

Nama Rumpun Ilmu : Tekno-Sain
Bidang Fokus : Inovasi Teknologi dalam
Pengelolaan Energi,
Kesehatan, Sumberdaya Alam
dan Lingkungan

LAPORAN AKHIR PENELITIAN BENUA MARITIM INDONESIA SPESIFIK

**Dibiayai Dengan Bantuan Penelitian Hibah Internal
Universitas Hasanuddin Dana BMIS
Sesuai Dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Pekerjaan
Nomor 12287/UN4.21/PL.00.00/2018 Tanggal 22 Juni 2018**



**KARAKTERISASI MORFOLOGI, ANATOMI STOMATA,
FISIOLOGIS PEPOHONAN DALAM POTENSINYA SEBAGAI
ABSORBAN POLUTAN KARBON DIOKSIDA DI HUTAN KOTA
UNIVERSITAS HASANUDDIN TAMALANREA MAKASSAR**

TIM PENELITI

Dr. Elis Tambaru, M.Si (NIDN: 0002016306)
Dr. Sri Suhadiyah, M.Agr (NIDN: 0003045403) Ir.
Budirman Bachtiar, MS (NIDN: 0026065808)

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
NOVEMBER 2018**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Karakterisasi Morfologi, Anatomi Stomata, Fisiologis Pepohonan Dalam Potensinya Sebagai Absorban Polutan Karbon Dioksida Di Hutan Kota Universitas Hasanuddin Tamalanrea Makassar

Kode/ Nama Rumpun Ilmu : Tekno-Sain
Bidang Unggulan Fakultas : Inovasi Teknologi dalam Pengelolaan Energi, Kesehatan, Sumberdaya Alam dan Lingkungan

Topik Unggulan :

Ketua Peneliti

- a. Nama Lengkap : Dr. Elis Tambaru, M.Si (P)
- b. NIDN : 0002016306
- c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
- d. Program Studi : Biologi
- e. Nomor HP : 085255228363/ 082271531981
- f. Alamat surel (e-mail) : eli.tambaru@yahoo.com

Anggota Peneliti (1)

- a. Nama Lengkap : Dr. Sri Suhadiyah, M.Agr
- b. NIDN : 0003045403
- c. Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Anggota Peneliti (2)

- a. Nama Lengkap : Ir. Budirman Bachtiar, MS
- b. NIDN : 0026065808
- c. Fakultas : Kehutanan

Biaya Penelitian Keseluruhan : Rp. 68.000.000,-
- Diusulkan ke Unhas : Rp. 68.000.000,-
- Dana institusi lain : -
- Dana disetujui : Rp. 44.000.000,-
-

Makassar, 21 November 2018

Mengetahui,
Dekan FMIPA UNHAS

(Dr. Eng. Amruddin, M.Si)
NIP. 197002131996032001



Ketua Peneliti,

(Dr. Elis Tambaru, M.Si.)
NIP. 196301021990022001

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat,

(Prof. Dr. Andi Alimuddin, M.Si.)
NIP. 196201181987021001



KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa atas berkat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan laporan Benua Maritim Indonesia Spesifik yang berjudul Karakterisasi Morfologi, Anatomi Stomata, Fisiologis Pepohonan dalam Potensinya Sebagai Absorban Polutan Karbon Dioksida di Hutan Kota Universitas Hasanuddin Tamalanrea Makassar.

Penulis menyadari, bahwa penelitian dan penulisan laporan ini dapat terujud, karena adanya bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih dan penghargaan kepada: Ibu Rektor Unibersitas Hasanuddin, Bapak Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin, Ibu Ketua Departemen Bilogi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin, Bapak Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat Universitas Hasanuddin, atas bantuan dana Penelitian Hibah Internal BMIS Universitas Hasanuddin, Sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Pekerjaan Nomor 12287/UN4.21/PL.00.00/2018 Tanggal 22 Juni 2018, sehingga penelitian BMIS ini dapat terlaksana dengan baik. Ucapan terima kasih juga kepada Kepala Laboratorium Botani Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin, Kepala Laboratorium Riset Biologi Terpadu Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin, Kepala Laboratorium Biokimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin, Kepala Laboratorium Kualitas Air Jurusan Perikanan Universitas Hasanuddin, dan Kepala Laboratorium Mikrobiologi BPPK Makassar, yang telah memberikan izin serta pelayanan dan petunjuk berharga selama penulis melakukan penelitian Hibah Internal BMIS.

Penulis berharap semoga hasil penelitian dari BMIS Universitas Hasanuddin ini dapat bermanfaat bagi kita semua sebagai acuan dalam pemilihan jenis-jenis pohon yang sesuai untuk mengurangi polusi udara di lingkungan tempat tinggal kita. Amin.

Makassar, November 2018

Penulis

ABSTRAK

Pembangunan Hutan Kota berdampak positif terhadap kehidupan di perkotaan. Pencemaran udara akibat meningkatnya karbon dioksida dapat merusak lingkungan, pertumbuhan tanaman dan aktivitas manusia. Penelitian ini bertujuan untuk karakterisasi morfologi, anatomi stomata, fisiologi pada jenis pohon *Vitex copassus*, *Tectona grandis*, *Terminalia catappa*, *Gmelina elliptica*, *Swietenia macrophylla*, *Pterocarpus indicus*, dan *Polyalthia longifolia* dalam potensinya sebagai absorban polutan CO₂ di Hutan Kota Universitas Hasanuddin Tamalanrea Makassar. Metode penelitian digunakan analisis karakterisasi morfologi daun, karakterisasi stomata daun secara membujur digunakan kutex yang mengandung acetone, analisis kadar klorofil daun, dan absorpsi CO₂ daun, data dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan, bahwa karakteristik morfologi daun, stomata daun dan kadar klorofil daun berpengaruh terhadap absorpsi polutan CO₂ pada setiap jenis pohon. Jumlah stomata *abaxial* tertinggi ditemukan pada daun *Swietenia macrophylla*

785.330 stomata/mm² dan terendah pada daun *Tectona grandis* 80.000 stomata/mm². Ukuran stomata terbesar pada daun *Polyalthia longifolia* 330,662 μm dan terkecil pada daun *Gmelina elliptica* 77.357 μm. Indeks stomata tertinggi pada daun *Swietenia macrophylla* 31.594 % dan terendah pada daun *Tectona grandis* 1.748 %. Kadar klorofil a tertinggi pada daun *Tectona grandis* 0.016 mg/g dan terendah daun *Polyalthia longifolia* 0.011 mg/g. Kadar klorofil b tertinggi daun *Tectona grandis* 0.104 mg/g dan terendah daun *Gmelina elliptica* 0.083 mg/g. Kadar klorofil a+b tertinggi pada daun *Tectona grandis* 0.107 mg/g dan terendah daun *Gmelina elliptica* 0.088 mg/g. Jenis pohon yang memiliki jumlah stomata banyak memiliki kemampuan absorpsi CO₂ secara optimum. Daya absorpsi CO₂/cm² setiap jenis pohon berbeda, daya absorpsi tertinggi ditemukan pada daun *Polyalthia longifolia* 2.0300x10⁻⁴ g/cm² dan terendah daun *Vitex copassus* 0.0124 x10⁻⁴ g/cm².

