

No.	Jenis (Nama Ilmiah)	Famili
1	<i>Ficus sp.1</i>	Moraceae
2	<i>Ficus variegata</i>	Moraceae
3	<i>Pterocymbium tinctorium</i>	Malvaceae
4	<i>Antiaris toxicaria</i>	Moraceae

5	<i>Beilschmiedia gemmiflora</i>	Lauraceae
6	<i>Cordia dichotoma</i>	Boraginaceae
7	<i>Aglaia tomentosa</i>	Meliaceae
8	<i>Leea aequata</i>	Vitaceae
9	<i>Alstonia scholaris</i>	Apocynaceae
10	<i>Bombax ceiba</i>	Bombacaceae
11	<i>Ailanthus triphysa</i>	Simarubaceae
12	<i>Laportea stimulans</i>	Urticaceae
13	<i>Pterospermum celebicum</i>	Malvaceae
14	<i>Pterocarpus indicus</i>	Leguminosae
15	<i>Beilschmiedia gemmiflora</i>	Lauraceae
16	<i>Ficus sp.3</i>	Moraceae
17	<i>Sterculia foetida</i>	Malvaceae

Tabel 15. Jenis dan famili diameter 5 - 20 cm Yang Ditemukan Pada Hutan Primer Lereng Sedikit Batu.

No.	Jenis (Nama Ilmiah)	Famili
1	<i>Rhodomyrtus sp.</i>	Myrtaceae
2	<i>Pterocymbium tinctorium</i>	Malvaceae
3	<i>Aglaia tomentosa</i>	Meliaceae
4	<i>Ziziphus angustifolius</i>	Rhamnaceae
5	<i>Beilschmiedia gemmiflora</i>	Lauraceae
6	<i>Leea aequata</i>	Vitaceae
7	<i>Garuga floribunda</i>	Burseraceae
8	<i>Polyscias nodosa</i>	Araliaceae
9	<i>Melicope confusa</i>	Rutaceae
10	<i>Leea sp.</i>	Vitaceae
11	<i>Palaquium obovatum</i>	Sapotaceae
12	<i>Heritiera sylvatica</i>	Malvaceae
13	<i>Antidesma montanum</i>	Phyllanthaceae
14	<i>Wrightia pubescens</i>	Apocynaceae
15	<i>Ardisia lanceolata</i>	Primulaceae
16	<i>Mischocarpus sp.</i>	Sapindaceae
17	<i>Bombax ceiba</i>	Bombacaceae
18	<i>Lagerstroemia ovalifolia</i>	Lythraceae
19	<i>Canthium glabrum</i>	Rubiaceae
20	<i>Psychotria montana</i>	Rubiaceae
21	<i>Melia azedarach</i>	Meliaceae
22	<i>Syzygium sp.</i>	Myrtaceae

d) Plot Hutan Primer Lereng Banyak Batu

Plot hutan primer lereng banyak batu merupakan daerah landai atau miring yang didominasi oleh batu dan permukaannya ditutupi sedikit tanah. Lereng yang ditemukan memiliki kemiringan antara 15-25°. Berdasarkan pengamatan di lapangan hutan primer lereng banyak batu pada tingkat pohon diameter < 20 cm memiliki 10 Jenis pohon dan 10 famili sedangkan pada tingkat pohon diameter 5 - 20 cm memiliki 17 Jenis pohon dan 13 famili sebagaimana dalam Tabel 16 dan Tabel 17 berikut ini.

Tabel 16. Jenis dan famili diameter < 20 cm Yang Ditemukan Pada Hutan Primer Lereng Banyak Batu.

No.	Jenis (Nama Ilmiah)	Famili
1	<i>Casearia grewiaefolia</i>	Salicaceae
2	<i>Pterocymbium tinctorium</i>	Malvaceae
3	<i>Vitex pinnata</i>	Lamiaceae
4	<i>Melia azedarach</i>	Meliaceae
5	<i>Duabanga molucana</i>	Lythraceae
6	<i>Ziziphus angustifolius</i>	Rhamnaceae
7	<i>Dracaena angustifolia</i>	Asparagaceae
8	<i>Ficus sp.3</i>	Moraceae
9	<i>Garuga floribunda</i>	Burseraceae
10	<i>Bombax ceiba</i>	Bombacaceae

Tabel 17. Jenis dan famili diameter 5 - 20 cm Yang Ditemukan Pada Hutan Primer Lereng Banyak Batu.

No.	Jenis (Nama Ilmiah)	Famili
1	<i>Ficus sp.2</i>	Moraceae
2	<i>Laportea stimulans</i>	Urticaceae
3	<i>Pterocymbium tinctorium</i>	Malvaceae
4	<i>Diospyros sp.1</i>	Ebenaceae
5	<i>Duabanga molucana</i>	Lythraceae
6	<i>Vitex pinnata</i>	Lamiaceae

7	<i>Sterculia foetida</i>	Malvaceae
8	<i>Palaquium obovatum</i>	Sapotaceae
9	<i>Ficus sp.1</i>	Moraceae
10	<i>Magnolia acuminata</i>	Magnoliaceae
11	<i>Bombax ceiba</i>	Bombacaceae
12	<i>Garuga floribunda</i>	Burseraceae
13	<i>Bambusa sp</i>	Poaceae
14	<i>Ficus sp.5</i>	Moraceae
15	<i>Wrightia pubescens</i>	Apocynaceae
16	<i>Ziziphus angustifolius</i>	Rhamnaceae
17	<i>Ficus sp.3</i>	Moraceae

e) Plot Hutan Primer Punggung Bukit

Plot hutan primer punggung bukit merupakan bagian paling atas (puncak) bukit hutan bukit kapur. Bukit hutan bukit kapur dengan puncak yang tumpul memungkinkan untuk membuat plot di atasnya. Berdasarkan pengamatan dilapangan hutan primer punggung bukit pada tingkat pohon diameter < 20 cm memiliki 8 Jenis pohon dan 8 famili sedangkan pada tingkat pohon diameter 5 - 20 cm memiliki 17 Jenis pohon dan 14 famili sebagaimana dalam Tabel 18 dan Tabel 19 berikut ini.

Tabel 18. Jenis dan famili diameter < 20 cm Yang Ditemukan Pada Hutan Primer Punggung Bukit.

No.	Jenis (Nama Ilmiah)	Famili
1	<i>Garuga floribunda</i>	Burseraceae
2	<i>Ziziphus angustifolius</i>	Rhamnaceae
3	<i>Alstonia scholaris</i>	Apocynaceae
4	<i>Duabanga molucana</i>	Lythraceae
5	<i>Sterculia foetida</i>	Malvaceae
6	<i>Bombax ceiba</i>	Bombacaceae
7	<i>Dracaena angustifolia</i>	Asparagaceae
8	<i>Diospyros sp.1</i>	Ebenaceae

Tabel 19. Jenis dan famili diameter 5 - 20 cm Yang Ditemukan Pada Hutan Primer Punggung Bukit.

No.	Jenis (Nama Ilmiah)	Famili
1	<i>Duabanga molucana</i>	Lythraceae
2	<i>Sterculia foetida</i>	Malvaceae
3	<i>Ficus sp.1</i>	Moraceae
4	<i>Dracaena angustifolia</i>	Asparagaceae
5	<i>Diospyros sp.1</i>	Ebenaceae
6	<i>Magnolia acuminata</i>	Magnoliaceae
7	<i>Pterocymbium tinctorium</i>	Malvaceae
8	<i>Erythrina subumbrans</i>	Fabaceae
9	<i>Ficus sp.2</i>	Moraceae
10	<i>Vitex pinnata</i>	Lamiaceae
11	<i>Palaquium obovatum</i>	Sapotaceae
12	<i>Garuga floribunda</i>	Burseraceae
13	<i>Aglaia tomentosa</i>	Meliaceae
14	<i>Bombax ceiba</i>	Bombacaceae
15	<i>Oroxylum indicum</i>	Bignoniaceae
16	<i>Alstonia scholaris</i>	Apocynaceae
17	<i>Melodinus sp.</i>	Apocynaceae

Berdasarkan karakteristik morfologi ekosistem karst pada plot penelitian dilapangan Hutan primer datar memiliki jumlah jenis tingkat pohon diameter > 20 cm terbanyak yaitu 18 jenis, termasuk dalam 18 famili, sedangkan hutan primer lereng Sedikit batu memiliki jumlah jenis tingkat pohon diameter 5 - 20 cm terbanyak yaitu 22 jenis, termasuk dalam 17 famili. Tanah-tanah batu kapur yang dangkal mungkin mampu mendukung basal area pohon-pohon yang relatif tinggi, karena kondisi tanah yang relatif subur (Whitten *et al.* 1987). Hal ini diduga yang menyebabkan jumlah jenis di hutan primer datar dan hutan primer lereng sedikit batu lebih banyak dibandingkan lokasi lainnya.

