



**ESTIMASI FITOMASSA TERSIMPAN PADA TUMBUHAN
PAKU-PAKUAN DI KAWASAN HUTAN HUJAN TROPIS
TAMAN NASIONAL MERU BETIRI
KABUPATEN JEMBER**

SKRIPSI

Oleh

**Nadia Sabrina
NIM 141810401049**

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**ESTIMASI FITOMASSA TERSIMPAN PADA TUMBUHAN
PAKU-PAKUAN DI KAWASAN HUTAN HUJAN TROPIS
TAMAN NASIONAL MERU BETIRI
KABUPATEN JEMBER**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Biologi (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh
Nadia Sabrina
NIM 141810401049

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

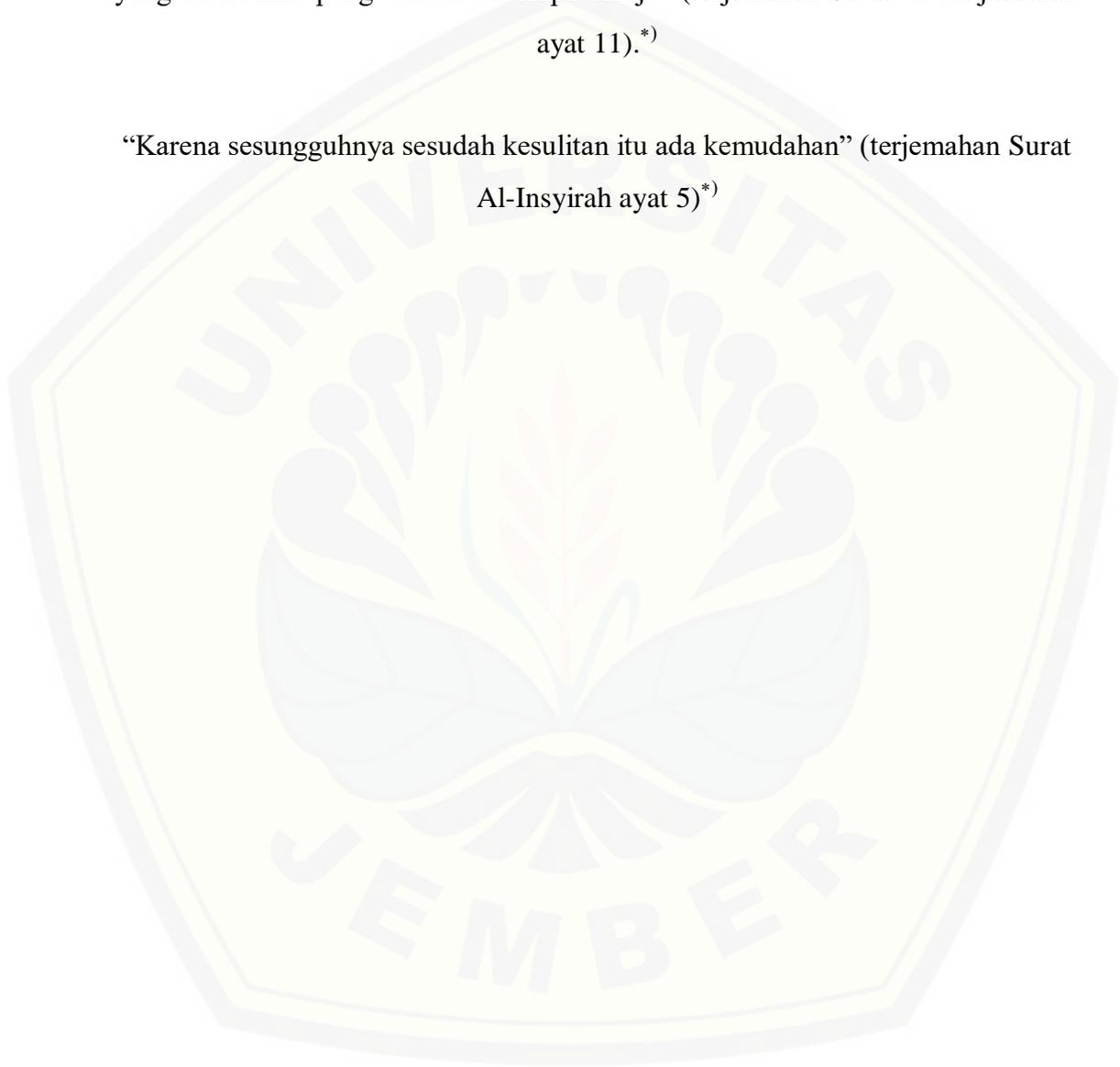
Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang senantiasa memberikan petunjuk dan ridho-Nya, serta Nabi Muhammad SAW yang selalu menjadi suri tauladan bagi umatnya. Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Dewi Hajar dan Ayahanda Mustofa tercinta, serta Ibu Sofiatun dan Bapak Solehan atas segala doa, kasih sayang, kepercayaan dan dukungan yang senantiasa mengiringi perjalanan hidup saya;
2. Kakak, adik dan seluruh keluarga besar tersayang yang selalu memberikan doa dan motivasi untuk melakukan yang terbaik;
3. Suamiku tercinta Sugiyanto yang selalu memberikan kepercayaan, dukungan dan do'a untuk perjalanan pendidikan dan karir saya;
4. Seluruh guru-guru sekolah dari TK, SD, SMP, SMA, dan dosen di Universitas Jember yang telah memberikan bimbingan dan ilmu-ilmunya yang sangat bermanfaat untuk menggapai cita-cita saya;
5. Almamater Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

MOTO

“Allah meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat”(terjemahan Surat Al-Mujaddalah ayat 11).*)

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan” (terjemahan Surat Al-Insyirah ayat 5)*)



¹⁾ Departemen Agama RI. 1989. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Semarang : Al Waah.

²⁾ Departemen Agama Republik Indonesia. 2009. *Al Quran dan Terjemahannya*. Bandung: PT. Sygma Examedia Arkanleema

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nadia Sabrina

NIM : 141810401049

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Estimasi Fitomassa Tersimpan Pada Tumbuhan Paku-pakuan Di Kawasan Hutan Hujan Tropis Resort Wonoasri Taman Nasional Meru Betiri Kabupaten Jember” adalah benar-benar karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Penelitian didanai sepenuhnya oleh Proyek ICCTF (*Indonesia Climate Change Trust Fund*). Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Januari 2018

Yang menyatakan,

Nadia Sabrina

NIM 141810401049

SKRIPSI

**ESTIMASI FITOMASSA TERSIMPAN PADA TUMBUHAN
PAKU-PAKUAN DI KAWASAN HUTAN HUJAN TROPIS
TAMAN NASIONAL MERU BETIRI
KABUPATEN JEMBER**

Oleh

Nadia Sabrina
NIM 141810401049

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Dra.Retno Wimbaningrum, M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Dra. Hari Sulistiyowati, M.Sc., Ph.D.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Estimasi Fitomassa Tersimpan Pada Tumbuhan Paku-pakuan di Kawasan Hutan Hujan Tropis Taman Nasional Meru Betiri Kabupaten Jember” karya Nadia Sabrina telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat :

Tim Penguji

Ketua,

Anggota 1,

Dr. Dra.Retno Wimbaningrum, M.Si.
NIP. 196605171993022001

Dra. Hari Sulistiyowati, M.Sc., Ph.D
NIP. 196501081990032002

Anggota II,

Anggota III,

Prof. Drs. Sudarmadji, M.A., Ph.D.
NIP. 195005071982121001

Dra. Dwi Setyati, M.Si
NIP. 196404171991032001

Mengesahkan

Dekan,

Drs. Sujito, Ph.D

NIP. 196102041987111001

RINGKASAN

Estimasi Fitomassa Tersimpan Pada Tumbuhan Paku-pakuan di Kawasan Hutan Hujan Tropis Taman Nasional Meru Betiri Kabupaten Jember; Nadia Sabrina, 141810401049; 2018; 28 halaman; Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Tumbuhan mampu menyerap karbondioksida di atmosfer dan mengubahnya menjadi karbon organik dalam bentuk biomassa melalui proses fotosintesis. Salah satu kelompok tumbuhan yang berpotensi untuk menyerap karbondioksida di atmosfer adalah tumbuhan paku. Kemampuan jenis tumbuhan paku-pakuan dalam menyerap karbondioksida dapat diketahui dari nilai fitomassa dan cadangan karbonnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan komposisi jenis tumbuhan paku, fitomassa dan karbon total tersimpan dalam tumbuhan paku-pakuan di kawasan hutan hujan tropis Resort Wonoasri Sektor Ambulu TNMB kabupaten Jember.