Kata kunci: karakterisasi, morfologi, stomata, klorofil, CO₂

ABSTRACT

Development Urban Forest the impact positive to life in urban areas. Polluted air consequence increase carbon dioxide could damage the environment, growth plant and life humans. This study aims to characterize morphology, stomatal anatomy, physiology in the tree species *Vitex copassus*, *Tectona grandis*, *Terminalia catappa*, *Gmelina elliptica*, *Swietenia macrophylla*, *Pterocarpus indicus*, dan *Polyalthia longifolia* in their potential as CO₂ pollutant absorbers in the Urban Forest of University Hasanuddin Tamalanrea Makassar. The method used was analysis characterization leaves morphology, longitudinal leaves stomatal characterization used nail polish containing acetone, analysis leaves chlorophyll content and CO₂ absorption the data were analyzed descriptively. The results showed that characteristics leaves morphology, leaves stomatal and leaves chlorophyll had an effect to the absorption of CO₂ pollutants in each type of tree. *Abaxial* stomatal number highest found on leaves *Swietenia macrophylla* 785,330 stomatal/mm² and lowest on leaves *Tectona grandis* 80,000 stomatal/mm². The biggest stomatal size on leaves *Polyalthia longifolia* 330,662 μm and smallest on leaves *Gmelina elliptica* 77,357 μm. The highest stomatal index on leaves *Swietenia macrophylla* 31,594% and lowest on leaves *Tectona grandis* 1.748%. The highest chlorophyll a level on leaves *Tectona grandis* 0.016 mg/g and lowest leaves *Polyalthia longifolia* 0.011 mg/g. The highest chlorophyll B level leaves *Tectona grandis* 0.104 mg/g and lowest leaves *Gmelina elliptica* 0.083 mg/g. Chlorophyll levels a + b highest on leaves *Tectona grandis* 0.107 mg/g and lowest leaves *Gmelina elliptica* 0.088 mg/g. Plant tree type that has a lot of stomatal have ability CO₂ absorption optimum. Absorption of CO₂/cm² every type tree different, CO₂ absorption highest found on leaves *Polyalthia longifolia* 2.0300x10⁻⁴ g/cm² and lowest of leaves *Vitex copassus* 0.0124 x10⁻⁴ g/cm².

Key words: characterization, morphology, stomatal, chlorophyll , CO₂

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I. PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Rumusan Masalah	3
I.3. Tujuan Penelitian	3
I.4. Tujuan Khusus	3
I.5. Urgensi (keutamaan) Penelitian Dalam Mengatasi Masalah Strategis Berskala Nasional	3
I.6. Renstra Dan Peta Jalan Penelitian Perguruan Tinggi	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	7
II.1. Keanekaragaman Flora Indonesia	7
II.2. Pencemaran Udara	7
II.3. Peranan Hutan Kota	8
II.4. Kriteria Tanaman untuk Perkotaan	9
II.5. Bentuk Tajuk Pohon	9
II.6. Absorpsi Karbon Dioksida	10
BAB III. METODE PENELITIAN	18
III.1. Waktu dan Lokasi Penelitian	18
III.2. Bahan dan Alat Penelitian	18
III.3. Metode Kerja	19
III.4. Analisis Data	21
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	22
IV.1. Struktur Tajuk dan Bentuk Morfologi Pohon Penelitian di Hutan Kota Universitas Hasanuddin Tamalanrea Makasassar	22

IV.2. Karakterisasi Anatomi Stomata Daun Pohon Penelitian di Hutan Kota Universitas Hasanuddin Tamalanrea Makassar	26
IV.3. Kadar Klorofil Daun	30
IV.4. Massa Karbohidrat, Massa Karbon Dioksida dan Daya Absorpsi Karbon Dioksida	32
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	35
V.1. Kesimpulan	35
V.2. Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	42

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Rencana Target Capaian Tahunan	4
2. Renstra Penelitian Berbasis BMI Spesifik Rumpun Ilmu Tekno-Sain	5
3. Susunan Udara Bersih dan Kering	8
4. Hasil Analisis Karakterisasi Anatomi Rata-rata Stomata dan Epidermis Penampang Membujur Daun Penelitian	28

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Penelitian Yang Telah Dilakukan Keterkaitannya Dengan Renstra Penelitian Dasar Unggulan Unhas	6
2. Berbagai macam Tipe Stomata: Tipe <i>Anomositik</i> (A), Tipe <i>Anisositik</i> (B), Tipe <i>Parasitik</i> (C), Tipe <i>Diasitik</i> (D), dan Tipe <i>Gramineae</i> (E)	11
3. Penampang Melintang Daun Dicotyledonae, Stomata dan Berkas Pengangkutan	13
4. Stomata Terbuka, Karbon Dioksida Masuk Ke dalam Jaringan Daun dan Air Keluar dari Daun	13
5. Anatomi Jaringan Penampang Melintang Daun Tanaman C ₃ (Kiri) dan C ₄ (Kanan)	14
6. Desain dan Metode Penelitian	20
7. Bentuk-bentuk Tajuk Pohon Penelitian	22
8. Bentuk Mofologi Daun Pohon Penelitian	23
9. Karakterisasi Anatomi Stomata Penampang Membujur Pada Daun	27
10. Histogram Rata-rata Kadar Klorofil a untuk 0.1 g	30
11. Histogram Rata-rata Kadar Klorofil b untuk 0.1 g	31
12. Histogram Rata-rata Kadar Klorofil a+b untuk 0.1 g	31
13. Histogram Rata-rata Massa CO ₂	32
14. Histogram Rata-rata Massa Karbohidrat	33
15. Histogram Rata-rata Daya Absorpsi CO ₂ /cm ² (x10 ⁻⁴)	34

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Titik Koordinat Lokasi Sampel Penelitian	43
2. Pengukuran pH Tanah Dan Kelembapan Tanah di Lokasi Penelitian	43
3. Pengukuran Suhu dan Kelembapan Udara d Lokasi Penelitian	44
4. Pengukuran Intensitas Cahaya di Lokasi Penelitian	44
5. Pengukuran Tinggi, Diameter, Keliling dan Penutupan Tajuk	45
6. Hasil Analisis Rata-Rata Hubungan Antara Karakteristik Morfologi dan Anatomi Stomata Daun Jenis Pohon Penelitian	46
7. Pengukuran Rata-Rata Luas Per Helaian Daun dan Luas Daun Per 30 Gram	46
8. Hasil Pengukuran Massa Karbohidrat dan Massa Karbon Dioksida 30 Gram Sampel Daun Penelitian	47
9. Hasil Pengukuran Kadar Klorofil Daun Sampel Penelitian	47
10. Foto Kegiatan Penelitian	48

BAB I. PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Kota sebagai sentra kegiatan ekonomi, politik, pendidikan dan berbagai aspek kehidupan lainnya, sehingga kota semakin dipadati oleh manusia. Bertambahnya jumlah penduduk di perkotaan berimplikasi pada meningkatnya penyediaan sarana dan prasarana bagi pemenuhan kebutuhan masyarakat. Kota Makassar mempunyai luas wilayah 175,77 km² yang terdiri atas 14 kecamatan, dengan jumlah penduduk 1.272.349 jiwa mengalami laju pertumbuhan 1,63 % per tahun (BPS, 2010).

Pertambahan jumlah penduduk kota berarti juga peningkatan kebutuhan ruang, karena ruang tidak dapat bertambah, maka yang terjadi adalah perubahan penggunaan lahan, yang cenderung menurunkan proporsi lahan-lahan yang sebelumnya merupakan Ruang Terbuka Hijau (RTH). Pada saat ini hanya 1,2% lahan di dunia merupakan kawasan perkotaan, namun *coverage spasial* dan densitas kota-kota diperkirakan akan terus meningkat di masa yang akan datang (Susanti, 2006; Budiyo, 2006).

Berdasarkan UU No. 26 tahun 2007 Tentang Penataan Ruang, bahwa suatu wilayah kota diwajibkan memiliki Ruang Terbuka Hijau (RTH) minimal 30% dari luas kota dan minimal 20% adalah ruang terbuka hijau publik. Ruang Terbuka Hijau merupakan suatu bentuk pemanfaatan lahan di perkotaan yang diperuntukan bagi penghijauan kota. Beberapa penelitian yang telah dilakukan mengenai potensi pepohonan dalam mengabsorpsi karbon dioksida untuk mengurangi pemanasan global yaitu: Keanekaragaman jenis pohon pada Hutan Kota di kota Makassar (2011); Potensi absorpsi karbon dioksida pada beberapa jenis pohon Hutan Kota di Kota Makassar (2012); Peranan morfologi dan tipe stomata daun dalam mengabsorpsi karbon dioksida (2013); Perbandingan karakteristik ukuran sel daun dari pohon yang tumbuh di lokasi terpolusi dan k rang terpolusi (2014); Identifikasi morfologi dan anatomi stomata *Flacourtia inermis* (2015); Keragaman bentuk stomata daun beberapa jenis pohon tanaman obat (2016); Analisis keragaman tipe stomata, ukuran dan indeks stomata pada daun pohon yang tumbuh di lokasi industri pabrik dan lokasi terpolusi kendaraan bermotor (2017).