A. Indeks Nilai Penting

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

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

No.	Jenis (Nama Ilmiah)	Indeks Nilai Penting (%)				
		HPD	HPLP	HPLSB	HPLBB	HPPB
1	<i>Alstonia scholaris</i>	-	58,75	17,55	-	42,48
2	<i>Antiaris toxicaria</i>	-	-	18,43	-	-
3	<i>Casearia grewiaefolia</i>	-	-	-	35,33	-
4	<i>Dracontomelon dao</i>	41,80	-	-	-	-
5	<i>Duabanga molucana</i>	-	-	-	57,28	70,33
6	<i>Ficus variegata</i>	-	-	17,64	-	-
7	<i>Ficus sp.3</i>	43,91	-	-	-	-
8	<i>Ficus sp.4</i>	-	16,51	-	-	-
9	<i>Garuga floribunda</i>	-	-	-	28,82	42,04
10	<i>Kleinhovia hospita</i>	-	77,43	-	-	-
11	<i>Laportea stimulans</i>	32,94	56,66	40,44	-	-
12	<i>Melia azedarach</i>	-	-	-	40,34	-
13	<i>Pterocarpus indicus</i>	14,50	-	-	-	-
14	<i>Pterocymbium tinctorium</i>	-	-	49,15	55,90	-
15	<i>Sterculia foetida</i>	-	-	-	-	44,21
16	<i>Syzygium acuminatissima</i>	65,80	16,40	-	-	-
17	<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 Punggungan Bukit

Berdasarkan Tabel 20, 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. Tabel 21 menyajikan lima nilai INP tertinggi pada tingkat pohon diameter 5 - 20 cm berdasarkan karakteristik morfologi hutan bukit kapur.

Tabel 21. Lima nilai indeks nilai penting (INP) tertinggi pada tingkat pohon diameter 5 - 20 cm berdasarkan karakteristik morfologi hutan bukit kapur.

No.	Jenis (Nama Ilmiah)	Indeks Nilai Penting (%)				
		HPD	HPLP	HPLSB	HPLBB	HPPB
1	<i>Aglaia tomentosa</i>	-	-	23,64	-	-
2	<i>Alstonia scholaris</i>	-	71,73	-	-	-
3	<i>Beilschmiedia gemmiflora</i>	-	-	48,30	-	-
4	<i>Canthium glabrum</i>	55,82	-	-	-	-
5	<i>Diospyros sp.2</i>	-	38,57	-	-	-
6	<i>Dracontomelon dao</i>	78,57	-	-	-	-
7	<i>Dracaena angustifolia</i>	-	-	-	-	60,51
8	<i>Duabanga molucana</i>	-	-	-	28,55	18,65
9	<i>Erythrina subumbrans</i>	-	-	-	-	28,17
10	<i>Ficus sp.2</i>	-	-	-	54,71	-
11	<i>Garuga floribunda</i>	-	-	-	74,13	20,14
12	<i>Leea aequata</i>	34,36	-	35,16	-	-
13	<i>Melia azedarach</i>	25,05	-	-	-	-
14	<i>Melicope confusa</i>	-	-	23,54	-	-
15	<i>Polyscias nodosa</i>	-	54,80	22,56	-	-
16	<i>Pometia Pinnata</i>	-	26,29	-	-	-
17	<i>Pterocymbium tinctorium</i>	-	-	-	25,34	-
18	<i>Psychotria montana</i>	-	26,22	-	-	-
19	<i>Sterculia foetida</i>	-	-	-	35,68	78,24
20	<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 21 menunjukkan bahwa pada 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.

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).

Vickery (1984) menyatakan bahwa persaingan menjadi keharusan dalam memanfaatkan ruang dan tempat, cahaya, air dan unsur hara yang ada sebagai sumberdaya pemenuhan kebutuhan hidupnya. Indiriyanto (2010) menambahkan, di dalam hutan pada umumnya terjadi persaingan antar jenis pohon yang ada. Akibat persaingan tersebut muncul jenis yang mampu bersaing, memiliki pertumbuhan kuat, dan menjadi jenis yang dominan dibandingkan jenis yang lainnya.

B. Indeks Keanekaragaman dan Indeks Kemerataan

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. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 22.

Tabel 22. 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)

Indeks keanekaragaman jenis menggabungkan indeks kekayaan jenis dan pemerataan kedalam nilai tunggal (Ludwig dan Reynold, 1988). Jumlah jenis yang tinggi dapat meningkatkan nilai Indeks tersebut dan persebaran individu yang merata di antara jenis juga akan meningkatkan nilai yang dihitung menggunakan fungsi Shannon-Wiener (Krebs, 1978).

Perkembangan komunitas tumbuhan, dapat didekati menggunakan konsep perbandingan antara jumlah jenis dan jumlah individu pada setiap tahapan perkembangan komunitas, dapat memberikan petunjuk meskipun tidak terlalu akurat. Menurut *Whitmore* (1984), prinsip ini didasarkan pada teori perkembangan vegetasi, bahwa semakin tua suatu komunitas tumbuhan maka akan semakin banyak jenisnya, tetapi jumlah individu per jenis akan semakin kecil. Sebaliknya pada komunitas yang muda akan memiliki jumlah jenis yang sedikit, tetapi mempunyai jumlah individu yang besar pada setiap jenisnya. Berdasarkan hasil keanekaragaman pada plot hutan primer lereng sedikit batu dari tingkat pohon diameter > 20 cm memiliki nilai yang tertinggi jika dibandingkan dengan komunitas lainnya. Pada lokasi plot hutan primer lereng sedikit batu juga memiliki keanekaragaman yang tinggi dari tingkat pohon diameter 5 -20 cm. Hal ini menunjukkan bahwa komunitas pada plot hutan primer lereng sedikit batu, lebih dewasa dibandingkan dengan komunitas lainnya.

Tingkat pemerataan jenis pada berbagai plot penelitian dari tingkat pohon diameter > 20 dan tingkat pohon diameter 5 - 20 cm tergolong tinggi ($0,5 < E < 1$). Nilai indeks pemerataan jenis akan tergolong tinggi atau maksimal apabila kelimpahan individu pada tiap jenis hampir sama

(Ludwig dan Reynold, 1988). Penambahan jenis pada suatu komunitas, terutama jenis yang memiliki nilai individu yang rendah dapat berpengaruh signifikan terhadap nilai indeks pemerataan jenis (E) (Ludwig dan Reynold, 1988). Nilai indeks pemerataan jenis tertinggi terdapat di plot hutan primer lereng sedikit batu pada tingkat pohon diameter > 20 dan tingkat pohon diameter 5 - 20 cm.

5.2. Potensi Simpanan Karbon

A. Biomassa Atas Permukaan (BAP) dan Simpanan Karbon

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 (Tabel 23). Total BAP dan simpanan karbon tersebut dapat dilihat dalam Tabel 24 dan Tabel Lampiran 1.

Tabel 23. 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.

No.	Karakteristik Morfologi	P (ton/ha)		N (ton/ha)	TB (ton/ha)	S (ton/ha)	
		D > 20 cm	D 5 - 20 cm			Daun	Ranting
1	Hutan Primer Datar	95,49	12,26	2,15	0,69	0,90	1,03
2	Hutan Primer Lorong Patahan	66,19	12,84	6,77	0,78	1,47	1,25
3	Hutan Primer Lereng Sedikit Batu	68,76	15,55	16,88	0,75	1,21	1,09
4	Hutan Primer Lereng Banyak Batu	13,43	11,46	2,90	1,21	0,90	0,88
5	Hutan Primer Punggung Bukit	11,18	6,73	0,73	2,10	0,98	0,98

Tabel 24. Biomassa di atas permukaan (BAP) dan simpanan karbon berdasarkan karakteristik morfologi hutan ekosistem karst.