Penelitian ini dilakukan di kawasan hutan hujan tropis Resort Wonoasri Sektor Ambulu Taman Nasional Meru Betiri (TNMB) Kabupaten Jember pada bulan Maret-Juni 2017. Pencatatan nama jenis, persen penutupan setiap jenis tumbuhan paku-pakuan, dan parameter lingkungan abiotik dilakukan di dalam plot 10x10 m sebanyak 100 plot. Pengambilan sampel tumbuhan paku-pakuan juga dilakukan di dalam plot 0,25 m² untuk ditentukan berat keringnya dan pengukuran faktor lingkungan abiotik di dalam plot 10x10 m. Tahap penelitian selanjutnya adalah identifikasi jenis tumbuhan paku yang hasilnya divalidasi di Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi LIPI. Sampel tumbuhan paku untuk analisis fitomassa dan karbon tersimpan dioven kering untuk menentukan berat keringnya. Nilai berat kering merupakan salah satu komponen untuk menentukan nilai fitomassa. Nilai fitomassa dapat digunakan untuk menentukan karbon tersimpan dengan mengalikan nilai fitomassa dengan konstanta 0,5.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada lokasi penelitian ditemukan sembilan jenis tumbuhan paku yaitu: *Ligodium circinatum* (Burm.f.) Sw, *Ligodium flexuosum* (L.) Sw, *Adiantum philippense* L., *Pteris cretica* L., *Pteris biaurita* L., *Pteris ensiformis* Burm. F, *Christella* sp, *Christella parasitica* (L.) Lev, dan *Microlepia strigosa* (L.) Morre. Fitomassa dan karbon tersimpan total pada tumbuhan paku di lokasi penelitian secara berturut-turut adalah 1047,96 gr/ha dan 523,98 gr/ha. Kandungan fitomassa terbesar ditemukan pada *Ligodium circinatum* (Burm. F.) Sw. (431,34 gr/ha) sedangkan fitomassa terkecil ada pada *Pteris biaurita* L. (0,04 gr/ha). Karbon tersimpan merupakan 50% dari nilai fitomassa sehingga total karbon tersimpan masing-masing adalah 215,67 gr/ha dan 0,02 gr/ha.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Estimasi Fitomassa Tersimpan Pada Tumbuhan Paku-pakuan di Kawasan Hutan Hujan Tropis Taman Nasional Meru Betiri Kabupaten Jember”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas mendapat bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Dra. Retno Wimbaningrum, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dra. Hari Sulistiyowati, M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan arahan, nasihat, bimbingan, masukan, serta motivasi demi terselesaikannya skripsi ini;
2. Prof. Drs. Sudarmadji, M.A., Ph.D. selaku Dosen penguji I dan Dra. Dwi Setyati, M.Si., selaku Dosen Penguji II atas segala masukan dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
3. Dr. Hidayat Teguh Wiyono, M.Pd. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu memberi arahan, bimbingan, nasihat, masukan, dan motivasi selama menjadi mahasiswa;
4. seluruh dosen, staf, dan karyawan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember, terutama Jurusan Biologi yang telah memberi dukungan selama pengerjaan skripsi ini;
5. Balai Konservasi Sumber Daya Alam Taman Nasional Meru Betiri Kabupaten Jember yang telah memberikan izin dan fasilitas selama melakukan penelitian;
6. Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi Pasuruan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia dan Bapak Edi Suroto yang telah membantu proses validasi jenis tumbuhan paku.

7. teman-teman anggota *Biomass and Nekromass Research Team* (Fresha Aflahul Ula, Putri Mustika Wulandari, Winda Lyla Nirwana, Astin Indriani, Ina Puspitasari) atas kerjasama, dukungan, semangat, dan bantuan selama melakukan penelitian;
8. seluruh teman-teman biologi yang telah memberikan semangat, bantuan, dan doa selama menjalani kuliah di Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
9. Muhammad Riza Azizi, Fatatin Nuriana, Aminatul Azizah, Arini Hidayati, Qurrotul Aini dan Sugiyanto yang selalu memberikan semangat, bantuan, dan do'a selama menjalani perkuliahan dan menyelesaikan penelitian ini;
10. semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah memberikan bantuan, semangat, dan do'a agar skripsi ini segera selesai.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat. Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini.

Jember, Januari 2018

Penulis

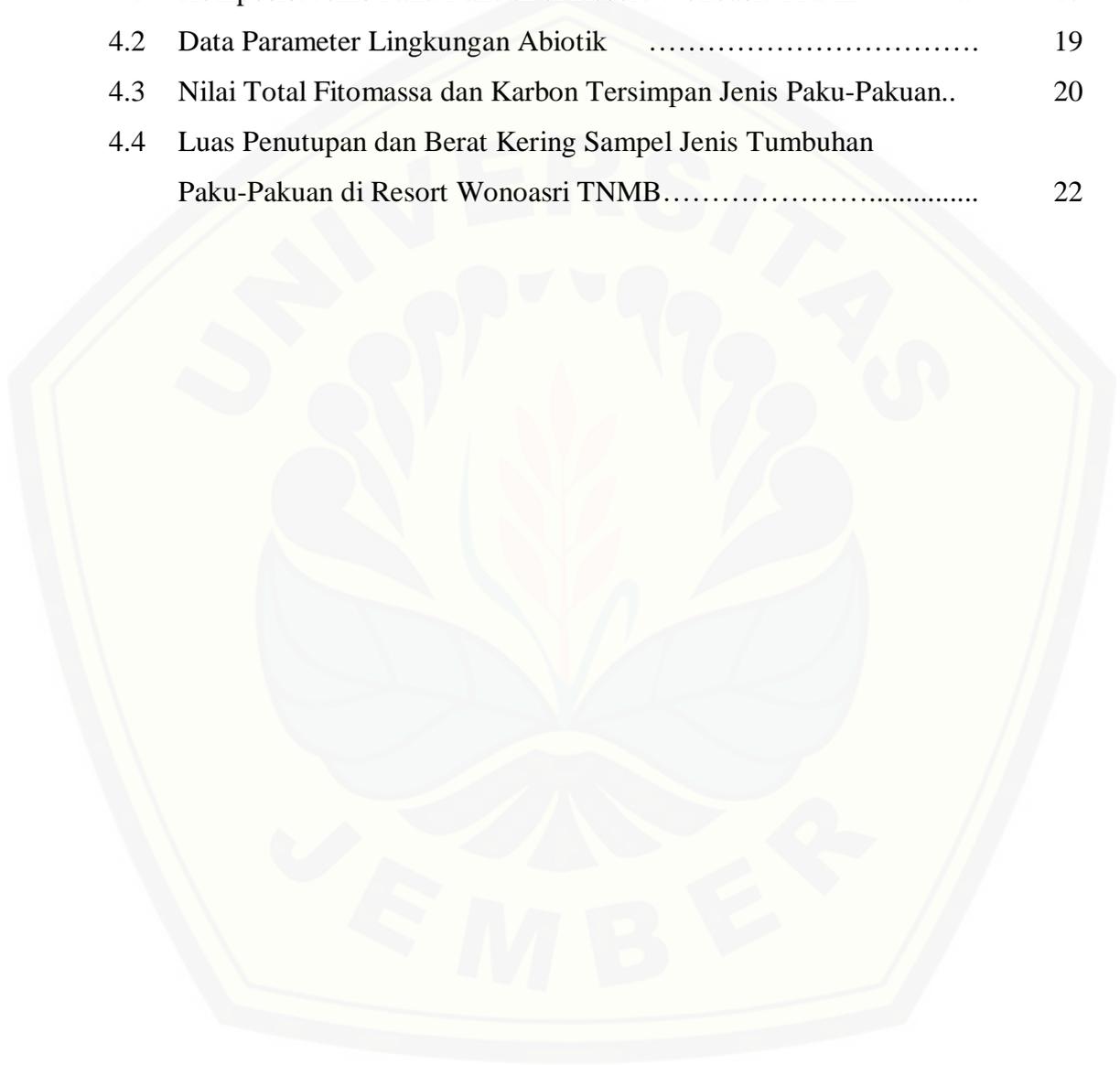
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Batasan Masalah	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Fitomassa	4
2.2 Karbon Tersimpan	4
2.3 Tumbuhan Paku-pakuan (Pteridophyta)	6
2.3.1 Karakteristik Tumbuhan Paku-pakuan	6
2.3.2 Klasifikasi Tumbuhan Paku-pakuan	8
2.3.3 Persebaran Tumbuhan Paku-pakuan	9
2.4 Kawasan Taman Nasional Meru Betiri (TNMB)	10

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	11
3.1 Waktu dan Tempat	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Prosedur Penelitian	12
3.3.1 Penentuan Titik Koordinator	12
3.3.2 Peletakan Plot	12
3.3.3 Pengambilan Sampel	12
3.3.4 Pengambilan Sampel Tumbuhan Paku-pakuan	14
3.3.5 Pengukuran Faktor Lingkungan Abiotik	14
3.4 Perlakuan Spesimen Tumbuhan Paku-pakuan.....	14
3.4.1 Identifikasi Jenis	14
3.4.2 Penentuan Berat Kering Sampel Tumbuhan Paku	15
3.5 Analisis Data	15
3.5.1 Fitomassa Tota	15
3.5.2 Penentuan Jumlah Karbon Tersimpan	15
3.5.3 Faktor Lingkungan Abiotik	16
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Komposisi Jenis Paku-pakuan di Hutan Hujan Tropis Resort Wonoasri Taman Nasional Meru Betiri (TNMB)...	17
4.2 Fitomassa dan Karbon Tersimpan Komunitas Tumbuhan Paku-pakuan di Hutan Hujan Tropis Resort Wonoasri TNMB	19
BAB 5. PENUTUP	23
5.1 Kesimpulan	23
5.2 Saran	23
DAFTAR PUSTAKA	24
LAMPIRAN	30