Kawasan Kampus UNHAS Tamalanrea ditetapkan sebagai Hutan Kota dengan luas ± 20 Ha berdasarkan Surat Keputusan Walikota Makassar NO. 522.4/807/Kep/X/2008 dan hasil penelitian Tambaru, 2012 dijumpai 102 jenis pohon yang tumbuh di lokasi tersebut. Vegetasi perkotaan berfungsi memberi estetika, penyatu ruang, meminimalkan pencemaran udara dan menghasilkan oksigen, dan ameliorasi iklim mikro (Lovelli *et al.* 2010; Zhao *et al.* 2009).

Jenis-jenis vegetasi pohon perlu diteliti lebih lanjut sebagaimana peranannya dalam mengabsorpsi CO₂ untuk proses fotosintesis, peningkatan konsentrasi CO₂ yang terlalu tinggi di atas ambang batas 318 ppm (wardhana 2004), dapat menyebabkan Efek Rumah Kaca (ERK) (Lawson *et al.* 2014), dampak selanjutnya menyebabkan perubahan fisiologi tanaman (Gohil *et al.* 2010).

Daun merupakan salah satu organ tumbuhan yang paling banyak terpapar polusi udara. Pertumbuhan dan perkembangan tanaman dipengaruhi faktor lingkungan eksternal seperti cahaya, pH, suhu dan kelembapan (Larcher, 1995; Kim *et al.* 2013; Rakic *et al.* 2015; Wang *et al.* 2016). Faktor internal antara lain struktur morfologi, anatomi stomata dan kandungan klorofil daun (Kumekawa *et al.* 2013; Vauzia *et al.* 2016; Petrova *et al.* 2017). Tanaman mampu mengabsorpsi beberapa macam polutan, sehingga dapat berperan dalam membersihkan udara dari polusi udara. Kemampuan tanaman dalam mengabsorpsi polusi udara bersamaan pada saat absorpsi CO₂ digunakan untuk fotosintesis (Sharma *et al.* 2017; Banik *et al.* 2018). Mekanisme masuknya polutan ke dalam jaringan daun terjadi pada siang hari bersamaan saat daun melepaskan uap air dan mengabsorpsi CO₂ beserta polutan yang ada pada permukaan daun (Megia *et al.* 2015). Polutan yang terabsorpsi kedalam jaringan daun melalui stomata secara bertahap dapat menyebabkan kerusakan pada helaian daun, kadar klorofil berkurang, sehingga laju fotosintesis terhambat akhirnya terjadi kematian pada daun (Garcia-Plaszaola *et al.* 2015; Yousafzai *et al.* 2018). Kerusakan tanaman akibat pencemaran udara seperti kadar CO₂ di udara tinggi (Hager *et al.* 2016). Polusi udara juga dapat memengaruhi morfologi, anatomi daun, yang akhirnya terlihat gejala kerusakan ditimbulkan seperti klorosis dan nekrosis pada daun (Gohil *et al.* 2010; Rizkiaditama *et al.* 2017) dan secara fisiologi dan biokimia menyebabkan kerusakan pada klorofil (Singsaas *et al.* 2003; Chauhan, 2010). Penanaman berbagai jenis pohon di daerah perkotaan untuk mengurangi polusi udara, hendaknya pemilihan jenis tanaman memiliki sifat dan karakteristik yang spesifik dan tahan terhadap polusi.

Penelitian terdahulu dari Tambaru, 2017, mengenai analisis perbandingan tipe stomata daun pohon yang tumbuh di lokasi terpolusi kendaraan bermotor dan lokasi terpolusi industri pabrik, hasil penelitian terdapat perbedaan pada jumlah stomata dari daun *Swietenia macrophylla*, di lokasi terpolusi industri pabrik jumlah stomata lebih banyak dari lokasi terpolusi kendaraan bermotor. Vegetasi harus memiliki sifat dan karakteristik spesifik untuk mengurangi polusi udara. Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian tentang karakterisasi ciri morfologi, stomata daun dan kadar klorofil daun dari jenis-jenis pohon Hutan Kota yang mampu mengabsorpsi karbon dioksida secara optimum di Kota Makassar.

I.2. Rumusan Masalah

Pertambahan jumlah penduduk di Kota Makassar mengakibatkan aktivitas masyarakatnya juga semakin meningkat, hal ini dapat dilihat dari padatnya kendaraan bermotor di jalan. Untuk menyeimbangkan emisi gas CO₂ perlu dibarengi dengan penghijauan pohon di Kota Makassar dengan menanam berbagai jenis pohon yang sesuai dengan peruntukan lahan. Oleh sebab itu dapat dirumuskan beberapa rumusan permasalahan sebagai berikut:

1. Seberapa besar perbedaan ciri morfologi, stomata daun dan kadar klorofil dari jenis pohon penelitian berpengaruh terhadap absorpsi polusi CO₂ di Kota Makassar ?
2. Apakah ada perbedaan ciri spesifik morfologi dan tipe stomata daun yang dapat dijadikan kriteria dalam pemilihan jenis pohon untuk mengatasi polusi udara CO₂ di Kota Makassar ?

I.3. Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi dan menganalisis ciri morfologi daun, stomata daun, kadar klorofil daun, dan hubungannya terhadap absorpsi polusi CO₂.
2. Menganalisis kemampuan setiap jenis pohon berdasarkan ciri morfologi, stomata daun dan kadar klorofil daun yang mampu mengabsorpsi CO₂ secara optimum di Kota Makassar.

I.4. Tujuan Khusus

Tujuan khusus dalam hubungannya dengan isu pemanasan global dan perubahan iklim yaitu:

1. Pemilihan jenis pohon yang cocok ditanam pada berbagai kondisi lingkungan spesifik dan peruntukan lahan yang sesuai untuk meningkatkan kemampuan absorpsi CO₂ secara optimum.
2. Sebagai kajian untuk menganalisis ciri morfologi dan tipe stomata daun dari pohon yang mampu beradaptasi pada berbagai kondisi lingkungan.

I.5. Urgensi (keutamaan) penelitian dalam mengatasi masalah strategis berskala nasional

Permasalahan perkotaan pada saat ini telah menjadi kendala yang cukup sulit untuk diatasi. Pertambahan jumlah penduduk kota berarti juga peningkatan kebutuhan ruang, karena ruang tidak dapat bertambah, maka yang terjadi adalah perubahan penggunaan lahan, yang cenderung menurunkan proporsi lahan-lahan yang sebelumnya merupakan Ruang Terbuka Hijau (RTH).

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis jenis pohon yang mampu mengabsorpsi CO₂ secara normal untuk fotosintesisnya. Kemampuan absorpsi CO₂ juga dipengaruhi ciri morfologi, tipe stomata, jumlah stomata daun, dan kadar klorofil setiap jenis pohon. Pohon dalam ekosistem berperan sebagai produsen utama yang mengubah energi matahari menjadi energi potensial untuk makhluk hidup, sehingga penghijauan dapat menangani krisis lingkungan di perkotaan, karena salah satu peranannya dalam mengurangi konsentrasi CO₂ di udara. Pada setiap jenis pohon mempunyai ketahanan yang berbeda terhadap zat pencemar, karena zat pencemar dapat merusak perkembangan daun dan pertumbuhan tanaman. Ketahanan setiap jenis tanaman dapat dipengaruhi oleh sifat-sifat genetik, morfologi daun (bentuk dan permukaan daun), anatomi daun, kadar klorofil daun, kerapatan, dan letak stomata (Tambaru, 2012).