No.	Karakteristik Morfologi	Rerata Total BAP $\pm$ SE (ton/ha)	Rerata Total Simpanan Karbon $\pm$ SE (ton/ha)
1	Hutan Primer Datar	112,52 $\pm$ 19,05	56,26 $\pm$ 9,52
2	Hutan Primer Lorong Patahan	89,29 $\pm$ 17,74	44,64 $\pm$ 8,87
3	Hutan Primer Lereng Sedikit Batu	104,23 $\pm$ 19,69	52,12 $\pm$ 9,84
4	Hutan Primer Lereng Banyak Batu	30,78 $\pm$ 6,11	15,39 $\pm$ 3,06
5	Hutan Primer Punggung Bukit	22,70 $\pm$ 4,51	11,35 $\pm$ 2,26

Keterangan:

BAP = Biomassa atas permukaan

SE = *Standard Error*

Dari Tabel 24 dapat dilihat 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 $\pm$ 19,05 ton/ha, sedangkan total simpanan karbonnya adalah 56,26 $\pm$ 9,52 ton/ha.

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 Jambu-jambu (*Syzygium acuminatissima*) dan Kajuara 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.

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, biomasanya akan lebih tinggi bila dibandingkan dengan lahan yang mempunyai spesies dengan nilai kerapatan kayu rendah (Hairiah dan Rahayu, 2007).

Penghitungan biomassa dan karbon pada hutan bukit kapur belum banyak dilakukan. Sebagian besar publikasi penghitungan biomassa untuk hutan lahan kering di Sulawesi lebih banyak dilakukan di daerah dataran rendah dan dataran tinggi bukan pada hutan bukit kapur (BBKSDA Sulsel, 2010; BBKSDA Sulsel, 2013; Wahyuni *et al.*, 2012). Berdasarkan penelitian yang telah dipublikasikan (Tabel 25), hutan lahan kering dataran rendah primer Sulawesi memiliki simpanan karbon 77,19 ton/ha (BBKSDA Sulsel, 2010), hutan lahan kering dataran tinggi primer 135,20 ton/ha (BBKSDA Sulsel, 2013), hutan lahan kering dataran rendah sekunder 274,13 ton/ha dan hutan lahan kering dataran tinggi sekunder 220,79 ton/ha (Wahyuni *et al.*, 2012). Hasil penelitian menunjukkan hutan ekosistem karst memiliki simpanan karbon berkisar $11,35 \pm 2,26 - 56,26 \pm 9,52$ ton/ha (Tabel 24).

Tabel 25. 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).

Secara umum, biomassa hutan bukit kapur lebih rendah dibandingkan dengan hutan lahan kering bukan pada hutan bukit kapur. 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.* (1984) 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.

B. Uji Nilai Akurasi Pengukuran Biomassa

Kesalahan di dalam pengukuran karbon terjadi pada berbagai tingkatan kegiatan, mulai saat desain sampling, pengukuran lapangan, penggunaan model alometrik (Chave *et al.*, 2004; Manuri *et al.*, 2011). Pengukuran karbon menggunakan bentuk dan jumlah plot yang berbeda untuk tipe hutan yang sama akan menghasilkan tingkat akurasi yang berbeda pula. Kesalahan pada saat pengukuran lapangan dapat terjadi akibat dari kesalahan alat, kesalahan pencatatan dan kesulitan pengukuran diameter batang berbanir (Chave *et al.*, 2004). Oleh karena itu, IPCC (2007) menyarankan pentingnya penghitungan nilai *uncertainty* pengukuran karbon.

Hasil uji nilai akurasi penghitungan biomassa untuk setiap karakteristik morfologi hutan bukit kapur disajikan pada lampiran 3. 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 (Samalca, 2007; Laumonier *et al.*, 2010; Manuri *et al.*, 2011). 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.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

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.

6.2. Saran

Kawasan hutan primer karst pada Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung memiliki keanekaragaman jenis tumbuhan yang sedang dan berfungsi sebagai penyerap dan penyimpan karbon sehingga untuk mempertahankan karbon yang ada maka perlu dilaksanakan perlindungan serta pelestarian hutan primer karst berupa pengendalian deforestasi, mencegah degradasi serta menerapkan praktek silvikultur yang baik oleh pihak pengelola Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, A. 2006. Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Bermanfaat Di Kawasan Karst Maros – 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*. Brilian International. Surabaya.
- Adinugroho, W.C. dan Sidiyasa, K. 2006. Model pendugaan biomasa pohon mahoni (*Swietenia macrophylla* King) di atas permukaan tanah. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* 3(1): 103–117.
- Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam Sulawesi Selatan (BBKSDA SULSEL). 2010. *Laporan Valuasi Ekonomi Karbon di Cagar Alam Faruhumpenai di Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan*. Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam Sulawesi Selatan. Bidang Konservasi Sumber Daya Alam Wilayah I. Makassar.
- Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam Sulawesi Selatan (BBKSDA SULSEL). 2013 *Valuasi Ekonomi Karbon CA Kalaena*. Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam Sulawesi Selatan. Makassar.
- Balai Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung (Balai TN Babul). 2015. Data flora dan fauna Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung Tahun 2015. Balai Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung. Maros.
- Balai Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung (Balai TN Babul). 2016. *Rencana Pengelolaan Jangka Panjang Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung Provinsi Sulawesi Selatan Periode 2016-2025*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Direktorat Jenderal Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem Balai Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung, Maros.
- Center for International Forestry Research. 2009. *Apakah itu? Pedoman CIFOR Tentang Hutan, Perubahan Iklim dan REDD*. Bogor: CIFOR.

- Chave, J., Condit R, Aguilar S, Hernandez A, Lao S, Perez R. 2004. Error propagation and scaling for tropical forest biomass estimates. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 359: 409–420.
- Dahlan EN, Jaya INS, Istomo. 2004. *Estimasi Karbon Tegakan Acacia Mangium Willd Menggunakan Citra Landsat ETM+ dan Spot -5: Studi Kasus di BKPH Parung Panjang*. Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV “Pemanfaatan Efektif Penginderaan Jauh untuk Peningkatan Kesejahteraan Bangsa” Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Darsono, A. Achmad, Y. Yusuf, Suminarto, A. Rajab, D. Asriady. 2008. *Rencana Pengelolaan Jangka Panjang Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung Periode 2008-2027 Kabupaten Maros dan Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan*. Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung. Maros.
- 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 – ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya, Indonesia.
- IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*). 2007. *Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability* [M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson (eds)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976 pp.
- Krebs, C. J. 1985. *Ecology the Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Third Edition. New York.
- Kyrklund, B. 1990. The Potential of Forests and Forest Industry in Reducing Excess Atmospheric Carbon Dioxide. *Unasylva* 163. Vol 41. FAO

- 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.
- Ludwig JA, Reynold JF. 1988. *Statistical Ecology*. New York: John Wiley and Sons.
- Lusiana B, Van Noordwijk M, Rahayu S. 2005. *Carbon Stock in Nunukan, East Kalimantan: A Spatial Monitoring and Modelling Approach*. Report from the carbon monitoring team of the Forest Resources Management for Carbon Sequestration (FORMACS) project. Bogor, Indonesia. World Agroforestry Centre – ICRAF, SEA Regional Office.
- Manuri, S., C.A.S. Putra & A.D. Saputra. 2011. *Tehnik Pendugaan Cadangan Karbon Hutan*. Merang REDD Pilot Project, German International Cooperation – GIZ. Palembang: x + 91 hlm.
- Prasetyo A. 2010. *Pendugaan Perubahan Cadangan Karbon di Tambling Wildlife Nature Conservation Taman Nasional Bukit Barisan Selatan*. Bogor: Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- Shaqir, K.J. 2016. *Komposisi Jenis dan Potensi Simpanan Karbon Pada Hutan Bukit Kapur (Limestone Forest) di Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung (SPTN Wilayah II Camba Kabupaten Maros Provinsi Sulawesi Selatan)*. Thesis S2, Unhas, Makassar.
- Soerianegara I, Indrawan A. 2002. *Ekologi Hutan Indonesia*. Bogor: Laboratorium Ekologi Hutan, Fakultas Kehutanan IPB.
- Sutaryo, D. 2009. *Penghitungan Biomassa Sebuah Pengantar untuk Studi Karbon dan Perdagangan Karbon*. Wetlands International Indonesia Programme. Bogor.
- Tim PKLP TNMB. 2010. *Laporan Praktek Kerja Lapang Profesi (PKLP) Mahasiswa Program Sarjana di Taman Nasional Meru Betiri*. Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Vickery, M. L. 1984. *Ecology of Tropical Plants*. John Wiley and Sons. New York.
- Wahyuni, I.N., A. Suryawan, S. Tabbu, & Y. Kafiari. 2012. *Pendugaan Biomasa dan Karbon Tersimpan di Atas Permukaan Tanah pada Kawasan Taman Nasional Bogani Nani Wartabone*. Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Kehutanan Manado. Manado.