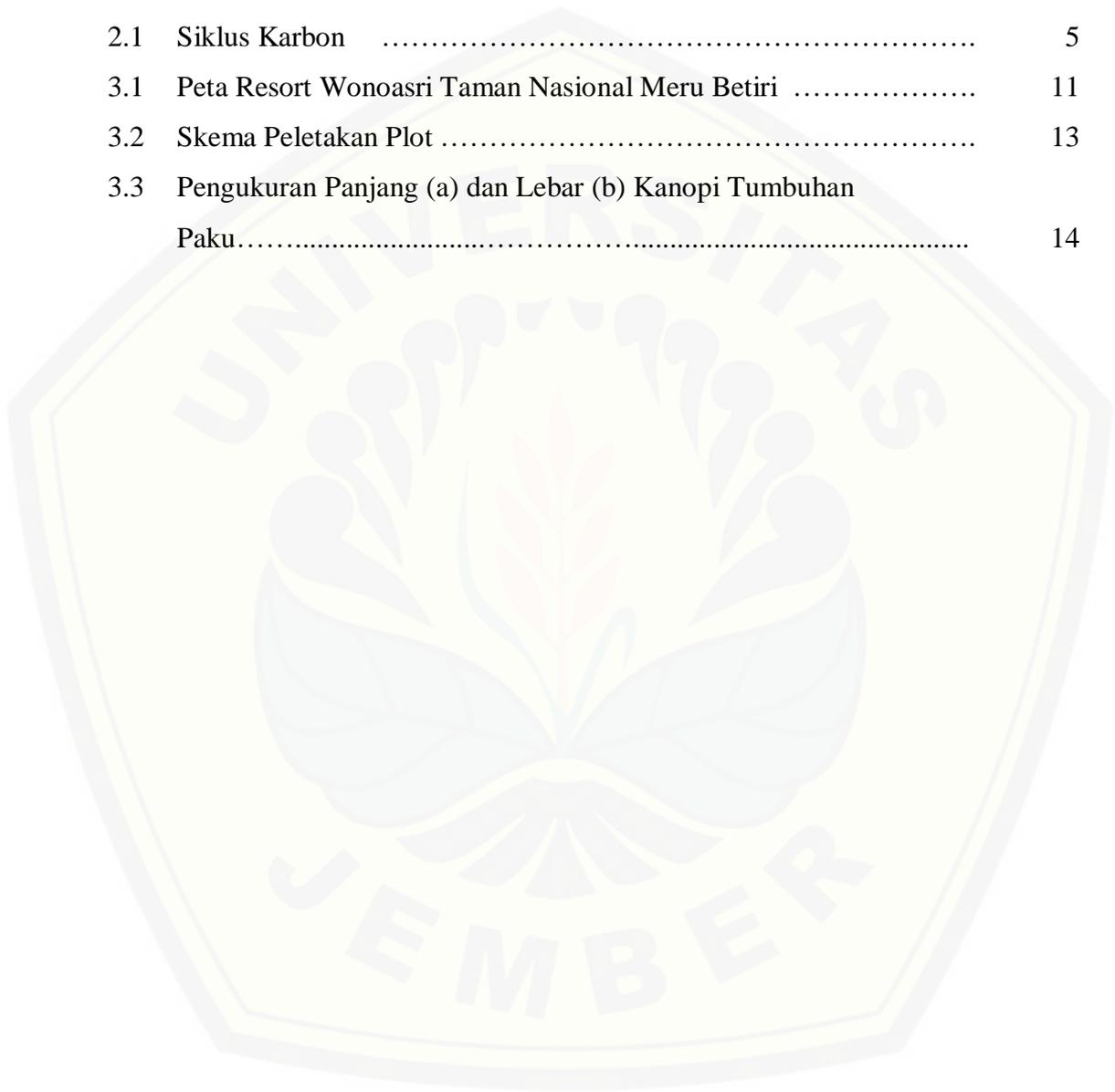
DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1 Komposisi Jenis Paku-Pakuan di Resort Wonoasri TNMB	17
4.2 Data Parameter Lingkungan Abiotik	19
4.3 Nilai Total Fitomassa dan Karbon Tersimpan Jenis Paku-Pakuan..	20
4.4 Luas Penutupan dan Berat Kering Sampel Jenis Tumbuhan Paku-Pakuan di Resort Wonoasri TNMB.....	22



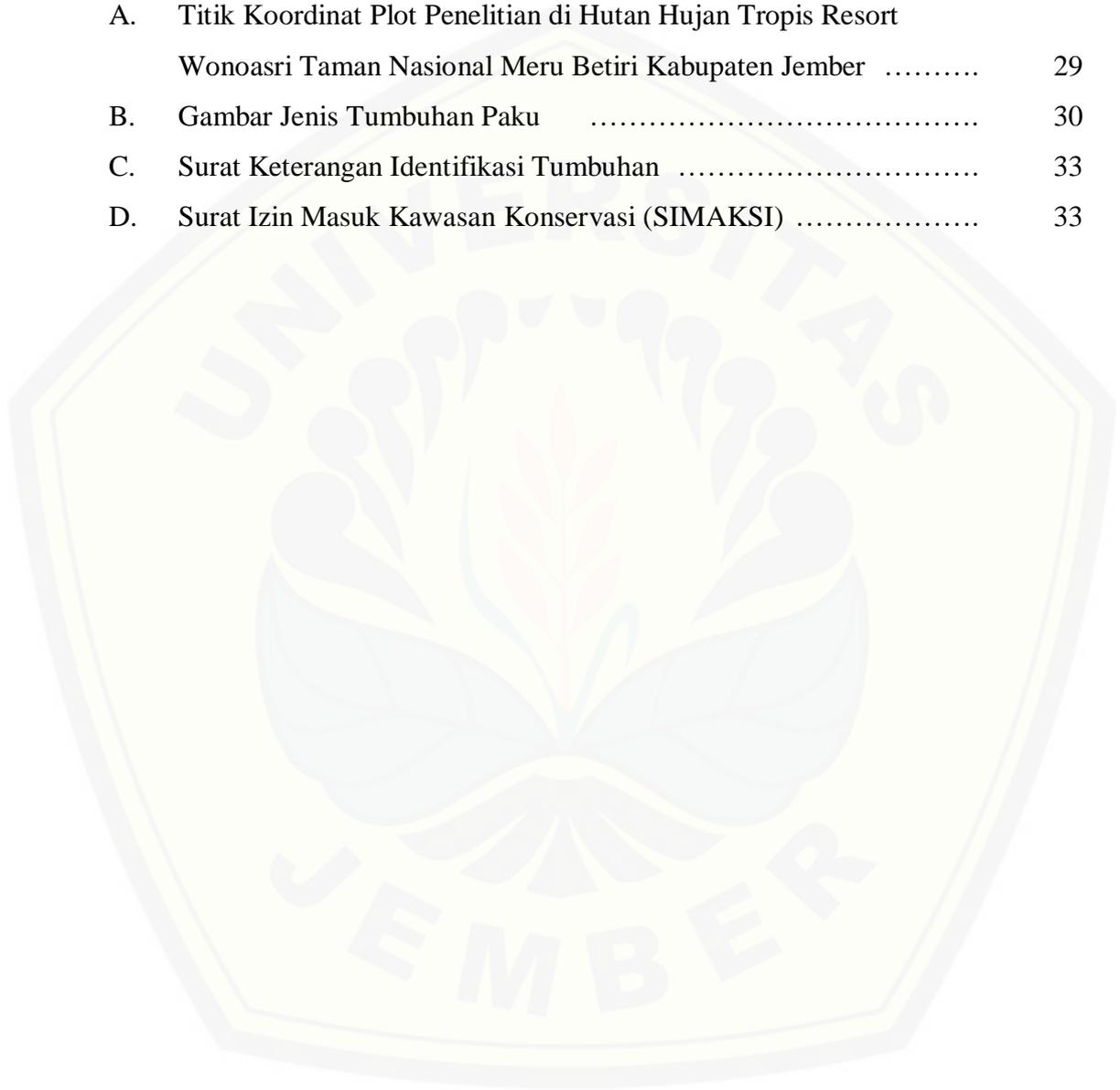
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Siklus Karbon	5
3.1 Peta Resort Wonoasri Taman Nasional Meru Betiri	11
3.2 Skema Peletakan Plot	13
3.3 Pengukuran Panjang (a) dan Lebar (b) Kanopi Tumbuhan Paku.....	14



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Titik Koordinat Plot Penelitian di Hutan Hujan Tropis Resort Wonoasri Taman Nasional Meru Betiri Kabupaten Jember	29
B. Gambar Jenis Tumbuhan Paku	30
C. Surat Keterangan Identifikasi Tumbuhan	33
D. Surat Izin Masuk Kawasan Konservasi (SIMAKSI)	33



BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perubahan iklim antara lain disebabkan oleh peningkatan konsentrasi gas rumah kaca terutama karbon dioksida, karena alih guna lahan dan pembakaran hutan (Suprihatno dkk., 2012). Perubahan iklim merupakan fenomena global yang menjadi perhatian banyak pihak. Perubahan iklim ditandai oleh peristiwa hujan turun lebih lama pada saat musim penghujan, suhu meningkat tajam pada saat musim kemarau, dan terjadi kemarau yang sangat panjang (Hadad, 2010). Kondisi tersebut mendorong upaya untuk mengurangi emisi karbon di atmosfer.

Pengurangan emisi karbon dapat dilakukan antara lain dengan peningkatan luas tutupan lahan oleh tumbuhan dalam suatu ekosistem. Tumbuhan memiliki kemampuan menyerap karbondioksida di atmosfer dan mengubahnya menjadi karbon organik dalam bentuk biomassa melalui proses fotosintesis. Biomassa adalah keseluruhan materi yang berasal dari makhluk hidup yang meliputi materi hidup maupun mati, yang berada di permukaan tanah maupun yang berada di bawah tanah (Sutaryo, 2009). Biomassa tumbuhan dikelompokkan menjadi dua tipe yaitu biomassa tumbuhan bawah atau fitomassa dan biomassa tumbuhan atas. Salah satu tumbuhan bawah yang potensial menyimpan karbon adalah tumbuhan paku-pakuan.

Tumbuhan paku-pakuan atau Pteridophyta merupakan tumbuhan kormus yang berspora, yakni tumbuhan yang dapat dibedakan antara akar, batang, dan daun, serta perkembangbiakannya dengan spora (Tjitrosoepomo, 1994). Tumbuhan paku-pakuan sebagai bagian dari tumbuhan bawah juga memiliki kontribusi terhadap pengurangan gas rumah kaca karena kelompok tumbuhan ini juga menyerap karbondioksida di atmosfer. Namun demikian hasil penelitian mengenai fitomassa dan karbon tersimpan khusus hanya pada tumbuhan paku-pakuan belum ditemukan informasinya sampai saat ini. Sebagian besar penelitian tentang fitomassa dan karbon tersimpan tumbuhan bawah merupakan gabungan

dari semak dan herba termasuk tumbuhan paku-pakuan (Chanan, 2011; Windusari, 2012; Ariani dkk., 2014).

Berdasarkan uraian tersebut di atas maka perlu untuk dilakukan penelitian mengenai fitomassa tumbuhan paku-pakuan. Penelitian akan dilakukan di hutan hujan tropis Taman Nasional Meru Betiri (TNMB) Kabupaten Jember. Penelitian tentang estimasi fitomassa tersimpan pada tumbuhan paku-pakuan belum pernah dilakukan di taman nasional ini. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi tentang potensi kelompok tumbuhan paku-pakuan dalam menyimpan karbon di dalam organ tubuh, yang selanjutnya pengelolaan komposisi jenis tumbuhan paku-pakuan, fitomassa dan karbon tersimpan dilakukan berdasarkan informasi tumbuhan paku tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimanakah komposisi jenis tumbuhan paku dan berapakah fitomassa dan karbon tersimpan dalam tumbuhan paku-pakuan di kawasan hutan hujan tropis Resort Wonoasri Sektor Ambulu TNMB Kabupaten Jember?