Tabel 1. Rencana Target Capaian Tahunan

No	Jenis Luaran				Indikator Capaian
	Kategori	Sub Kategori	Wajib	Tambahan	Tahun 2018 (TS) ¹
1	Artikel Ilmiah dimuat di jurnal ²⁾	Internasional bereputasi	√		√
		Nasional terakreditasi			
2	Artikel Ilmiah dimuat di prosiding ³⁾	Internasional Terindeks			
		Nasional		√	√
3	<i>Invited speaker</i> dalam temu ilmiah ⁴⁾	Internasional			
		Nasional			
4	<i>Visiting Lecturer</i> ⁵⁾	Internasional			
5	Hak Kekayaan Intelektual (HKI) ⁶⁾	Paten			
		Paten Sederhana			
		Hak Cipta			
		Merek dagang			
		Rahasia dagang			
		Desain Produk Industri			
		Indikasi Geografis			
		Perlindungan Varietas Tanaman			
	Perlindungan Topografi Sirkuit Terpadu				
6	Teknologi Tepat Guna ⁷⁾				
7	Model/Purwarupa/Desain/Karya Seni/Rekayasa Sosial ⁸⁾				
8	Bahan Ajar ⁹⁾	√		√	
9	Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT) ¹⁰⁾				

I.6. Renstra Dan Peta Jalan Penelitian Perguruan Tinggi

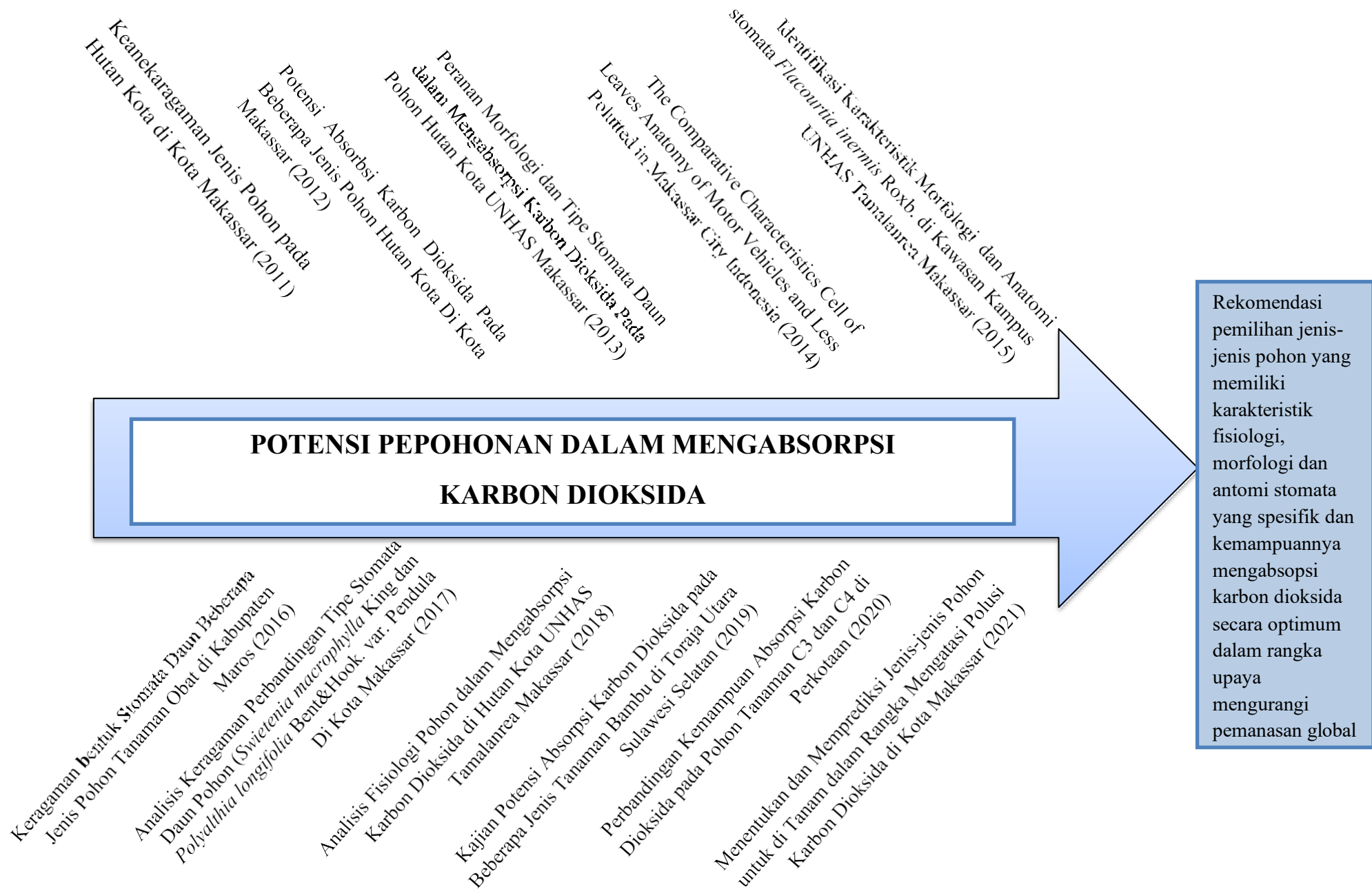
Kondisi lingkungan Hidup di Indonesia semakin lama semakin menurun. Indeks kualitas Lingkungan Hidup (IKLH), kualitas air, keberadaan energi fosil, maupun kualitas hutan. Pohon dalam ekosistem berperan sebagai produsen utama yang mengubah energi matahari menjadi energi potensial untuk makhluk hidup, sehingga penghijauan dapat menangani krisis lingkungan di perkotaan, karena salah satu peranannya dalam mengurangi CO₂. Untuk menyeimbangkan emisi gas CO₂ perlu dibarengi dengan penghijauan pohon dengan menanam berbagai jenis pohon yang sesuai dengan peruntukan lahan.

Penelitian ini mengacu pada renstra penelitian berbasis BMI spesifik Universitas Hasanuddin termasuk dalam rumpun ilmu Tekno-Sain yang difokuskan untuk diteliti pada sub tema inovasi teknologi dalam pengelolaan energi, kesehatan, sumberdaya alam dan lingkungan.

Tabel 2. Renstra Penelitian Berbasis BMI Spesifik Rumpun Ilmu Tekno-Sain

Isu-Isu Strategis	Pemecahan Masalah	Topik Riset Yang Diperlukan
Perubahan penggunaan lahan menyebabkan terbatasnya Ruang Terbuka Hijau (RTH), sehingga memicu terjadinya emisi gas CO ₂	Pohon yang mampu mengabsorpsi CO ₂	Pemilihan dan penanaman jenis pohon yang mampu mengabsorpsi CO ₂ secara optimum

Berdasarkan topik riset yang diperlukan sesuai renstra Universitas Hasanuddin, maka penelitian ini sangat menunjang perkembangan rumpun ilmu Tekno-Sain dalam menganalisis jenis pohon yang memiliki kemampuan dalam mengabsorpsi CO₂ untuk mengurangi polusi. Penelitian ini difokuskan pada jenis pohon yang mampu mengabsorpsi CO₂. yang akan dikembangkan sebagai acuan dalam pemilihan jenis-jenis pohon yang cocok ditanam untuk penghijauan dan mengurangi polusi udara di daerah perkotaan. Beberapa penelitian yang telah dilakukan dapat terlihat keterkaitannya dengan renstra penelitian dasar unggulan Universitas Hasanuddin dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 . Penelitian Yang Telah Dilakukan Keterkaitannya Dengan Renstra Penelitian Dasar Unggulan Unhas.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Keanekaragaman Flora Indonesia

Indonesia merupakan *Megabiodiversity Country* dengan kekayaan flora tidak kurang dari 27.500 species/jenis tumbuhan berbunga (18% dari seluruh jenis tumbuhan berbunga di dunia), lumut 1500 jenis (9%), tumbuhan paku 13% dan gymnospermae 100 jenis (Kophalindo, 1994 dalam Tambaru 2012). Penggolongan tumbuhan berdasarkan manfaatnya yaitu sebagai penghasil: sandang, pangan, papan dan obat-obatan. Penggolongan tumbuhan berdasarkan habitus yaitu pohon *Swietenia macrophylla* King., perdu *Plumeria alba* L., semak *Lantana camara* L., dan herba/terna *Axonopus compressus* Swartz. Beauv (Van Steenis, 2005).