- Whitmore TC. 1984. *Tropical Rain Forest of The Far East*. Ed ke-2. Oxford: Oxford University Press.
- Whitten, J. A., M. Mustafa dan G. S. Henderson. 1987. *Ekologi Sulawesi*. (Diterjemahkan oleh Gembong Tjittrosoepomo). Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Wong KM. 1998. *Pattern of plant endemism and rarity in Borneo and the Malay Peninsula. Pattern of plant endemism and rarity in Borneo and the Malay Peninsula. Rare Threatened and Endangered Floras of Asia and the Pacific Rim*. 16: 139-169.

LAMPIRAN

Lapmiran 1. Jumlah individu (N), luas bidang dasar (LBD), dominansi relatif (DR), indeks nilai penting (INP), keanekaragaman jenis (H') dan kemerataan jenis (E) pada plot penelitian.

Lampiran 2.1. Hutan primer datar pada tingkat pohon diameter > 20 cm

No.	Jenis (Nama Ilmiah)	Famili	N	LBDS (m²)	KR (%)	FR (%)	DR (%)	INP (%)	H'	E
1	<i>Pisonia umbellifera</i>	Nyctaginaceae	4	19,51	4,26	6,25	3,34	13,94	0,13	
2	<i>Syzygium acuminatissima</i>	Myrtaceae	23	145,88	24,47	15,63	25,70	65,80	0,34	
3	<i>Dracontomelon dao</i>	Anacardiaceae	13	87,78	13,83	12,50	15,47	41,80	0,27	
4	<i>Erythrina subumbrans</i>	Fabaceae	2	11,92	2,13	3,13	2,10	7,35	0,08	
5	<i>Buchanania arborescens</i>	Anacardiaceae	3	15,62	3,19	4,69	2,75	10,63	0,11	
6	<i>Laportea stimulans</i>	Urticaceae	10	55,65	10,64	12,50	9,80	32,94	0,24	
7	<i>Palaquium obovatum</i>	Sapotaceae	2	8,84	2,13	3,13	1,56	6,81	0,08	
8	<i>Antiaris toxicaria</i>	Moraceae	2	7,06	2,13	3,13	1,24	6,50	0,08	
9	<i>Villebrunea rubescens</i>	Urticaceae	2	10,64	2,13	3,13	1,88	7,13	0,08	
10	<i>Ziziphus angustifolius</i>	Rhamnaceae	2	14,98	2,13	3,13	2,64	7,89	0,08	
11	<i>Ficus sp.3</i>	Moraceae	15	87,71	15,96	12,50	15,45	43,91	0,29	
12	<i>Phaleria capitata</i>	Thymeleaceae	2	16,12	2,13	1,56	2,84	6,53	0,08	
13	<i>Pterocarpus indicus</i>	Leguminosae	4	22,70	4,26	6,25	4,00	14,50	0,13	
14	<i>Alstonia scholaris</i>	Apocynaceae	2	10,00	2,13	3,13	1,76	7,01	0,08	
15	<i>Terminalia supitiana</i>	Combretaceae	2	13,42	2,13	1,56	2,36	6,05	0,08	
16	<i>Beilschmiedia gemmiflora</i>	Lauraceae	2	13,81	2,13	3,13	2,43	7,69	0,08	
17	<i>Pterospermum celebicum</i>	Malvaceae	2	14,54	2,13	3,13	2,56	7,81	0,08	
18	<i>Elaeocarpus sphaericus</i>	Elaeocarpaceae	2	11,39	2,13	1,56	2,01	5,70	0,08	
			94	567,57	100,00	100,00	100,00	300,00	2,43	0,84

Lampiran 2.2. Hutan primer datar pada tingkat pohon diameter 5 - 20 cm

No.	Jenis (Nama Ilmiah)	Famili	N	LBDS (m²)	KR (%)	FR (%)	DR (%)	INP (%)	H'	E
1	<i>Diospyros sp.2</i>	Ebenaceae	3	0,66	7,50	6,38	1,91	12,77	0,14	
2	<i>Diospyros sp.1</i>	Ebenaceae	3	0,96	7,50	6,38	2,76	13,62	0,14	
3	<i>Canthium glabrum</i>	Rubiaceae	12	5,79	30,00	21,28	16,63	55,82	0,31	
4	<i>Syzygium acuminatissima</i>	Myrtaceae	10	4,97	25,00	17,02	14,26	46,20	0,28	
5	<i>Alangium rotundifolium</i>	Cornaceae	2	0,69	5,00	2,13	1,98	7,09	0,10	
6	<i>Dracontomelon dao</i>	Anacardiaceae	17	11,12	42,50	21,28	31,92	78,57	0,35	
7	<i>Melia azedarach</i>	Meliaceae	6	2,64	15,00	8,51	7,58	25,05	0,22	
8	<i>Leea aequata</i>	Vitaceae	8	4,85	20,00	8,51	13,91	34,36	0,25	
9	<i>Beilschmiedia gemmiflora</i>	Lauraceae	3	1,33	7,50	4,26	3,81	12,54	0,14	
10	<i>Buchanania arborescens</i>	Anacardiaceae	3	1,83	7,50	4,26	5,24	13,98	0,14	
			67	34,83	100,00	100,00	100,00	300,00	2,07	0,90

Lampiran 2.3. Hutan primer lorong patahan pada tingkat pohon diameter > 20 cm

No.	Jenis (Nama Ilmiah)	Famili	N	LBDS (m²)	KR (%)	FR (%)	DR (%)	INP (%)	H'	E
1	<i>Syzygium acuminatissima</i>	Myrtaceae	3	19,07	5,36	6,67	4,38	16,40	0,16	
2	<i>Alstonia scholaris</i>	Apocynaceae	10	81,37	17,86	22,22	18,67	58,75	0,31	
3	<i>Kleinhovia hospita</i>	Malvaceae	14	131,69	25,00	22,22	30,21	77,43	0,35	
4	<i>Pangium edule</i>	Achariaceae	3	23,22	5,36	4,44	5,33	15,13	0,16	
5	<i>Laportea stimulans</i>	Urticaceae	11	83,85	19,64	17,78	19,24	56,66	0,32	
6	<i>Mischocarpus sp.</i>	Sapindaceae	3	14,66	5,36	6,67	3,36	15,39	0,16	
7	<i>Leea aequata</i>	Vitaceae	3	13,69	5,36	4,44	3,14	12,94	0,16	
8	<i>Pterocymbium tinctorium</i>	Malvaceae	3	20,47	5,36	4,44	4,70	14,50	0,16	
9	<i>Ficus sp.4</i>	Moraceae	3	19,55	5,36	6,67	4,48	16,51	0,16	
10	<i>Dracontomelon dao</i>	Anacardiaceae	3	28,32	5,36	4,44	6,50	16,30	0,16	
			56	435,90	100,00	100,00	100,00	300,00	2,07	0,90