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan komposisi jenis tumbuhan paku, fitomassa dan karbon total tersimpan dalam tumbuhan paku-pakuan di kawasan hutan hujan tropis Resort Wonoasri Sektor Ambulu TNMB Kabupaten Jember.

1.4 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk:

1. mendukung perkembangan IPTEK khususnya di bidang lingkungan dan konservasi;
2. informasi dasar fitomassa bagi TNMB dalam mengelola wilayahnya;
3. meningkatkan wawasan masyarakat tentang jenis tumbuhan paku-pakuan yang dapat menyimpan karbon sekaligus menurunkan emisi gas rumah kaca.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini adalah:

1. penelitian dilaksanakan di kawasan hutan hujan tropis Resort Wonoasri Sektor Ambulu TNMB,
2. tumbuhan paku-pakuan yang diteliti adalah tumbuhan paku-pakuan tanah atau teresterial.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Fitomassa

Yokoyama (2008) dan Zona dan Christenhusz (2015) menyatakan bahwa fitomassa merupakan sumber daya karbon yang diperoleh dari materi hidup berupa tumbuhan. Mead (1998); Sutaryo (2009); dan Golovatskaya (2011) menyatakan bahwa fitomassa merupakan biomassa yang berasal dari tumbuhan bawah.

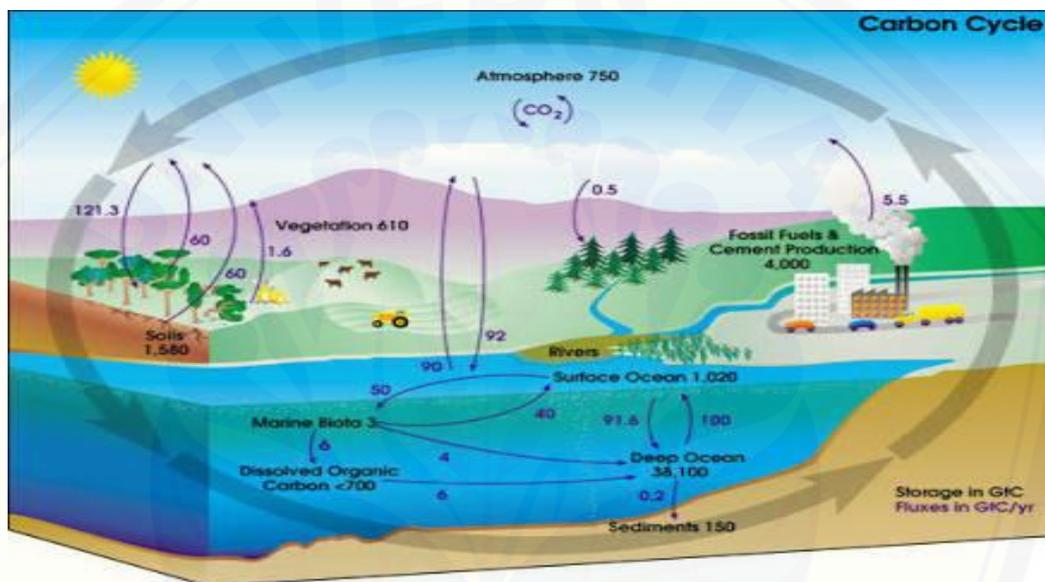
Definisi biomassa menurut Brown (1997) adalah jumlah bahan organik yang diproduksi oleh organisme (tumbuhan) per unit area. Menurut Michael (1994), biomassa dapat dinyatakan sebagai biomassa volume, biomassa berat basah, dan biomassa berat kering. Jadi biomassa adalah massa total bahan hidup pada luas tertentu.

Biomassa tumbuhan dibedakan menjadi dua tipe yaitu biomassa tumbuhan bawah atau fitomassa dan biomassa tumbuhan atas. Kelompok tumbuhan yang biomasnya dikategorikan sebagai fitomassa adalah semak, herba, dan tumbuhan paku-pakuan dengan diameter batang < 5 cm (Hairiah dkk., 2011). Fitomassa dihasilkan dari proses fotosintesis dengan cara menyerap karbondioksida di atmosfer dan mengubahnya menjadi karbon organik berupa karbohidrat sebagai senyawa organik kompleks (Indriyanto, 2006).

2.2 Karbon Tersimpan

Karbon tersimpan adalah kandungan karbon yang tersimpan pada permukaan tanah sebagai biomassa tumbuhan, sisa tumbuhan yang sudah mati (nekromasa), maupun dalam tanah sebagai bahan organik tanah. Ketika satu lahan kosong ditanami tumbuhan, maka akan terjadi proses pengikatan senyawa karbondioksida dari udara oleh tumbuhan tersebut. Senyawa karbondioksida oleh tumbuhan digunakan dalam proses fotosintesis dan diubah menjadi karbohidrat, kemudian akan diedarkan ke seluruh tubuh tumbuhan dan ditimbun pada organ-organnya (Kauffman dan Donato, 2012).

Dinamika karbon di alam dapat dijelaskan dengan siklus karbon (Gambar 2.1). Siklus karbon merupakan salah satu siklus biogeokimia yang mencakup pertukaran karbon antara biosfer, pedosfer, geosfer, hidrosfer, dan atmosfer bumi (Sutaryo, 2009). Hutan, tanah, laut, dan atmosfer dapat menyimpan karbon yang dapat berpindah secara dinamis diantara tempat-tempat penyimpanan tersebut sepanjang waktu. Tempat penyimpanan ini biasanya disebut dengan *active carbon pool* (Sutaryo, 2009).



Gambar 2.1 Siklus karbon (Wahyono, 2011)

Hutan dapat menjadi sumber emisi karbon (*source*) dan dapat menjadi penyerap dan penyimpan karbon (*sink*) (Sutaryo, 2009). Hutan melalui proses fotosintesis mengabsorpsi karbondioksida dan menyimpannya sebagai materi organik dalam jaringan tumbuhan. Di permukaan bumi, terdapat 90% biomassa ditemukan dalam bentuk kayu, dahan, daun, akar, sampah hutan atau serasah dan jasad renik (Soemarwoto, 2001). Pada saat karbon tersebut menjadi komponen dalam suatu siklus maka unsur tersebut akan kembali ke atmosfer, karbon dan kemudian menempati salah satu dari sejumlah *carbon pool*. Semua komponen penyusun vegetasi pohon, semak, liana, dan epifit merupakan bagian dari

biomassa atas permukaan. Di bawah permukaan tanah, akar tumbuhan juga merupakan penyimpan karbon. Karbon dapat berada di dalam *carbon pool* dalam periode yang lama atau hanya sebentar. Peningkatan jumlah karbon yang tersimpan dalam *carbon pool* ini mewakili jumlah karbon yang terserap dari atmosfer (Gambar 2.1) (Sutaryo, 2009).

2.3 Tumbuhan Paku-pakuan (Pteridophyta)

Pteridophyta merupakan kata yang berasal dari bahasa Yunani, yaitu *pteron* yang berarti sayap atau bulu dan *phyta* berarti tumbuhan (Tjitrosoepomo, 1994). Tumbuhan paku-pakuan merupakan tumbuhan perintis yang dapat ditemukan di setiap tipe kawasan hutan dan memegang peranan penting dalam menyusun ekosistem hutan. Tumbuhan paku-pakuan adalah tumbuhan kormus berspora, artinya tumbuhan ini sudah dapat dibedakan antara akar, batang dan daunnya. Tumbuhan paku-pakuan tidak menghasilkan biji untuk reproduksinya, melainkan membentuk spora sebagai alat perbanyakan generatifnya. Setiap divisi kelompok paku-pakuan memiliki ciri morfologi yang khas, antara lain adalah variasi bentuk dan ukuran spora (Tjitrosoepomo, 1994).

2.3.1 Karakteristik Tumbuhan Paku-pakuan

a. Akar

Hampir semua tumbuhan paku-pakuan merupakan tumbuhan herba dan sebagian kecil berupa pohon, misalnya Cyatheaceae. Akar paku-pakuan bertipe akar serabut, bercabang monopodial, atau tidak bercabang. Struktur akar paku-pakuan bermacam-macam, ada yang tipis, tebal dan berdaging, ada pula yang teksturnya keras atau kasar, misalnya pada anggota bangsa Marattiales. Warna akar bervariasi ada yang hitam sampai coklat tua (Sulisetjono dan Laily, 2011).

Letak akar tumbuhan paku bervariasi antara lain di sepanjang bagian bawah rimpang yang menjalar (*Lycopodium*), seluruh permukaan rimpang (*Pteris biaurita* L), pada bawah buku dan hanya kadang-kadang saja pada ruasnya (*Marsilea* L). Akar Sellaginellales ditemukan muncul dari ujung rhizoma, pangkal hipokotil atau dari batang (Sulisetjono dan Laily, 2011).

b. Batang

Batang tumbuhan paku-pakuan berupa rimpang karena arah tumbuhnya menjalar, walaupun beberapa jenis arah tumbuh batangnya tegak. Rimpang yang masih muda sering ditemukan tertutup rambut atau sisik sebagai pelindungnya. Bentuk batang tumbuhan paku-pakuan bermacam-macam, yaitu bulat, beralur dan berusuk secara longitudinal; beruas-ruas panjang dan kaku (Satrapadja dkk., 1979). Tinggi batang tumbuhan paku-pakuan sangat bervariasi mulai dari hanya beberapa sentimeter hingga beberapa meter. Batang anggota tumbuhan paku-pakuan tidak semua bercabang dan bila bercabang maka percabangannya dikotomi, monopodial, atau pseudomonopodial (Holtum, 1968).