Mengadakan penghijauan di perkotaan perlu diperhatikan banyak hal di samping fungsi estetika, menanam pohon juga harus memperhatikan fungsi peneduh, fungsi polutan, pendidikan, dan konservasi. Setiap daerah punya keunikan tanaman yang tumbuh pada daerah itu saja, misalnya pohon endemik Sulawesi Selatan *Borassus flabellifer* L. (tala/lontar). Pembangunan berwawasan lingkungan mensyaratkan adanya sejumlah kawasan yang tetap dipertahankan berada dalam status alaminya. Status alami berguna untuk menjaga kualitas air, perlindungan sumberdaya plasma nutfah, perlindungan kawasan ber pemandangan indah, kesempatan untuk menikmati lingkungan alami, sehingga menjamin kelestarian sumberdaya alam (Irawan, 2007). Selain itu, banyak pembangunan atau pelebaran jalan dilakukan dengan menebang pohon-pohon yang sudah ada dan tumbuh besar tanpa diikuti penanaman kembali, sehingga apabila siang hari sangat terasa terik, panas dan berdebu, karena di sepanjang jalan tersebut pohon-pohon yang dulunya tumbuh rindang dan teduh terpaksa harus ditebang demi pelebaran jalan (Mya, 2008).

II.2. Pencemaran Udara

Pencemaran udara berarti hadirnya satu atau beberapa bahan-bahan atau zat-zat asing di dalam udara yang menyebabkan perubahan susunan (komposisi) udara dari keadaan normalnya. Kehadiran bahan atau zat asing di dalam udara dalam jumlah tertentu serta berada di udara dalam waktu cukup lama, akan dapat mengganggu kehidupan manusia, hewan dan tumbuhan.

Tabel 3. Susunan Udara Bersih dan Kering (Wardhana, 2004)

No.	Unsur	Formula	%Volume	Kandungan ppm
1.	Nitrogen	N ₂	78.09	780900
2.	Oksigen	O ₂	20.94	209400
3.	Argon	Ar	0.930	9300
4.	Karbon dioksida	CO ₂	0.0318	318
5.	Neon	Ne	0.0018	18
6.	Helium	He	0.00052	5.2
7.	Metana	CH ₄	0.00015	1.5
8.	Kripton	Kr	0.0001	1
9.	Nitrogen oksida	N ₂ O	0.000025	0.25

Kendaraan bermotor merupakan sumber pencemar bergerak yang menghasilkan CO, hidrokarbon, NO_x, SO_x, dan partikel. Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor, jumlah zat pencemar berupa gas maupun partikel akan meningkat pula (Goodall, 2010; Widagdo, 2005). Selanjutnya kerusakan pada tanaman karena pencemaran udara serta meningkatnya kadar CO₂ di udara (Hager *et al.* 2016) dapat memengaruhi aktivitas biokimia (gangguan proses fotosintesis, respirasi, serta biosintesis protein dan lemak) pada akhirnya terlihat gejala klorosis dan nekrosis pada jaringan daun (Widagdo, 2005).

Hutan kota menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 63 Tahun 2002, harus memenuhi kriteria merupakan RTH yang didominasi oleh pepohonan, mempunyai luas paling sedikit 0,25 Ha. Persentase luas Hutan Kota paling sedikit 10 % dari wilayah perkotaan atau disesuaikan dengan kondisi setempat. Pembangunan Hutan Kota dimaksudkan untuk dapat menjaga kelestarian, keserasian, dan keseimbangan ekosistem perkotaan yang meliputi unsur lingkungan dan sosial budaya. Sesuai dengan tujuannya, pembangunan Hutan Kota lebih ditekankan pada fungsinya untuk memperbaiki dan menjaga iklim mikro, nilai estetika, peresapan air, menciptakan keseimbangan dan keserasian lingkungan fisik kota (Samsedin dan Subiandono, 2006).

II.3. Peranan Hutan Kota

Hutan Kota mempunyai beberapa peranan penting (Samsedin dan Subiandono, 2006) di antaranya: identitas kota, penahan dan penyaring partikel padat dari udara, penyerap (absorpsi) dan penjerap (adsorpsi) partikel timbal dan debu industri, peredam kebisingan, mengurangi bahaya hujan asam, penyerap karbon dioksida dan penghasil oksigen, penahan

BAB III. METODE PENELITIAN

III. 1. Waktu dan Lokasi Penelitian

III.1.1. Waktu penelitian:

Penelitian ini akan dilaksanakan mulai bulan April - November 2018.

III.1.2. Lokasi Penelitian:

Pengambilan sampel jenis-jenis pohon penelitian di Hutan Kota Kampus UNHAS Tamalanrea. Sampel penelitian diidentifikasi dan dianalisis di Laboratorium Botani Jurusan Biologi, Laboratorium Biokimia Jurusan Kimia FMIPA, Laboratorium Kualitas Air Fakultas Perikanan Universitas Hasanuddin, dan Laboratorium Mikrobiologi Balai Penelitian Kehutanan Makassar.

III.2. Bahan dan Alat Penelitian

III.2.1. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah: pohon bitti *Vitex copassus* Reinw., jati *Tectona grandis* L.f.; ketapang *Terminalia catappa* L.; jati putih *Gmelina elliptica* J.E. Smith., mahoni *Swietenia macrophylla* King., angkana *Pterocarpus indicus* Willd.; dan glodokan tiang *Polyalthia longifolia* Bent. & Hook.f var. pendula . Hasil survei awal jenis pohon di atas banyak tumbuh pada lokasi penelitian Hutan Kota Kampus Universitas Hasanuddin Tamalanrea (Tambaru, dkk., 2011). Bahan kimia yang digunakan adalah senyawa-senyawa kimia untuk bahan pengujian sampel secara rinci dicantumkan pada prosedur kerja.

III.2.2. Alat penelitian

Alat-alat yang digunakan dan tujuan penggunaan pada penelitian ini adalah sebagai berikut: *Global Position System* (GPS) model 60 CSx Garmin untuk mengukur titik koordinat lokasi penelitian. Haga meter W-Germany untuk mengukur tinggi pohon (tinggi total dan tinggi bebas cabang). Meteran untuk mengukur sampel daun dan diameter pohon Kamera untuk dokumentasi pohon.

Alat scan Printer HP Deskjet F 2410 untuk mengukur luas daun. Soil Tester, model DM-5 pengukuran pH dan kelembapan tanah. Loupe glass diameter 60 mm model Straiht-Shank untuk pengamatan sampel daun. Timbangan elektrik digital model MA-100A kapasitas 100 g, timbangan digital Ohaus model TP 200, Neraca digital Ohaus model Adventure PTO AV 264 C untuk penimbangan sampel daun. Blender untuk menghaluskan sampel daun. Oven merek Genlab Ltd spesifikasi 275 °C untuk mengeringkan sampel daun.

Spectronik-20+D model Thermo digital dan alat-alat gelas untuk pengukuran karbohidrat daun.

Thermometer/ Hygrometer model digital Max-Min model No: AZ-HT-02. Light Meter model LX-103 untuk mengukur intensitas cahaya. Hand Tally Counter model Joy untuk menghitung jumlah stomata dan sel epidermis daun. Mikroskop Nikon Japan model Nikon SE dengan skala mikrometer untuk pengamatan anatomi daun. Mikroskop Bino & Photo model DS. Fi I Nikon ECLIPSE 80i untuk foto preparat anatomi daun. Alat tulis menulis untuk mencatat kegiatan selama penelitian berlangsung.