Lampiran 2.4. Hutan primer lorong patahan pada tingkat pohon diameter 5 - 20 cm

No.	Jenis (Nama Ilmiah)	Famili	N	LBDS (m²)	KR (%)	FR (%)	DR (%)	INP (%)	H'	E
1	<i>Polyscias nodosa</i>	Araliaceae	10	7,91	16,95	17,86	19,99	54,80	0,30	
2	<i>Garcinia sp.</i>	Clusiaceae	3	1,55	5,08	5,36	3,92	14,36	0,15	
3	<i>Diospyros sp.2</i>	Ebenaceae	7	5,62	11,86	12,50	14,21	38,57	0,25	
4	<i>Garuga floribunda</i>	Burseraceae	3	0,97	5,08	5,36	2,44	12,88	0,15	
5	<i>Kleinhovia hospita</i>	Malvaceae	3	2,64	5,08	5,36	6,68	17,12	0,15	
6	<i>Bombax ceiba</i>	Bombacaceae	3	1,62	5,08	5,36	4,10	14,55	0,15	
7	<i>Alstonia scholaris</i>	Apocynaceae	16	10,58	27,12	17,86	26,75	71,73	0,35	
8	<i>Psychotria montana</i>	Rubiaceae	6	4,23	10,17	5,36	10,70	26,22	0,23	
9	<i>Knema laurina</i>	Myristicaceae	5	3,11	8,47	7,14	7,87	23,49	0,21	
10	<i>Pometia pinnata</i>	Sapindaceae	3	1,32	5,08	17,86	3,35	26,29	0,15	
			59	39,56	100,00	100,00	100,00	300,00	2,11	0,91

Lampiran 2.5. Hutan primer lereng sedikit batu pada tingkat pohon diameter > 20 cm

No.	Jenis (Nama Ilmiah)	Famili	N	LBDS (m ²)	KR (%)	FR (%)	DR (%)	INP (%)	H'	E
1	<i>Ficus sp.1</i>	Moraceae	3	17,98	4,29	5,17	3,82	13,27	0,13	
2	<i>Ficus variegata</i>	Moraceae	4	23,68	5,71	6,90	5,03	17,64	0,16	
3	<i>Pterocymbium tinctorium</i>	Malvaceae	12	77,67	17,14	15,52	12,07	49,15	0,26	
4	<i>Antiaris toxicaria</i>	Moraceae	4	27,42	5,71	6,90	5,82	18,43	0,16	
5	<i>Beilschmiedia gemmiflora</i>	Lauraceae	3	12,76	4,29	5,17	2,71	12,17	0,13	
6	<i>Cordia dichotoma</i>	Boraginaceae	3	18,94	4,29	3,45	4,02	11,75	0,13	
7	<i>Aglia tomentosa</i>	Meliaceae	3	15,39	4,29	5,17	3,27	12,72	0,13	
8	<i>Leea aequata</i>	Vitaceae	3	32,68	4,29	5,17	6,94	16,40	0,13	
9	<i>Alstonia scholaris</i>	Apocynaceae	4	31,40	5,71	5,17	6,66	17,55	0,16	
10	<i>Bombax ceiba</i>	Bombacaceae	3	21,31	4,29	3,45	4,52	12,26	0,13	
11	<i>Ailanthus triphylla</i>	Simarubaceae	3	23,64	4,29	3,45	5,02	12,75	0,13	
12	<i>Laportea stimulans</i>	Urticaceae	9	56,85	12,86	15,52	12,07	40,44	0,26	
13	<i>Pterospermum celebicum</i>	Malvaceae	3	13,37	4,29	3,45	2,84	10,57	0,13	
14	<i>Pterocarpus indicus</i>	Leguminosae	4	28,88	5,71	3,45	6,13	15,29	0,16	
15	<i>Beilschmiedia gemmiflora</i>	Lauraceae	3	23,73	4,29	3,45	5,04	12,77	0,13	
16	<i>Ficus sp.3</i>	Moraceae	3	25,90	4,29	5,17	5,50	14,96	0,13	
17	<i>Sterculia foetida</i>	Malvaceae	3	19,53	4,29	3,45	4,15	11,88	0,13	
			70	471,14	100,00	100,00	100,00	300,00	2,71	0,95

Lampiran 2.6. Hutan primer lereng sedikit batu pada tingkat pohon diameter 5 - 20 cm

No.	Jenis (Nama Ilmiah)	Famili	N	LBDS (m ²)	KR (%)	FR (%)	DR (%)	INP (%)	H'	E
1	<i>Rhodomyrtus sp.</i>	Myrtaceae	2	0,68	3,33	3,51	0,85	7,69	0,11	
2	<i>Pterocymbium tinctorium</i>	Malvaceae	2	0,79	3,33	3,51	1,96	8,81	0,11	
3	<i>Aglia tomentosa</i>	Meliaceae	4	3,98	6,67	7,02	9,96	23,64	0,18	
4	<i>Ziziphus angustifolius</i>	Rhamnaceae	2	1,84	3,33	3,51	4,59	11,43	0,11	
5	<i>Beilschmiedia gemmiflora</i>	Lauraceae	10	5,63	16,67	17,54	14,09	48,30	0,30	
6	<i>Leea aequata</i>	Vitaceae	7	4,48	11,67	12,28	11,21	35,16	0,25	
7	<i>Garuga floribunda</i>	Burseraceae	2	1,49	3,33	3,51	3,73	10,57	0,11	
8	<i>Polyscias nodosa</i>	Araliaceae	5	2,18	8,33	8,77	5,46	22,56	0,21	
9	<i>Melicope confusa</i>	Rutaceae	4	3,94	6,67	7,02	9,86	23,54	0,18	
10	<i>Leea sp.</i>	Vitaceae	2	2,56	3,33	3,51	6,41	13,25	0,11	
11	<i>Palaquium obovatum</i>	Sapotaceae	2	1,16	3,33	3,51	2,91	9,75	0,11	
12	<i>Heritiera sylvatica</i>	Malvaceae	1	0,62	1,67	1,75	1,56	4,98	0,07	
13	<i>Antidesma montanum</i>	Phyllanthaceae	2	1,89	3,33	3,51	4,72	11,56	0,11	
14	<i>Wrightia pubescens</i>	Apocynaceae	2	0,48	3,33	3,51	1,19	8,03	0,11	
15	<i>Ardisia lanceolata</i>	Primulaceae	2	0,69	3,33	1,75	1,72	6,80	0,11	
16	<i>Mischocarpus sp.</i>	Sapindaceae	1	1,61	1,67	1,75	4,03	7,45	0,07	
17	<i>Bombax ceiba</i>	Bombacaceae	2	0,58	3,33	1,75	1,45	6,54	0,11	
18	<i>Lagerstroemia ovalifolia</i>	Lythraceae	2	1,72	3,33	3,51	4,31	11,15	0,11	
19	<i>Canthium glabrum</i>	Rubiaceae	2	2,01	3,33	1,75	5,03	10,12	0,11	
20	<i>Psychotria montana</i>	Rubiaceae	1	0,23	1,67	1,75	0,58	4,00	0,07	
21	<i>Melia azedarach</i>	Meliaceae	2	0,89	3,33	3,51	2,22	9,07	0,11	
22	<i>Syzygium sp.</i>	Myrtaceae	1	0,87	1,67	1,75	2,17	5,59	0,07	
			60	31,39	100,00	100,00	100,00	300,00	2,86	0,93

Lampiran 2.7. Hutan primer lereng banyak batu pada tingkat pohon diameter > 20 cm

No.	Jenis (Nama Ilmiah)	Famili	N	LBDS (m ²)	KR (%)	FR (%)	DR (%)	INP (%)	H'	E
1	<i>Casearia grewiaefolia</i>	Salicaceae	3	16,25	11,54	11,76	12,03	35,33	0,25	
2	<i>Pterocymbium tinctorium</i>	Malvaceae	5	25,68	19,23	17,65	19,02	55,90	0,32	
3	<i>Vitex pinnata</i>	Lamiaceae	1	3,60	3,85	5,88	2,66	12,39	0,13	
4	<i>Melia azedarach</i>	Meliaceae	3	15,06	11,54	17,65	11,16	40,34	0,25	
5	<i>Duabanga molucana</i>	Lythraceae	5	27,55	19,23	17,65	20,41	57,28	0,32	
6	<i>Ziziphus angustifolius</i>	Rhamnaceae	2	13,97	7,69	5,88	10,35	23,92	0,20	
7	<i>Dracaena angustifolia</i>	Asparagaceae	1	4,30	3,85	5,88	3,19	12,91	0,13	
8	<i>Ficus sp.3</i>	Moraceae	1	3,21	3,85	5,88	2,38	12,11	0,13	
9	<i>Garuga floribunda</i>	Burseraceae	3	15,39	11,54	5,88	11,40	28,82	0,25	
10	<i>Bombax ceiba</i>	Bombacaceae	2	10,02	7,69	5,88	7,42	20,99	0,20	
			26	135,03	100,00	100,00	100,00	300,00	2,15	0,93