Warna permukaan batang bervariasi, antara lain hijau, merah, coklat atau biru kecoklatan, coklat, hingga coklat kehitaman (Holtum, 1968). Batang tidak selalu menunjukkan permukaan yang halus. Permukaan batang tumbuhan paku-pakuan biasanya dilengkapi oleh alat tambahan seperti duri, rambut-rambut, atau sisik yang dinamakan ramenta. Ramenta tumbuhan paku-pakuan bermacam-macam warnanya seperti hitam, coklat kehitaman, merah kecoklatan, kuning kecoklatan, kuning, dan putih. Ramenta juga ditemukan pada permukaan rimpang, tulang, urat daun, dan tangkai daun. Ramenta ada yang memiliki sifat mudah lepas sehingga pada masa tua permukaan batang dan daun tidak ditutupi ramenta (Sulisetjono dan Laily, 2011).

c. Daun

Daun tumbuhan paku-pakuan mempunyai ciri-ciri yang khas yakni pada daun yang masih muda daunnya akan menggulung (ental atau *frond*). Pada tumbuhan paku-pakuan kadang-kadang ditemukan tumbuh dua macam ental, yaitu ental subur dan mandul. Pada ental subur ditumbuhi sporangia pada permukaan daun bagian bawah. Sporangia-sporangia tersebut berkumpul membentuk *sorus* sedangkan kumpulan sorus disebut dengan *sori*. Spora terdapat di dalam kotak spora (*sporangium*). Sorus seringkali dilindungi oleh suatu lapisan penutup yang disebut indusium yang umumnya berbentuk ginjal. (Sastrapradja dkk, 1979).

Bentuk daun paku-pakuan bermacam-macam, seperti linear, lanset, jarum, oval atau jorong, jantung, dan memanjang. Ukuran daun sangat beragam mulai dari milimeter hingga beberapa meter. Pada umumnya warna daun tumbuhan paku-pakuan adalah hijau, namun ada pula yang berwarna coklat (Sulisetjono dan Laily, 2011). Berdasarkan fungsinya, daun paku dibagi menjadi dua kelompok yaitu tropofil, yaitu daun yang berwarna hijau yang berfungsi sebagai tempat asimilasi, dan sporofil, yaitu daun yang berfungsi sebagai penghasil spora (Tjitrosoepomo, 1994).

2.3.2 Klasifikasi Tumbuhan Paku-pakuan

Tumbuhan paku-pakuan diklasifikasikan berdasarkan jenis dan ukuran spora, sifat anulus, letak sporangium, dan sorus pada daun. Divisi Pteridophyta dibagi menjadi empat kelas, yaitu Psilophytinae, Equisetinae, Lycopodinae, dan Filicinae (Tjitrosoepomo, 2011).

a. Kelas Psilophytinae (Paku Purba)

Anggota kelas Psilophytinae sebagian besar telah mengalami kepunahan sehingga dinamakan paku purba. Beberapa anggota kelas paku purba ini tidak berdaun sehingga disebut paku telanjang dan beberapa yang lain berdaun kecil (mikrofil) yang belum terdiferensiasi. Paku yang tergolong kelas ini hanya terdiri atas satu ordo yaitu Psilophytales (Tjitrosoepomo, 2011).

b. Kelas Equisetinae (Paku Ekor Kuda)

Pada umumnya tumbuhan paku ekor kuda memiliki batang berupa rhizoma. Cabang batang beruas-ruas dengan ujungnya cabang batang sering ditemukan badan bulat yang disebut *elatern*, dan bagian ini merupakan penghasil spora. Tumbuhan paku-pakuan kelas ini dibagi menjadi tiga ordo yaitu ordo Equisetales, Sphenophyllales, dan Protoarticulatales (Tjitrosoepomo, 2011).

c. Kelas Lycopodinae (Paku Rambut atau Paku Kawat)

Tumbuhan Paku-pakuan kelompok ini memiliki batang dan akar yang bercabang menggarpu. Kelas ini dibagi menjadi dua ordo yaitu Selaginellales dan Lycopodiales. Ordo Selaginallales mempunyai batang yang sebagian berbaring di atas permukaan tanah dan sebagian berdiritegak, bercabang menggarpu; daun-

daun kecil tersusun dalam empat baris saling berhadapan; dan panjang tunas beberapa meter (Smith, 1979). Ordo Lycopodiales yang sebagian besar berukuran kecil menunjukkan arah tumbuh tegak atau berbaring dengan cabang menjulang ke atas (Tjitrosoepomo, 2005).

d. Kelas Filicinae (Paku sejati)

Kelas Filicinae merupakan kelompok tumbuhan paku-pakuan yang paling banyak anggota jenisnya. Kelas ini disebut paku sejati karena struktur tubuh lengkap, yaitu terdiri atas akar, batang, dan daun sejati. Batang berupa rizhoma, daun berupa makrofil dengan bentuk yang bervariasi, bertangkai dan saat masih muda menggulung pada bagian ujung. Kelas ini mencakup beberapa sub kelas, antara lain Eusporangiatae, Hydropterides (paku air), dan Leptosporangiatae (Tjitrosoepomo, 2005).

2.3.3 Persebaran Tumbuhan Paku-pakuan

Tumbuhan paku-pakuan tergolong dalam jenis tumbuhan yang bersifat kosmopolit atau mudah ditemukan pada berbagai macam habitat. Keanekaragaman jenis tumbuhan paku-pakuan adalah tinggi. Sampai saat ini ±10.000 jenis ditemukan tersebar di berbagai penjuru dunia khususnya di kawasan tropis (Loveless, 1999). Faktor-faktor yang mempengaruhi keberadaan tumbuhan paku-pakuan meliputi kelembapan, cahaya, dan kecukupan sumber air (Andrews, 1990). Tumbuhan paku-pakuan lebih banyak ditemukan hidup di kawasan yang memiliki tingkat kelembapan yang tinggi seperti di hutan dataran tinggi dibandingkan di daerah tropis dataran rendah (Sastrapradja dkk., 1979).

Penyebaran tumbuhan paku-pakuan dilakukan melalui spora. Organ ini sangat penting untuk penyebaran karena dapat mencapai tempat-tempat yang jauh dengan bantuan angin. Spora dapat diproduksi dalam jumlah yang banyak sehingga dengan cara demikian dapat menentukan sebagian dari spora tersebut untuk menemukan tempat yang sesuai untuk pertumbuhannya (Loveless, 1999).

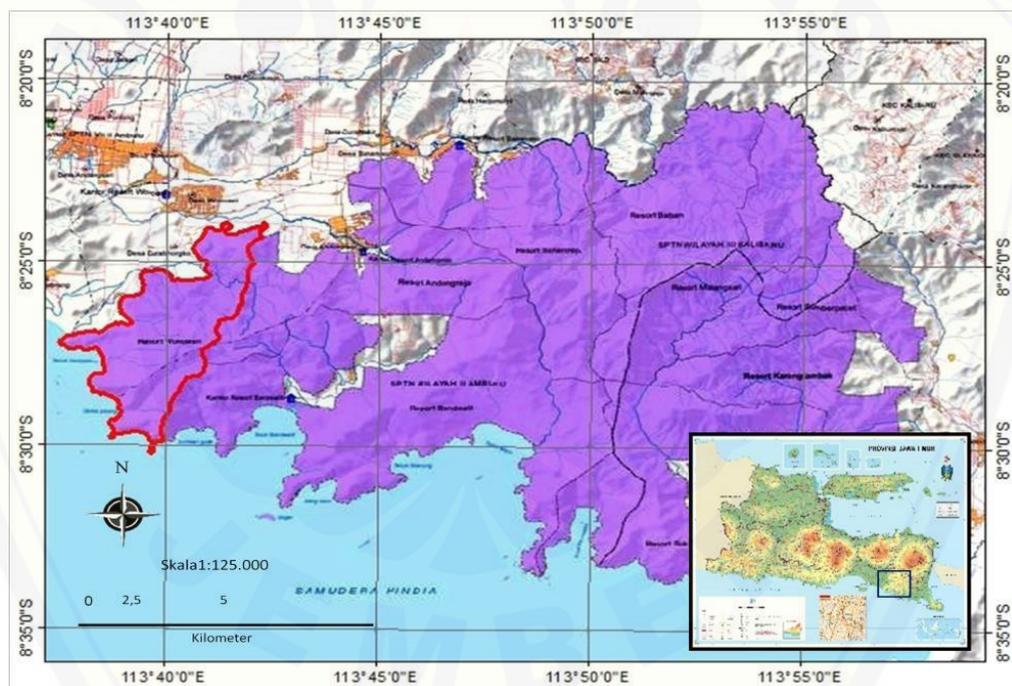
2.4 Kawasan Taman Nasional Meru Betiri (TNMB)

Taman Nasional Meru Betiri merupakan salah satu kawasan konservasi Indonesia yang memiliki luas 58.000 Ha. Taman Nasional Meru Betiri berada di dua wilayah kabupaten yakni Kabupaten Jember dan Kabupaten Banyuwangi. Kawasan TNMB berdasarkan SK Menteri Kehutanan Nomor: SK.3629/Menhut-VII/KUH/2014 tanggal 6 Mei 2014 telah ditetapkan bahwa luas kawasan taman nasional ini adalah 52.626,04 ha. Kedua Kabupaten tersebut terletak pada $113^{\circ}38'38''$ - $113^{\circ}58'30''$ BT dan $8^{\circ}20'48''$ - $8^{\circ}33'48''$ LS. Kawasan TNMB terbagi menjadi tiga seksi, yaitu seksi sarongan yang terletak di Resort Sukamade, Rajegwesi, dan Karang Tambak. Seksi Ambulu yang terletak di Resort Wonoasri, Sanenrejo, Andongrejo, dan Bandalit; dan seksi Kalibaru yang terletak di Resort Malangsari, Sumberpacet, dan Baban. Kawasan TNMB merupakan hutan hujan tropis dataran rendah yang berada di bagian selatan Provinsi Jawa Timur. Taman Nasional Meru Betiri memiliki 496 jenis mikro-makroflora dengan sebanyak 237 jenis telah teridentifikasi (Balai Taman Nasional Meru Betiri, 2015).

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret sampai Juni 2017. Pengambilan sampel tumbuhan paku-pakuan dilakukan di kawasan hutan hujan tropis Resort Wonoasri Sektor Ambulu Taman Nasional Meru Betiri Kabupaten Jember (gambar 3.1). Analisis sampel tumbuhan paku-pakuan dilakukan di Laboratorium Ekologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember. Identifikasi jenis dilakukan di Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi Pasuruan-LIPI.