III.3. Metode Kerja

Metode Pengambilan Data Penelitian adalah:

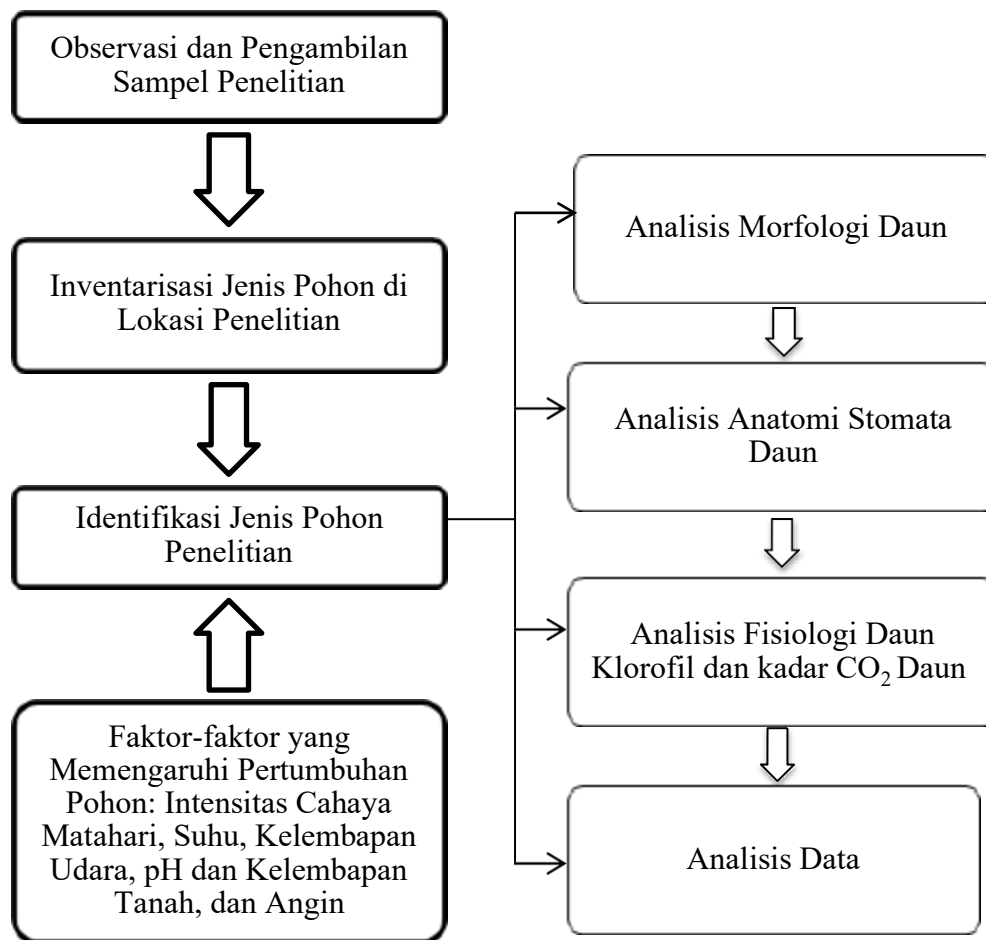
Observasi lapangan dan pengambilan sampel daun dari pohon penelitian menggunakan metode jelajah *Cruise Method* (Lucas dan Maxey, 2006). Data jenis pohon yang didapat selanjutnya diinventarisasi (Van Steenis, 2005). Pada penelitian ini jenis pohon yang diidentifikasi adalah jenis pohon yang dominan dan spesifik. Pengukuran faktor lingkungan yang memengaruhi pertumbuhan pohon penelitian ini yaitu: intensitas cahaya matahari diukur dengan Light meter model LX-130. Suhu dan kelembapan udara diukur dengan Thermometer/Hygrometer Digital Max-Min model No:AZ-HT-02 kelembapan, dan pH tanah diukur dengan Soil Tester model DM-5.

- a. Identifikasi morfologi daun untuk mengetahui sifat-sifat daun (bangun daun, ujung daun, pangkal daun, pertulangan daun, tepi daun, daging daun, dan sifat-sifat lain dari daun seperti: permukaan daun berambut/berbulu, kasar, licin, mengkilap, dan warna daun.
- b. Analisis stomata dari daun pohon penelitian digunakan metode penelitian (Sunarti *et al.* 2008; Tambaru, 2012) secara membujur dengan cara sebagai berikut: permukaan daun atas dan bawah diolesi dengan kutex mengandung acetone, pada saat daun masih berada pada pohon penelitian. Sampel yang telah diamati kemudian difoto dengan mikroskop Bino & Foto model DS.Fi I Nikon ECLIPSE 80i dengan perbesaran 400x. Indeks stomata (IS) dihitung berdasarkan rumus (Wilmer (1983) *cit.* Damayanti, 2007; Tambaru, 2015) sebagai berikut:

$$IS = \frac{S}{E \times L} \times 100\%$$

Keterangan:

S = jumlah stomata E = jumlah sel epidermis L = satuan luas daun



Gambar 6. Desain dan Metode Penelitian

Ukuran stomata atau Stomata Size (SS) dapat diukur dengan rumus Franco (Abdulrahman *et al.* 2013) sebagai berikut:

$$SS = L \times B \times K$$

Dimana: L: Panjang B: lebar K: konstanta Franco's (0,79)

- c. Analisis kadar klorofil a, klorofil b dan klorofil a+b daun pohon penelitian digunakan metode Arnon *et al.*(1949) *cit.* Tambaru, 2012. Sampel daun ditimbang sebanyak 0,1 g dan diekstrak dengan pelarut acetone 80 % \pm 10 ml. Pengukuran kadar klorofil dengan spektrofotometer UV-2900 PC dengan panjang gelombang 663 μ m dan 645 μ m.
- d. Analisis kadar absorpsi CO₂ pada daun jenis pohon penelitian digunakan metode kerja (Tambaru, 2012; Gratimah, 2009; Dahlan, 2008) adalah sebagai berikut: Pengambilan sampel daun dari pohon penelitian dilakukan pada pukul 10.00 saat kapasitas fotosintesis mencapai puncaknya. Pada setiap jenis pohon penelitian diambil daun sebanyak 30 gram. Sampel daun dari pohon penelitian dimasukkan ke dalam kantong plastik dan dituangi sebanyak 200 ml alkohol 70% dan direndam selama 15 menit dengan tujuan untuk

menghentikan laju metabolisme daun. Daun yang telah dijemur selanjutnya di oven pada suhu 70⁰C selama dua hari. Daun penelitian yang telah kering lalu digiling sampai halus, selanjutnya dihidrolisis. Penentuan karbohidrat reduksi digunakan spektrofotometri, metode Nelson-Somogy. Penentuan karbohidrat reduksi masukkan di Optical Density (OD), selanjutnya dibuat larutan contoh. Dipipet 1 ml larutan contoh yang jernih ke dalam tabung reaksi yang bersih dan tambahkan 1 ml reagensia Nelson, selanjutnya sama cara pembuatan kurva standar di atas. Penentuan massa karbohidrat pada daun segar (Gratimah, 2009). Massa karbohidrat merupakan persentase karbohidrat basah dari bobot basah daun sampel, untuk perhitungannya digunakan rumus:

- Massa C₆H₁₂O₆ = % KH basah x bobot basah daun (30 gram)

Keterangan: KA = Kadar air jenis daun

- Penentuan massa CO₂ (Gratimah, 2009) yaitu:

Massa CO₂ = massa C₆H₁₂O₆ x 1,467

- Penentuan absorpsi CO₂ per luas sampel daun (D)

Menurut Gratimah, 2009, bahwa absorpsi daun dipengaruhi oleh luas daun.