Lampiran 2.8. Hutan primer lereng banyak batu pada tingkat pohon diameter 5 - 20 cm

No.	Jenis (Nama Ilmiah)	Famili	N	LBDS (m ²)	KR (%)	FR (%)	DR (%)	INP (%)	H'	E
1	<i>Ficus sp.2</i>	Moraceae	15	11,80	23,08	8,33	17,18	48,59	0,34	
2	<i>Laportea stimulans</i>	Urticaceae	1	1,63	1,54	4,17	2,38	8,09	0,06	
3	<i>Pterocymbium tinctorium</i>	Malvaceae	4	3,63	6,15	12,50	5,29	23,95	0,17	
4	<i>Diospyros sp.1</i>	Ebenaceae	1	1,07	1,54	4,17	1,56	7,27	0,06	
5	<i>Duabanga molucana</i>	Lythraceae	7	8,86	10,77	8,33	12,91	32,01	0,24	
6	<i>Vitex pinnata</i>	Lamiaceae	2	2,65	3,08	8,33	3,87	15,28	0,11	
7	<i>Sterculia foetida</i>	Malvaceae	7	10,14	10,77	12,50	14,78	38,05	0,24	
8	<i>Palaquium obovatum</i>	Sapotaceae	1	0,94	1,54	4,17	1,36	7,07	0,06	
9	<i>Ficus sp.1</i>	Moraceae	1	0,89	1,54	4,17	1,29	7,00	0,06	
10	<i>Magnolia acuminata</i>	Magnoliaceae	1	1,61	1,54	4,17	2,35	8,05	0,06	
11	<i>Bombax ceiba</i>	Bombacaceae	3	4,46	4,62	4,17	6,50	15,28	0,14	
12	<i>Garuga floribunda</i>	Burseraceae	15	16,32	23,08	4,17	23,77	51,02	0,34	
13	<i>Bambusa sp</i>	Poaceae	1	0,50	1,54	4,17	0,72	6,43	0,06	
14	<i>Ficus sp.5</i>	Moraceae	1	0,78	1,54	4,17	1,13	6,83	0,06	
15	<i>Wrightia pubescens</i>	Apocynaceae	1	0,73	1,54	4,17	1,06	6,77	0,06	
16	<i>Ziziphus angustifolius</i>	Rhamnaceae	3	2,01	4,62	4,17	2,92	11,71	0,14	
17	<i>Ficus sp.3</i>	Moraceae	1	0,62	1,54	4,17	0,91	6,61	0,06	
			65	68,64	100,00	100,00	100,00	300,00	2,30	0,81

Lampiran 2.9. Hutan primer punggung bukit pada tingkat pohon diameter > 20 cm

No.	Jenis (Nama Ilmiah)	Famili	N	LBDS (m ²)	KR (%)	FR (%)	DR (%)	INP (%)	H'	E
1	<i>Garuga floribunda</i>	Burseraceae	2	9,56	14,29	14,29	13,47	42,04	0,28	
2	<i>Ziziphus angustifolius</i>	Rhamnaceae	2	8,40	14,29	14,29	11,83	40,40	0,28	
3	<i>Alstonia scholaris</i>	Apocynaceae	2	9,88	14,29	14,29	13,91	42,48	0,28	
4	<i>Duabanga molucana</i>	Lythraceae	3	19,51	21,43	21,43	27,47	70,33	0,33	
5	<i>Sterculia foetida</i>	Malvaceae	2	11,11	14,29	14,29	15,64	44,21	0,28	
6	<i>Bombax ceiba</i>	Bombacaceae	1	3,47	7,14	7,14	4,88	19,17	0,19	
7	<i>Dracaena angustifolia</i>	Asparagaceae	1	4,97	7,14	7,14	7,00	21,28	0,19	
8	<i>Diospyros sp.1</i>	Ebenaceae	1	4,13	7,14	7,14	5,81	20,10	0,19	
			14	71,03	100,00	100,00	100,00	300,00	2,01	0,97

Lampiran 2.10. Hutan primer punggung bukit pada tingkat pohon diameter 5 - 20 cm

No.	Jenis (Nama Ilmiah)	Famili	N	LBDS (m ²)	KR (%)	FR (%)	DR (%)	INP (%)	H'	E
1	<i>Duabanga molucana</i>	Lythraceae	4	1,54	5,97	7,84	4,84	18,65	0,17	
2	<i>Sterculia foetida</i>	Malvaceae	17	10,58	25,37	19,61	33,26	78,24	0,35	
3	<i>Ficus sp.1</i>	Moraceae	1	0,59	1,49	1,96	1,85	5,31	0,06	
4	<i>Dracaena angustifolia</i>	Asparagaceae	14	6,36	20,90	19,61	20,01	60,51	0,33	
5	<i>Diospyros sp.1</i>	Ebenaceae	2	0,74	2,99	3,92	2,33	9,24	0,10	
6	<i>Magnolia acuminata</i>	Magnoliaceae	1	0,23	1,49	1,96	0,72	4,18	0,06	
7	<i>Pterocymbium tinctorium</i>	Malvaceae	4	1,02	5,97	7,84	3,22	17,03	0,17	
8	<i>Erythrina subumbrans</i>	Fabaceae	5	3,47	7,46	9,80	10,90	28,17	0,19	
9	<i>Ficus sp.2</i>	Moraceae	2	0,59	2,99	1,96	1,85	6,79	0,10	
10	<i>Vitex pinnata</i>	Lamiaceae	2	0,84	2,99	1,96	2,63	7,57	0,10	
11	<i>Palaquium obovatum</i>	Sapotaceae	2	0,56	2,99	3,92	1,77	8,67	0,10	
12	<i>Garuga floribunda</i>	Burseraceae	5	2,16	7,46	5,88	6,80	20,14	0,19	
13	<i>Aglaiia tomentosa</i>	Meliaceae	2	1,08	2,99	1,96	3,40	8,35	0,10	
14	<i>Bombax ceiba</i>	Bombacaceae	2	0,49	2,99	3,92	1,53	8,44	0,10	
15	<i>Oroxylum indicum</i>	Bignoniaceae	2	1,00	2,99	3,92	3,13	10,04	0,10	
16	<i>Alstonia scholaris</i>	Apocynaceae	1	0,24	1,49	1,96	0,77	4,22	0,06	
17	<i>Melodinus sp.</i>	Apocynaceae	1	0,32	1,49	1,96	1,00	4,45	0,06	
			67	31,81	100,00	100,00	100,00	300,00	2,38	0,84

Lampiran 2. Biomassa, simpanan karbon dan uji akurasi pada plot penelitian.

Lampiran 2.1. Hutan primer datar

No.	Plot	Biomasa pohon		Nekromasa (ton/ha)	Tumbuhan Bawah (ton/ha)	Serakah (ton/ha)		Total Biomassa (ton/ha)	Total Simpanan Karbon (ton/ha)
		Pohon D > 20 cm	Pohon D 5-20 cm			Daun	Ranting		
1	17	79,40	9,14	1,51	0,94	0,63	1,03	92,65	46,33
2	18	74,35	15,22	2,97	0,91	0,69	1,45	95,60	47,80
3	19	76,65	7,55	0,00	1,11	0,27	2,28	87,85	43,93
4	20	116,76	4,70	2,62	0,73	0,85	1,38	127,04	63,52
5	21	92,23	18,35	2,17	0,25	1,13	0,59	114,71	57,36
6	46	102,61	18,93	3,06	0,69	1,10	0,80	127,20	63,60
7	47	143,55	12,87	2,68	0,68	1,11	1,13	162,02	81,01
8	48	68,34	23,51	2,40	0,25	0,99	0,40	95,89	47,95
9	49	51,24	10,13	4,09	0,57	1,24	0,75	68,01	34,01
10	50	149,78	2,18	0,00	0,73	0,96	0,53	154,19	77,10
$\bar{y}$		95,49	12,26	2,15	0,69	0,90	1,03	112,52	56,26
Rerata Total BAP $\pm$ SE (ton/ha)								$\bar{y}$	112,52
								S	30,12
								Sy	9,52
								CV%	8,47
								$\bar{y} + t.S\bar{y}$	112,52 + 19,05
								SE%	16,93
Rerata Total Simpanan Karbon $\pm$ SE (ton/ha)								$\bar{y}$	56,26
								S	15,06
								Sy	4,76
								CV%	8,47
								$\bar{y} + t.S\bar{y}$	56,26 + 9,52
								SE%	16,93