Gambar 3.1 Peta Resort Wonoasri Taman Nasional Meru Betiri (Balai Taman Nasional Meru Betiri, 2015; Google Earth, 2017)

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah tali rafia, parang, pres tumbuhan, alat tulis, neraca analitik tipe Ohaus CL Series, *Heating oven* J.P Selecta Conterm Series, plastik, pisau, kertas label, sekop, *thermohyrometer*

VdanA VA8010, *Luxmeter* HIOKI 3421, laptop Asuz X455L, Soil tester DEMETRA, GPS Garmin eTrex 10, dan kamera OPPO R1001. Bahan yang dipergunakan adalah alkohol 70 %, kapas, dan kertas koran.

3.3 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tahap-tahap sebagai berikut. Pencatatan nama jenis dan persen penutupan setiap jenis tumbuhan paku-pakuan, pengambilan sampel tumbuhan paku-pakuan, dan pengukuran faktor lingkungan abiotik. Penelitian dilakukan dengan metode plot-transek.

3.3.1 Peletakan Plot

Plot yang digunakan berukuran 10x10 m. Peletakan plot dilakukan pada lokasi seluas 10.000 m² dengan jumlah plot yang digunakan sebanyak 100 plot yang diletakkan secara kontinyu di sepanjang transek (Gambar 3.2).

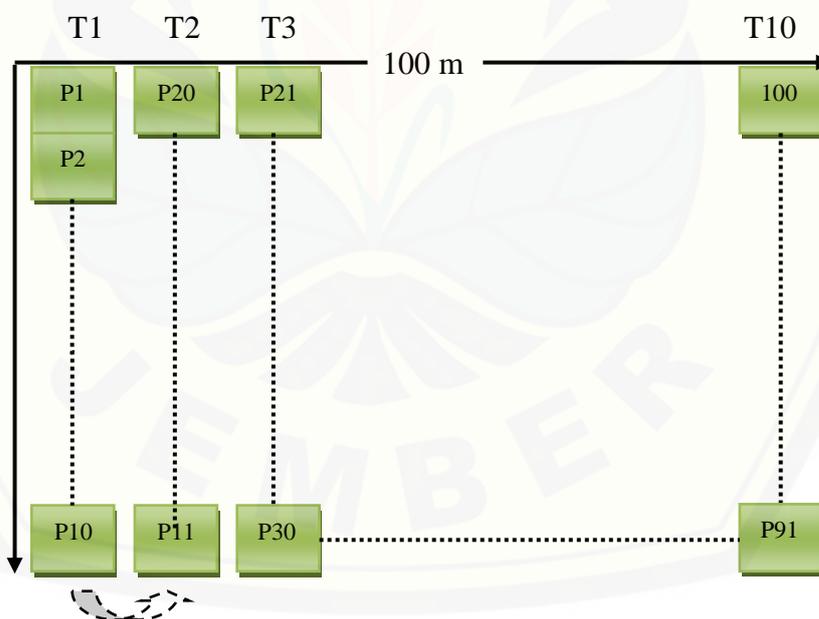
3.3.2 Pencatatan Data dan Pengambilan Sampel Tumbuhan Paku-pakuan

Di dalam plot 10x10 m dilakukan kegiatan sebagai berikut:

1. Pencatatan nama jenis tumbuhan paku-pakuan. Pencatatan nama jenis dilakukan dengan menggunakan simbol Sp. yang ditambah dengan menyebut ciri khas morfologi tumbuhan paku-pakuan yang ditemukan.
2. Pengukuran luas penutupan setiap jenis tumbuhan paku-pakuan. Penentuan luas penutupan dilakukan pada masing-masing jenis tumbuhan paku-pakuan. Pengukuran luas penutupan setiap jenis tumbuhan paku-pakuan dilakukan dengan menggunakan dengan cara mengukur kanopi paling lebar pada satu sisi dan kanopi paling panjang pada sisi lain (Gambar 3.3), nilai tersebut digunakan untuk menentukan luas penutupan.
3. Pengambilan sampel tumbuhan dilakukan untuk identifikasi jenisnya di Laboratorium. Pengambilan sampel tumbuhan paku-pakuan untuk identifikasi diperoleh dengan menggunakan metode pemanenan, yaitu dengan mengambil seluruh bagian tumbuhan. Sampel diambil dari plot-plot ditemukan jenis-jenis tumbuhan paku-pakuan. Sampel yang diambil sebanyak tiga spesimen jika jumlah individu setiap jenis ditemukan banyak dan hanya diambil satu spesimen jika jumlah individu sedikit.

Setiap jenis tumbuhan paku-pakuan yang diperoleh kemudian dibersihkan dan diletakkan pada selembar kertas koran dengan rapi setelah disemprot dengan alkohol 70% dan kemudian kertas koran ditutup rapat dan disemprot kembali dengan alkohol 70% hingga basah. Spesimen yang telah terbungkus kertas koran dimasukkan ke dalam kantung plastik.

Di dalam plot $0,25 \text{ m}^2$ yang terdapat di dalam plot $10 \times 10 \text{ m}^2$ juga dilakukan pengambilan sampel tumbuhan paku-pakuan untuk diukur beratnya (basah dan kering). Pengambilan sampel menggunakan metode pemanenan. Metode ini dilakukan dengan mengambil seluruh bagian tumbuhan yaitu daun, batang, dan akar dengan teknik pengambilannya adalah memanen setiap jenis tumbuhan paku yang menutupi plot $0,25 \text{ m}^2$. Sampel dibersihkan dan ditimbang berat basah dan disimpan di dalam kantung plastik.



T1, T2,..Tn= Transek 1, transek 2,..transek ke-n; = plot $10 \times 10 \text{ m}$;
 $\uparrow \downarrow$ = arah peletakan plot; P1, P2,..Pn= plot 1, plot 2,..plot ke-n; \blacktriangleright
 \curvearrowright = arah jelajah

Gambar 3.2 Skema peletakan plot



Gambar 3.3 Pengukuran Panjang (a) dan lebar (b) kanopi tumbuhan paku

3.3.3 Pengukuran Faktor lingkungan Abiotik

Pengukuran faktor lingkungan abiotik dilakukan pada setiap plot 10x10 m dimana ditemukan jenis tumbuhan paku-pakuan. Faktor abiotik yang diukur adalah suhu, pH tanah, kelembaban tanah, dan intensitas cahaya. Pengukuran suhu dan kelembaban udara dilakukan dengan menggunakan *thermo-hygrometer*, pengukuran pH dan kelembaban tanah dilakukan dengan menggunakan *soil tester*, sedangkan pengukuran intensitas cahaya menggunakan *luxmeter*. Pengukuran faktor lingkungan dilakukan pada setiap plot.

3.4 Perlakuan Spesimen Tumbuhan Paku-pakuan

Sampel tumbuhan paku-pakuan yang telah dikumpulkan setiap jenis dalam 100 plot ukuran 10x10 m dari lokasi penelitian diidentifikasi untuk menentukan nama jenisnya. Sampel tumbuhan yang dipanen dalam plot 0,25 m² ditentukan berat keringnya. Data berat kering dianalisis untuk menentukan nilai fitomassa dan karbon tersimpan.

3.4.1 Identifikasi Jenis

Sampel tumbuhan paku-pakuan yang telah diperoleh dari lokasi penelitian selanjutnya diidentifikasi untuk menentukan nama jenisnya. Identifikasi jenis tumbuhan paku-pakuan ini dilaksanakan dengan mengamati dan mencatat ciri morfologi seperti akar, batang, daun, dan spora. Berdasarkan karakteristik morfologi tersebut ditentukan nama jenis tumbuhan paku-pakuan dengan panduan

buku identifikasi tumbuhan (Duncan dan Isaac, 1986) selanjutnya dilakukan verifikasi di Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi LIPI

3.4.2 Penentuan Berat Kering Sampel Tumbuhan Paku-pakuan

Setiap jenis sampel tumbuhan paku-pakuan yang telah ditimbang berat basahanya kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 70°C selama 48 jam. Sampel yang telah kering selanjutnya ditimbang untuk memperoleh berat kering sampel masing-masing jenis tumbuhan paku-pakuan.

3.5 Analisis Data

3.5.1 Penentuan Total Fitomassa

Fitomassa total tumbuhan paku-pakuan ditentukan dengan menjumlahkan fitomassa masing-masing jenis. Penentuan fitomassa setiap jenis tumbuhan paku-pakuan dilakukan dengan menggunakan data persen penutupan dan berat kering setiap jenis paku-pakuan. Fitomassa setiap jenis ditentukan dengan menggunakan rumus 3.1 di bawah ini (Sulistiyowati, 2015):

$$W_a = D_a \times Dw_a \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan:

W_a = fitomassa jenis a

D_a = persen penutupan jenis a

Dw_a = berat kering sampel jenis a

Nilai fitomassa setiap jenis digunakan untuk menghitung fitomassa total dengan persamaan 3.2 di bawah ini:

$$W_{tot} = W_a + W_b + W_c \dots \dots \dots + W_n \dots \dots \dots (3.2)$$

Keterangan:

W_{tot} = fitomassa total

W_n = fitomassa jenis n

W_a = fitomassa jenis a

W_b = fitomassa jenis b

W_c = fitomassa jenis c

3.5.2 Penentuan Jumlah Karbon Tersimpan

Nilai fitomassa setiap jenis digunakan untuk menentukan nilai karbon tersimpan setiap jenis tumbuhan paku-pakuan yang ditentukan dengan persamaan 3.2 di bawah ini (Sulistiyowati, 2015):

$$C_a = 0,5 \times W_a \dots \dots \dots (3.3)$$

Keterangan:

C_a = karbon tersimpan jenis a

0,5 = konstanta

Data hasil perhitungan karbon tersimpan setiap jenis kemudian digunakan untuk perhitungan total karbon tersimpan dengan persamaan 3.4 di bawah ini:

$$C_{tot} = (0,5 \times W_a) + (0,5 \times W_b) + \dots + (0,5 \times W_n) \dots \dots \dots (3.4)$$