Perhitungan absorpsi CO₂ per luas sampel daun (D) digunakan rumus:

III.4. Analisis Data

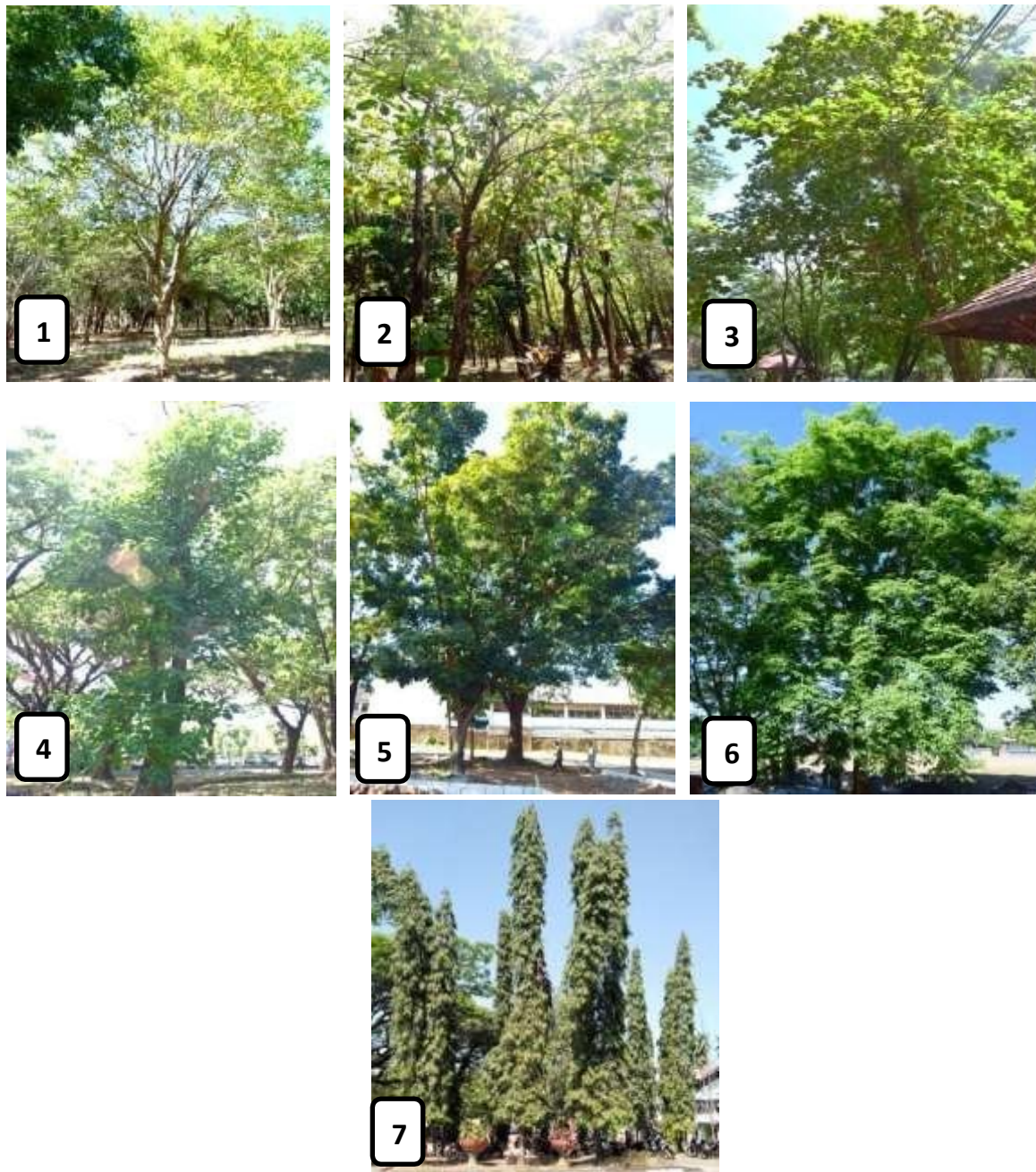
Data hasil penelitian dianalisis secara deskriptif. Hasil analisis data untuk mengetahui perbedaan karakteristik morfologi, anatomi stomata, kadar klorofil, dan absorpsi CO₂ dari jenis pohon penelitian, selanjutnya data disajikan dalam bentuk tabel, desain gambar, dan histogram.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Struktur Tajuk dan Bentuk Morfologi Pohon Penelitian di Hutan Kota Universitas Hasanuddin Tamalanrea Makassar

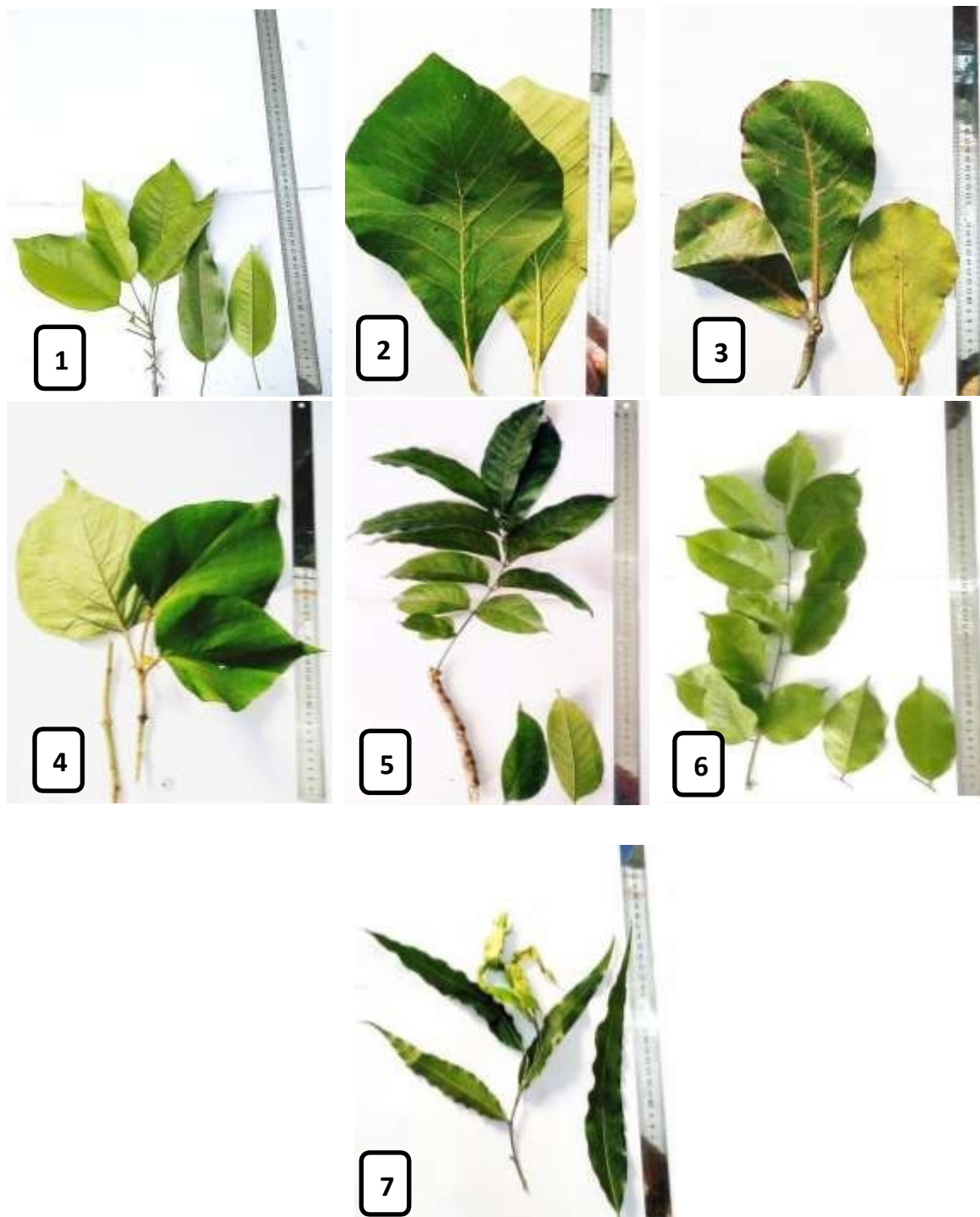
Hasil penelitian struktur tajuk dan bentuk morfologi pohon penelitian ditunjukkan pada Gambar 7-8.

a. Bentuk Tajuk Pohon Penelitian



Gambar 7. Bentuk-bentuk Tajuk Pohon Penelitian; (1) Bitti, (2) Jati, (3) Ketapang, (4) Jati Putih, (5) Mahoni, (6) Angsana, dan (7) Glodokan Tiang.

b. Bentuk Morfologi Daun Pohon Penelitian



Gambar 8. Bentuk Mofologi Daun Pohon Penelitian; (1) Bitti, (2) Jati, (3) Ketapang, (4) Jati Putih, (5) Mahoni, (6) Angsana, dan (7) Glodokan Tiang.