Lampiran 2. Lanjutan

Lampiran 2.2. Hutan primer lorong patahan

No.	Plot	Biomasa pohon		Nekromasa (ton/ha)	Tumbuhan Bawah (ton/ha)	Serakah (ton/ha)		Total Biomassa (ton/ha)	Total Simpanan Karbon
		Pohon D > 20 cm	Pohon D 5-20 cm			Daun	Ranting		
1	13	91,47	9,19	0,00	1,89	1,36	1,40	105,32	52,66
2	14	79,52	36,78	0,00	0,80	2,40	2,24	121,74	60,87
3	15	94,37	15,36	24,88	0,60	1,40	1,54	138,15	69,08
4	16	65,77	6,78	19,71	0,48	1,92	1,43	96,08	48,04
5	22	46,34	16,28	7,87	0,60	1,40	1,02	73,51	36,76
6	36	44,66	3,72	2,81	0,28	1,20	0,81	53,48	26,74
7	37	69,00	12,63	12,46	0,20	1,16	1,48	96,92	48,46
8	38	44,17	5,77	0,00	0,40	1,20	0,82	52,35	26,18
9	39	71,79	10,64	0,00	0,56	1,28	0,82	85,09	42,55
10	40	54,77	11,24	0,00	1,98	1,36	0,89	70,25	35,13
$\bar{y}$		66,19	12,84	6,77	0,78	1,47	1,25	89,29	44,64
Rerata Total BAP $\pm$ SE (ton/ha)								$\bar{y}$	89,29
								S	28,04
								Sy	8,87
								CV%	9,93
								$\bar{y} + t.S\bar{y}$	89,29 + 17,74
								SE%	19,86
Rerata Total Simpanan Karbon $\pm$ SE (ton/ha)								$\bar{y}$	44,64
								S	14,02
								Sy	4,43
								CV%	9,93
								$\bar{y} + t.S\bar{y}$	44,64 + 8,87
								SE%	19,86

Lampiran 2. Lanjutan

Lampiran 2.3. Hutan primer lereng sedikit batu

No.	Plot	Biomasa pohon		Nekromasa (ton/ha)	Tumbuhan Bawah (ton/ha)	Serasah (ton/ha)		Total Biomassa (ton/ha)	Total Simpanan Karbon
		Pohon D > 20 cm	Pohon D 5-20 cm			Daun	Ranting		
1	11	59,60	5,49	0,00	0,32	1,16	1,56	68,14	34,07
2	12	57,06	39,05	53,57	0,26	1,16	1,20	152,31	76,16
3	23	45,00	13,07	23,36	0,52	1,16	1,20	84,31	42,16
4	24	44,55	12,10	33,13	1,00	1,20	1,66	93,64	46,82
5	25	97,14	2,05	16,48	1,44	1,78	1,03	119,91	59,96
6	41	93,45	23,22	28,44	1,24	1,40	0,83	148,58	74,29
7	42	66,67	6,81	13,82	0,40	1,00	1,20	89,91	44,96
8	43	76,58	24,07	0,00	0,45	1,04	0,75	102,89	51,45
9	44	106,80	11,23	0,00	1,48	1,44	0,72	121,67	60,84
10	45	40,71	18,40	0,00	0,42	0,73	0,70	60,96	30,48
$\bar{y}$		68,76	15,55	16,88	0,75	1,21	1,09	104,23	52,12
Rerata Total BAP $\pm$ SE (ton/ha)								$\bar{y}$	104,23
								S	31,13
								Sy	9,84
								CV%	9,44
								$\bar{y} + t.S\bar{y}$	104,23 + 19,69
								SE%	18,89
Rerata Total Simpanan Karbon $\pm$ SE (ton/ha)								$\bar{y}$	52,12
								S	15,56
								Sy	4,92
								CV%	9,44
								$\bar{y} + t.S\bar{y}$	52,12 + 9,84
								SE%	18,89

Lampiran 2. Lanjutan

Lampiran 2.4. Hutan primer lereng banyak batu

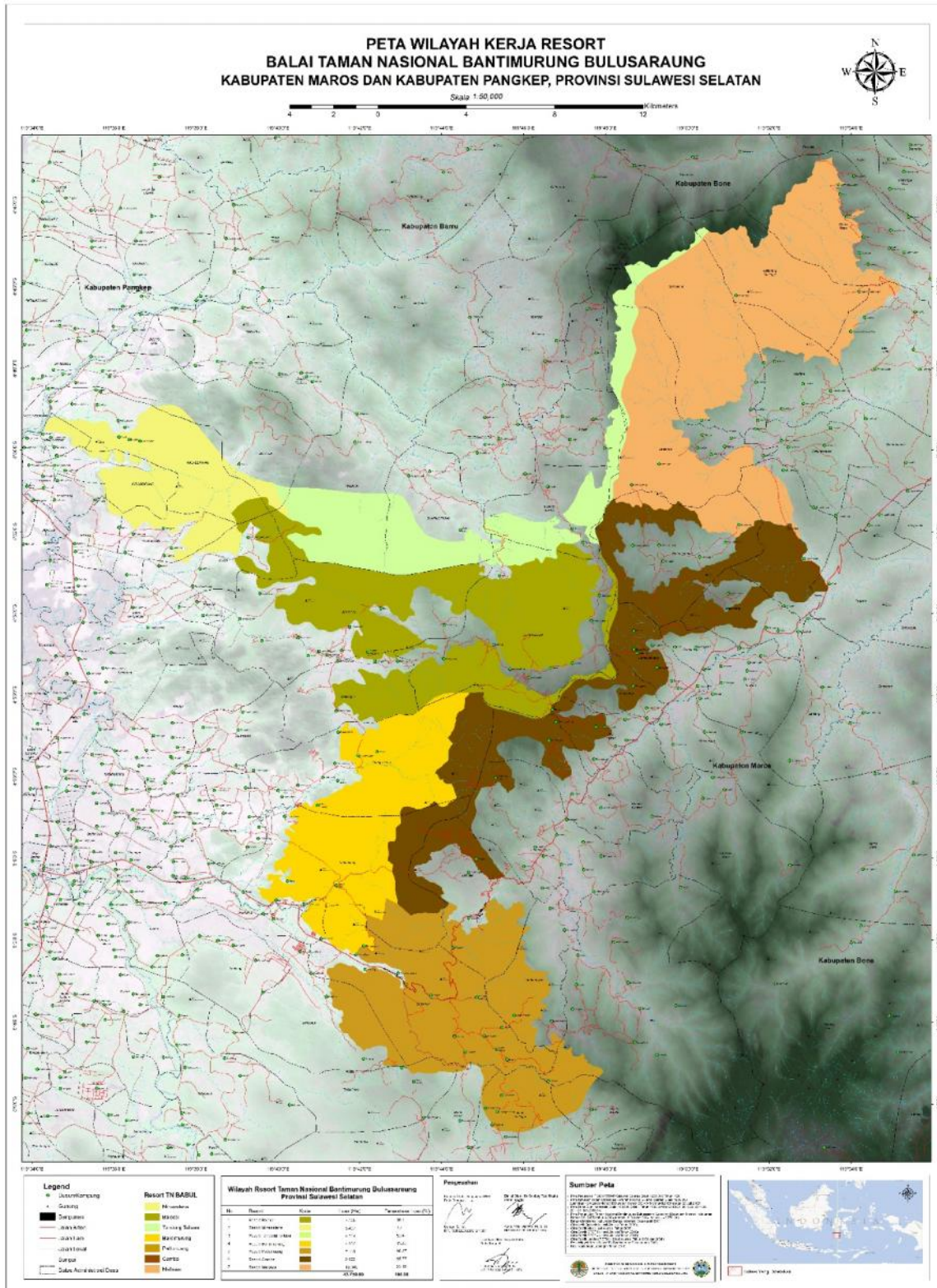
No.	Plot	Biomasa pohon		Nekromasa (ton/ha)	Tumbuhan Bawah (ton/ha)	Serakah (ton/ha)		Total Biomassa (ton/ha)	Total Simpanan Karbon
		Pohon D > 20 cm	Pohon D 5-20 cm			Daun	Ranting		
1	6	21,45	8,26	0,00	2,27	0,82	1,04	33,83	16,92
2	7	13,31	8,20	10,56	2,06	0,17	0,12	34,42	17,21
3	8	14,61	13,98	0,00	1,77	0,22	0,20	30,77	15,39
4	9	25,51	9,62	0,00	1,43	0,34	0,11	37,00	18,50
5	10	17,49	31,91	0,00	1,15	0,90	0,55	52,00	26,00
6	31	8,01	14,33	0,00	0,69	1,40	1,40	25,82	12,91
7	32	5,20	6,05	12,65	0,40	1,00	1,20	26,50	13,25
8	33	10,25	9,29	0,00	0,63	1,04	1,28	22,49	11,25
9	34	11,42	7,76	5,78	0,98	1,44	1,40	28,79	14,40
10	35	7,06	5,20	0,00	0,68	1,68	1,54	16,16	8,08
$\bar{y}$		13,43	11,46	2,90	1,21	0,90	0,88	30,78	15,39
Rerata Total BAP $\pm$ SE (ton/ha)								$\bar{y}$	30,78
								S	9,67
								Sy	3,06
								CV%	9,93
								$\bar{y} + t.S\bar{y}$	30,78 + 6,11
								SE%	19,87
Rerata Total Simpanan Karbon $\pm$ SE (ton/ha)								$\bar{y}$	15,39
								S	4,83
								Sy	1,53
								CV%	9,93
								$\bar{y} + t.S\bar{y}$	15,39 + 3,06
								SE%	19,87