C_{tot} = karbon tersimpan total seluruh komunitas tumbuhan paku-pakuan

3.5.3 Faktor Lingkungan Abiotik

Analisis data faktor lingkungan abiotik yaitu suhu, pH, kelembaban dan intensitas cahaya dilakukan secara deskriptif dengan cara menghitung nilai rata-rata dari data yang diperoleh. Nilai rata-rata tersebut dipergunakan sebagai data kondisi lingkungan yang ada di kawasan hutan hujan tropis Resort Wonoasri Sektor Ambulu Taman Nasional Meru Betiri Kabupaten Jember.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dapat diambil kesimpulan bahwa jenis tumbuhan paku yang ditemukan di kawasan hutan hujan tropis Resort Wonoasri Sektor Ambulu TNMB Kabupaten Jember sebanyak sembilan jenis yaitu: *Ligodium circinatum* (Burm.f.) Sw., *L. flexuosum* (L.) Sw., *Adiantum philippense* L., *Pteris cretica* L., *P. biaurita* L., *P. ensiformis* Burm. F., *Christella* sp., *Christella parasitica* (L.) Lev, dan *Microlepia strigosa* (L.) Morre. Nilai fitomassa dan karbon total tersimpan berturut-turut adalah 1047,96 gr/ha dan 523,98 gr/ha

5.2 Saran

Penelitian ini merupakan penelitian awal yang dilakukan untuk mengetahui nilai fitomassa dan karbon tersimpan pada tumbuhan paku terestrial di kawasan TNMB Kabupaten Jember. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dilakukan penelitian pada tumbuhan paku terestrial dengan lebih teliti dalam menjelajah area penelitian sehingga dapat memperoleh sampel yang lebih banyak dan data yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, S. A. dan Wahid, A. 2014. Biomassa dan Karbon Tumbuhan Bawah Sekitar Danau Tambing pada Kawasan Taman Nasional Lore Lindu. *Warta Rimba* 2(1): 164-170.
- Abotsi, E. K, Radji AR, Rouhan G, Dubuisson JY, dan Kouami K. 2015. The Pteridaceae family diversity in Togo. *Biodiversity Data Journal* 3: e5078. doi: 10.3897/BDJ.e5078.
- Badan Pusat Statistik. 2015. *Statistik Indonesia 2015*. Jakarta: BPS Jakarta.
- Balai Taman Nasional Meru Betiri. 2015. *Statistik Taman Nasional Meru Betiri Tahun 2015*. Jember: Balai Taman Nasional Meru Betiri.
- Brown, S. 1997. *Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forest*. Illinois: A Forest Resources Publication.
- Chanan, M. 2011. Potensi karbon di atas permukaan tanah di Blok Perlindungan Taman Wisata Alam Gunung Baung Pasuruan -Jawa Timur. *Gamma* 6(2): 101-112.
- Duncan, B. D., dan Isaac, G. 1986. *Ferns and Allied Plants of Victoria, Tasmania and South Australia*. Melbourne: Melbourne University Press.
- Djukri dan Purwoko, B.S. 2003. Pengaruh Naungan Paranet Terhadap Sifat Toleransi Tanaman Talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). *Jurnal ilmu Pertanian* 10(2):17-25.
- Golovatskaya, E.A. 2011. Biological Productivity of Oligotrophic and Eutrophic Peatlands in Southern Taiga in Western Siberia. *EDCC Journal* 1(2): 1-8.
- Google Earth. 2016. *Blok Wonoasri, Taman Nasional Meru Betiri*. <http://earth.google.com>. [Diakses pada 21 Februari 2017].

- Hadad, I. 2010. Perubahan Iklim dan Pembangunan Berkelanjutan. *Prisma* 29(2): 3-22.
- Hairiyah, K., Ekadinata, A., Sari, R.R., dan Rahayu, S. 2011. *Pengukuran Cadangan Karbon: dari Tingkat Lahan Ke Bentang Lahan Edisi Kedua*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Holtum, R. E. 1968. *A Revised Flora of Malaya, Fern of Malaya*. Singapore: Government Printing Office.
- Hoshizaki, B. J. 1970. The Genus *Adiantum* in Cultivation (Polypodiaceae). *Baileya* 17(3):97-144.
- Hoshizaki, B.J. dan R.C. Moran. 2001. *Fern Grower's Manual*. Revised an. Portland: Timber Press.
- Indriyanto. 2006. *Ekologi Hutan*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Kartasapoetra dan Gunarsih, A. 2006. *Pengaruh Iklim terhadap Tanah dan Tanaman (Edisi Revisi)*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Kauffman, B.J. dan Donato, C. D. 2012. *Protocols For The Measurement, Monitoring and Reporting Of Structure, Biomass and Carbon Stocks in Mangrove Forests*. Bogor: Cifor.
- Kubitski, K . 1990. *The Families and Genera of Vascular Plants*. New York: Heidelberg GmbH.
- Kusumaningrum, I., R.B. Hastuti, dan S. Haryanti. 2007. Pengaruh Perasan *Sargassum crassifolium* dengan Konsentrasi Berbeda terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L) Merill). *Buletin Anatomi dan Fisiologi* 15(2): 17-23.
- Laidler, G.J. dan P. Treitz. 2003. Biophysical Remote Sensing of Arctic Environment. *Progress in Physical Geography* 27(1): 44-68.

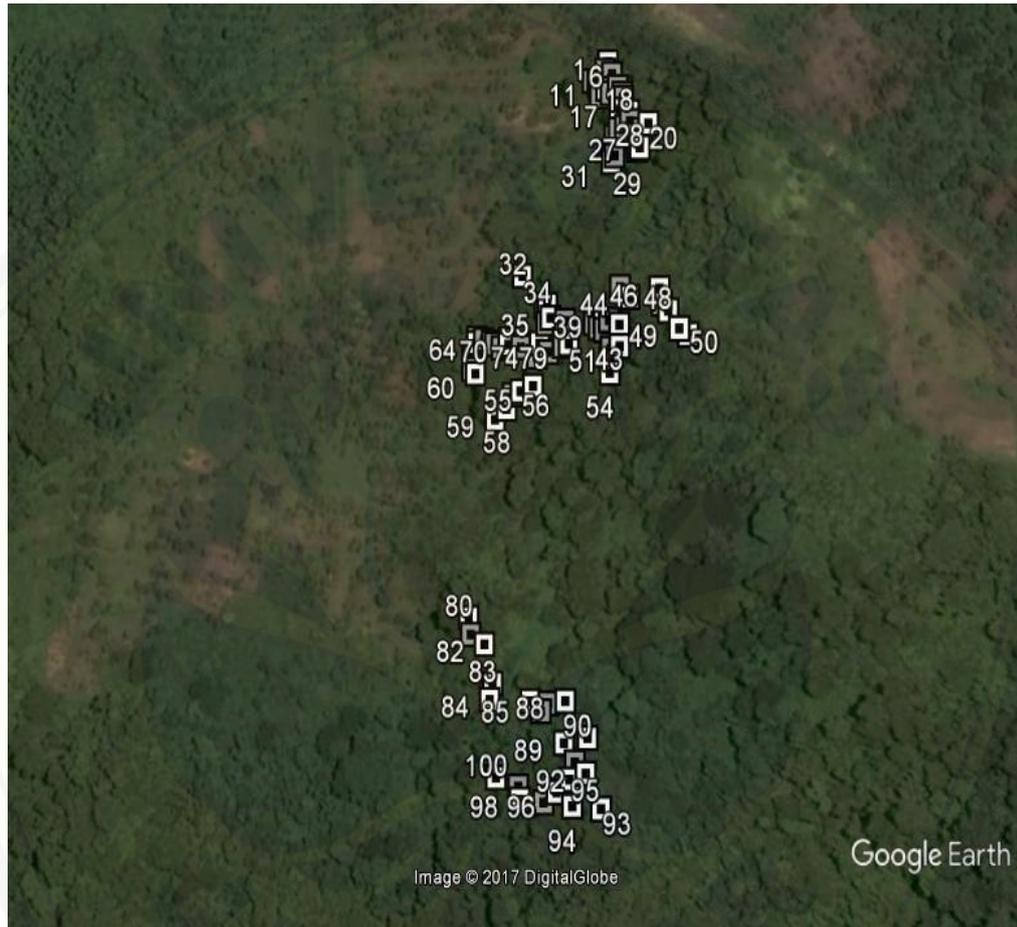
- LIPI.1980.*Jenis Paku Indonesia*. Bogor: Lembaga Biologi Nasional- LIPI.
- Loveless,A.R.1999.*Prinsip-prinsip Biologi Tumbuhan untuk Daerah Tropik 2*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Mead, B.R. 1998. *Phytomass in Southeast Alaska*. Anchorage: United States Department of Agriculture.
- Michael. 1994. *Metode Ekologi Untuk Penyelidikan Lapangan dan Laboratorium*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Nahdi, M.S. dan Darsikin. 2014. Distribusi dan Kemelimpahan Jenis Tumbuhan Bawah pada Naungan *Pinus mercusii*, *Acacia auriculiformis*, dan *Eucalyptus alba* di Hutan Gama Giri Mandiri, Yogyakarta. *Jurnal Natur Indonesia* 16(1): 33-41.
- Parresol, B. R., 1999. Assessing Tree and Stand Biomass: a Review with Examples and Critical Comparisons. *Forest Science* 45(4): 573-593.
- Sastrapradja, S., dan Afriastini, J.J.1979.*Kerabat Paku Herbarium Bogories*.Bogor: Lembaga Biologi Nasional-LIPI.
- Sastrapradja, D.S., Adisoemarsono, S., Kartawinata, S., dan Rifai, MA, 1980.*Jenis Paku Indonesia*. Bogor: Lembaga Biologi Nasioanal, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Smith, G.M. 1979. *Cryptogamic Botany: Bryophyta and Pteridiophyta*Second Edition. New Delhi: Tata McGrawhill Publishing Company Ltd.
- Setyawati, dan T. Yudha. 2000. *Study Tentang Sebaran Ploidi Pteris Tripartita diDaerah Dataran Rendah dan Dataran Tinggi*.Malang: Universitas Negeri Malang.
- Soemarwoto, O. 2001. *Ekologi Lingkungan dan Pembangunan*. Jakarta: Djambatan.