Lampiran 2. Lanjutan

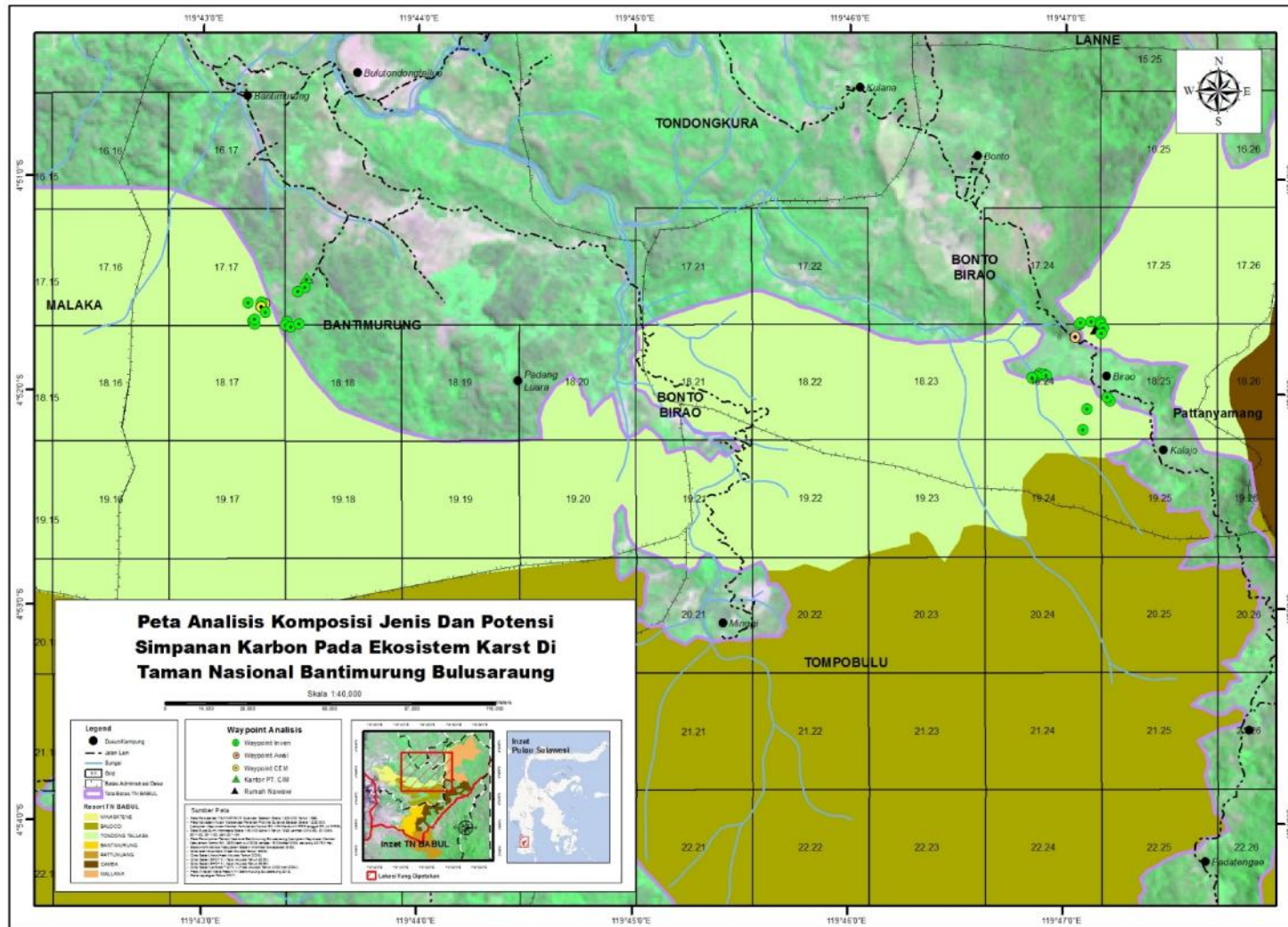
Lampiran 2.5. Hutan primer punggung bukit

No.	Plot	Biomasa pohon		Nekromasa (ton/ha)	Tumbuhan Bawah (ton/ha)	Serasah (ton/ha)		Total Biomassa (ton/ha)	Total Simpanan Karbon
		Pohon D > 20 cm	Pohon D 5-20 cm			Daun	Ranting		
1	1	22,90	10,28	2,55	1,36	0,92	0,32	38,33	19,17
2	2	9,62	6,01	0,00	3,30	0,29	0,28	19,51	9,76
3	3	14,46	4,64	0,00	4,03	0,22	0,20	23,54	11,77
4	4	2,94	3,76	1,83	4,90	0,86	1,67	15,97	7,99
5	5	7,44	4,50	0,00	2,41	0,90	0,55	15,80	7,90
6	26	6,10	4,87	0,00	1,24	1,40	1,40	15,01	7,51
7	27	18,56	3,71	0,00	0,52	1,00	1,20	24,99	12,50
8	28	12,22	7,66	0,00	0,56	1,04	1,28	22,76	11,38
9	29	7,46	14,64	2,95	1,48	1,44	1,40	29,37	14,69
10	30	10,10	7,19	0,00	1,20	1,68	1,54	21,72	10,86
$\bar{y}$		11,18	6,73	0,73	2,10	0,98	0,98	22,70	11,35
Rerata Total BAP $\pm$ SE (ton/ha)								$\bar{y}$	22,70
								S	7,13
								Sy	2,26
								CV%	9,94
								$\bar{y} + t.S\bar{y}$	22,70 + 4,51
								SE%	19,88
Rerata Total Simpanan Karbon $\pm$ SE (ton/ha)								$\bar{y}$	11,35
								S	3,57
								Sy	1,13
								CV%	9,94
								$\bar{y} + t.S\bar{y}$	11,35 + 2,26
								SE%	19,88

Lampiran 3. Peta Kawasan TN Bantimurung Bulusaraung



Lampiran 4. Peta Sebaran Plot Penelitian



Lampiran 5. Kondisi Plot Penelitian



Hutan Primer Datar



Hutan Primer Lorong Patahan



Hutan Primer Lereng Sedikit Batu



Hutan Primer Lereng Banyak Batu

Lampiran 5. Lanjutan



Hutan Primer Punggung Bukit



Pengukuran pohon dan nekromassa



Pengambilan Contoh Tumbuhan Bawah dan Serasah