- Sutaryo, D. 2009. *Penghitungan Biomassa Sebuah Pengantar untuk Studi Karbondan Perdagangan Karbon*. Bogor: Wetlands International Indonesia Programme.
- Sulisetjono dan Laily, A. 2011. *Taksonomi Tumbuhan Tinggi*. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Siregar, C.A. 2012. Formulasi Persamaan Allometrik Untuk Pendugaan Biomassa Karbon Jati (*Tectona grandis* Linn.F) di Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan* 9(3):160-169.
- Sulistiyowati, H. 2015. Ecological Value of Tropical Evergreen Aglala-Streblus Forest Carbon Pools at Meru Betiri National Park East Java, Indonesia. *Disertasi*. University of the Philippines Los Banos.
- Sulistiyowati, H. dan Buot, I.E. 2015. Ecological Valuation Tools to Appraise Biomass, Necromass and Soil Organic Matter in A Natural Forest Ecosystem. *J. Wetlands Biodiversity* 6: 97-108.
- Tjitrosoepomo, G. 1994. *Taksonomi Tumbuhan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Tjitrosoepomo, G. 2003. *Taksonomi Tumbuhan (Schizophyta, Thallophyta, Bryophyta, Pteridophyta)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Tjitrosoepomo, G. 2005. *Taksonomi Tumbuhan (Schizophyta, Thallophyta, Bryophyta, Pteridophyta)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Tjitrosoepomo, G. 2011. *Taksonomi Tumbuhan (Schizophyta, Thallophyta, Bryophyta, Pteridophyta)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Thomas, A. dan Garber, M.P. 1999. *Growing Fern*. London: Cambridge University Press.

- Wahyono, B. I. 2011. Kajian *Biogeokimia Perairan Selat Sunda dan Barat Sumatera Ditinjau dari Pertukaran Gas Karbon Dioksida (CO₂) antara Laut dan Udara*. Depok: Universitas Indonesia.
- Wijayanto, N. dan Nurunnajah. 2012. Intensitas Cahaya, Suhu, Kelembaban, dan Perakaran Lateral Mahoni (*Switenia macrophylla* King.) di RPH Babakan Madang, BKPH Bogor, KPH Bogor. *Jurnal Silvikultur Tropika* 3(1):8-13.
- Windusari, Y., Nur, A.p., Sari., Yustian, I., dan Zulkifli, H. 2012. Dugaan Cadangan Karbon Biomassa TumbuhanBawah dan Serasah di Kawasan Sukesi AlamiPada Area Pengendapan Tailing PT Freeport Indonesia.*Biospecies* 5(1): 22-28.
- Yusuf, M., Sulistyawati, E., dan Suhaya, Y. 2014. Distribusi Biomassa di Atas dan Bawah Permukaan dari Surian (*Toona sinesis Roem*). *Jurnal Matematika dan Sains* 19(2):69-75.
- Yokoyama, S. 2008. *The Asian Biomass Handbook: A Guide for Biomass Production and Utilization*. Tokyo: The Japan Institute of Energy.
- Zona, S. dan M.J.M. Christenhusz. 2015. Litter Trapping Plants: Filter Feeders of the Plant Kingdom. *Botanical Journal of the Linnean Society*179: 554-586.

LAMPIRAN

A. Titik Koordinat Plot Penelitian di Hutan Hujan Tropis Resort Wonoasri
Taman Nasional Meru Betiri Kabupaten Jember



Lokasi penelitian terletak pada $8^{\circ}43'10.07''$ dan $113^{\circ}65'84.17''$ (titik awal) sampai dengan $8^{\circ}43'44.35''$ dan $113^{\circ}65'77.62''$ (titik akhir)

B. Gambar Jenis Tumbuhan Paku

1. *Ligodium circinatum* (Burm.f.) Sw



2. *Adiantum philippense* L.



3. *Ligodium flexuosum* (L.) Sw



4. *Pteris cretica* L.



5. *Pteris biaurita* L.



6. *Pteris ensiformis* Burm. F.



7. *Christella* sp



8. *Microlepia strigosa* (L.) More



9. *Christella parasitica* (L.) Lev

C. Surat Keterangan Identifikasi Tumbuhan



**LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA
(INDONESIAN INSTITUTE OF SCIENCES)
UPT BALAI KONSERVASI TUMBUHAN
KEBUN RAYA PURWODADI**

Jl. Raya Surabaya - Malang Km. 65 Purwodadi - Pasuruan 67163
Telp. (+62 343) 615033, Faks. (+62 341) 4266046
website : <http://www.krpurwodadi.lipi.go.id>



SURAT KETERANGAN IDENTIFIKASI TUMBUHAN
No: 1009 /IPH.06/HM/V/2017

Kepala Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi LIPI dengan ini menerangkan bahwa material tumbuhan yang dibawa oleh:

Nama : Nadia Sabrina
NIM : 141810401049
Instansi : Mahasiswa Biologi, MIPA, Universitas Jember.
Tanggal material diterima : 2 Mei 2017

Telah diidentifikasi/determinasi berdasarkan koleksi herbarium dan koleksi kebun serta referensi ilmiah, dengan hasil sebagai berikut:

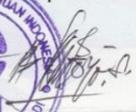
No	Kode	Genus	Species	Family
1	P.8	<i>Pteris</i>	<i>Pteris ensiformis</i> Burm. F.	Pteridaceae
2	P.7	<i>Christella</i>	<i>Christella</i> sp	Thelypteridaceae
3	P.5	<i>Pteris</i>	<i>Pteris cretica</i> L.	Pteridaceae
4	P.4	<i>Lygodium</i>	<i>Lygodium circinatum</i> (Burm.f.) Sw.	Schizaeaceae
5	P.3	<i>Lygodium</i>	<i>Lygodium flexuosum</i> (L.) Sw	Schizaeaceae
6	P.2	<i>Chrystella</i>	<i>Christella parasitica</i> (L.) Lev	Thelypteridaceae
7	P.10	<i>Pteris</i>	<i>Pteris biaurita</i> L	Pteridaceae
8	P.9	<i>Microlepia</i>	<i>Microlepia strigosa</i> (L.) Morre	Dennstaedtiaceae
9	P.6	<i>Adiantum</i>	<i>Adiantum philippense</i> L.	Adiantaceae

Referensi:

- Holtum R. E. 1982 Flora Malesiana Seri II - Pteridophyta Fern and Fern Allies Vol. 1, part : Thelypteridaceae.
- Holtum R.E. 1968 Flora of Malaya Voleme II Ferns of Malaya .

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Purwodadi, 10 Juni 2017
An. Kepala
Kepala Balai Konservasi Tumbuhan
Kebun Raya Purwodadi



Bambang Walojo Sedjati SP.

D. Surat Izin Masuk Kawasan Konservasi (SIMAKSI)



KEMENTERIAN LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN
DIREKTORAT JENDERAL KONSERVASI SUMBER DAYA ALAM DAN EKOSISTEM
BALAI TAMAN NASIONAL MERU BETIRI
Jl. Sriwijaya 53 Kotak Pos 269 Jember 68123 Telp/Fax. 0331-335535/321530
Email : merubetiri@gmail.com, Website : merubetiri.dephut.go.id

SURAT IZIN MASUK KAWASAN KONSERVASI (SIMAKSI)

Nomor : SI. 281 /T.15/TU/PPI/03/2017

Dasar : Surat Dekan Fakultas MIPA UNEJ Nomor 478/UN25.1.9/PI/2017 tanggal 3 Februari 2017 Perihal Permohonan Ijin Penelitian.

Dengan ini memberikan izin masuk Kawasan Konservasi kepada:

Nama : Nadia Sabrina (Perempuan)
Alamat Instansi : Jurusan Biologi F. MIPA Universitas Jember
Alamat yg bisa dihub. : 082140762591
Untuk / Keperluan : Penelitian S1 "Analisis Phytomassa dan Karbon pada Tumbuhan Paku-pakuan di Kawasan Hutan TNMB Kab. Jember"

Lokasi : Resort Wonoasri, Seksi Wilayah II Ambulu
Waktu : 23 Maret – 5 April 2017 (14 hari)

Dengan Ketentuan:

1. Wajib menyerahkan proposal dan foto kopi tanda pengenal.
2. Selesai memasuki lokasi wajib menyerahkan laporan tertulis kepada Kepala Balai Taman Nasional Meru Betiri.
3. Didampingi petugas Balai Taman Nasional Meru Betiri dengan beban tanggung jawab dari pemegang SIMAKSI.
4. Khusus untuk kegiatan pembuatan film/video wajib memuat tulisan Direktorat Jenderal KSDAE dan logo Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
5. Mematuhi peraturan perundangan yang berlaku.
6. Dilarang melepaskan tembakan/ledakan berupa apapun didalam kawasan.
7. Dilarang mengganggu satwa, merusak tumbuhan dan menimbulkan suara bising.
8. Dilarang mengambil dan membawa specimen tumbuhan dan satwa tanpa ijin.
9. Dilarang melakukan kegiatan apapun di pantai dan atau di laut.
10. Segala resiko yang terjadi dan timbul selama berada di lokasi sebagai akibat kegiatan yang dilaksanakan menjadi tanggung jawab pemegang SIMAKSI.
11. Pemegang SIMAKSI ini dikenakan tarif PNBK Rp 0,- (nol rupiah).
12. SIMAKSI ini berlaku setelah pemohon membubuhkan meterai Rp. 6.000,- (enam ribu rupiah) dan menandatangani.

Demikian surat izin masuk kawasan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Dikeluarkan di : Jember
Pada tanggal : 23 Maret 2017
Pih. Kepala Balai,



Nadia Sabrina



Dr. Khairun Nisa'
NIP. 19671107 199403 2 003

Tembusan disalin/dicopy oleh pemegang izin dan disampaikan kepada Yth:

1. Sekretaris Direktorat Jenderal KSDAE.
2. Direktur Konservasi Keanekaragaman Hayati.
3. Kepala SPTN Wilayah II Ambulu.