Identifikasi dan karakterisasi jenis-jenis pohon penelitian di Hutan Kota Universitas Hasanuddin Tamalanrea Makassar terhadap jenis pohon bitti, jati, ketapang, jati putih, mahoni, angšana, dan glodokan tiang sebagai berikut:

a. Bitti *Vitex copassus* Reinw.

Habitus pohon, sistem perakaran tunggang, tinggi pohon rata-rata 12.00 m, batang bulat, cabang/ranting muda segi empat, diameter batang rata-rata 22.82 cm dan luas penutupan tajuk rata-rata 9.50 m. Sistem percabangan *simpodial* bentuk tajuk *horizontal*. Daun tunggal berhadapan berseling, bangun daun bulat memanjang, ujung daun meruncing, pangkal daun membulat, pertulangan daun menyirip, tepi daun bergelombang, permukaan daun licin berwarna hijau tua, permukaan daun bawah kasap dan berwarna hijau muda. Ukuran panjang daun 12.80-18.70 cm, lebar daun 6.10-9.30 cm dan panjang tangkai daun 2.90-5.40 cm. Pohon bitti termasuk Classis Dicotyledoneae, Familia Verbenaceae.

b. Jati *Tectona grandis* L.f.

Habitus pohon, sistem perakaran tunggang, tinggi pohon rata-rata 11.67 m, batang bulat dan beralur, kulit daun terkelupas berwarna coklat kehitaman cabang/ranting muda segi empat, diameter batang rata-rata 31.00 cm dan luas penutupan tajuk rata-rata 11.12 m. Sistem percabangan *simpodial*, bentuk tajuk tidak beraturan. Daun tunggal berhadapan berseling, bangun daun bulat memanjang, ujung daun meruncing, pangkal daun runcing, pertulangan daun menyirip, tepi daun bergerigi halus, permukaan daun berbulu kasar berwarna hijau tua, permukaan daun bawah kasap dan berwarna hijau muda. Ukuran panjang daun 55.90-38.90 cm, lebar daun 27.00-32.20 cm dan panjang tangkai daun 3.00-3.90 cm. Pohon jati termasuk Classis Dicotyledoneae, Familia Verbenaceae.

c. Ketapang *Terminalia catappa* L.

Habitus pohon, sistem perakaran tunggang, tinggi pohon rata-rata 22.67 m, batang bulat, sistem percabangan *monopodial*, percabangan horizontal pada batang pokok, ada bekas tangkai daun pada ujung cabang/ranting, diameter batang rata-rata 48.83 cm dan luas penutupan tajuk rata-rata 14.78 m, bertajuk rindang dengan cabang-cabang yang tumbuh mendatar dan bertingkat-tingkat. Daun tunggal berhadapan tersusun rapat pada setiap ujung percabangan/ranting, bangun daun berbentuk telur sungsang/*obovatus*, ujung daun membulat, pangkal daun sudip/solet, pertulangan daun menyirip, tepi daun rata, daun tebal kaku, permukaan daun atas licin mengkilap berwarna hijau tua, permukaan daun bawah suram dan berwarna hijau muda. Ukuran panjang daun 17.40-26.20 cm, lebar daun 9.0-14.50 cm dan panjang tangkai daun 1.30-2.30 cm. Pohon ketapang termasuk Classis Dicotyledoneae, Familia Combretaceae.

d. Jati Putih *Gmelina elliptica* J.E. Smith

Habitus pohon, sistem perakaran tunggang, tinggi pohon rata-rata 23.67 m, batang bulat, berwarna coklat keputih-putihan, sistem percabangan *monopodial*, diameter batang rata-rata 78.77 cm, luas penutupan tajuk rata-rata 14.78 m, bentuk tajuk *horizontal* (menyebar) Daun tunggal berhadapan berseling, bangun daun berbentuk bulat telur, ujung daun meruncing, pangkal daun membulat, pertulangan daun menyirip, tepi daun rata, daun tipis seperti kertas, permukaan daun atas berbulu halus berwarna hijau tua, permukaan daun bawah kasap dan berwarna hijau muda. Pangkal daun ada 2 bulatan kecil berwarna hijau menghubungkan antara ujung tangkai daun dan helaian daun. Ukuran panjang daun 19.90-27.20 cm, lebar daun 17.0-22.60 cm dan panjang tangkai daun 6.20-14.30 cm. Pohon jati putih termasuk Classis Dicotyledoneae, Familia Verbenaceae.

e. Mahoni *Swietenia macrophylla* King.

Habitus pohon, sistem perakaran tunggang, tinggi pohon rata-rata 14.33 m, batang bulat, berwarna coklat dengan kulit batang retak-retak, sistem percabangan *monopodial*, arah tumbuh cabang condong ke atas dan bentuk tajuk tidak beraturan. Diameter batang rata-rata 39.17 cm dan luas penutupan tajuk rata-rata 10.60 m. Daun majemuk menyirip genap tersebar, pada ibu tangkai daun susunan anak daun dari pangkal berukuran kecil dan ujung berukuran lebih besar, bangun anak daun berbentuk memanjang-bulat telur, ujung anak daun meruncing, pangkal anak daun runcing, pertulangan anak daun menyirip asimetris, tepi anak daun rata, anak daun tipis seperti kertas, permukaan anak daun atas licin mengkilap berwarna hijau tua, permukaan anak daun bawah licin dan berwarna hijau muda. Ukuran panjang anak daun 5.60-21.60 cm, lebar anak daun 3.10 -5.80 cm dan panjang tangkai anak daun 0.40-0.70 cm. Pohon mahoni termasuk Classis Dicotyledoneae, Familia Meliaceae.

f. Angsana *Pterocarpus indicus* Willd.

Habitus pohon, sistem perakaran tunggang, tinggi pohon rata-rata 25.67 m, batang bulat, berwarna coklat kehitaman, sistem percabangan *simpodial*. Arah tumbuh cabang tegak. Diameter batang rata-rata 59.02 cm dan luas penutupan tajuk rata-rata 19.37 m. bentuk tajuk merunduk ranting-rantingnya sampai menyebar (horizontal). Daun majemuk menyirip gasal, duduk daun tersebar, bangun anak daun berbentuk bulat telur, ujung anak daun meruncing, pangkal anak daun membulat, pertulangan anak daun menyirip, tepi anak daun rata-bergelombang, anak daun tipis seperti kertas, permukaan anak daun atas licin mengkilap berwarna hijau tua, permukaan anak daun bawah licin dan berwarna

hijau muda. Ukuran panjang anak daun 8.0-12.60 cm, lebar anak daun 6.40-6.60 cm dan panjang tangkai anak daun 0.70-0.80 cm. Pohon angkana termasuk Classis Dicotyledoneae, Familia Papilionaceae.

g. Glodokan Tiang *Polyalthia longifolia* Bent & Hook. var. pendula

Habitus pohon, sistem perakaran tunggang, tinggi pohon rata-rata 14.33 m, batang bulat, berwarna coklat, sistem percabangan *monopodial*, diameter batang rata-rata 18.26 cm, luas penutupan tajuk rata-rata 2.42 m, bentuk tajuk *piramidal* (kerucut), arah tumbuh cabang *pendulus* (menggantung). Daun tunggal tersebar, bangun daun berbentuk lanset memanjang, ujung daun meruncing, pangkal daun membulat, pertulangan daun menyirip, tepi daun bergelombang, daun tipis seperti kertas, permukaan daun atas licin mengkilap berwarna hijau tua, permukaan daun bawah licin dan berwarna hijau muda. Ukuran panjang daun 18.30-29.30 cm, lebar daun 3.30-4.90 cm dan panjang tangkai daun 0.60-0.90 cm. Pohon glodokan tiang termasuk Classis Dicotyledoneae, Familia Annonaceae.

Karakteristik morfologi daun penelitian ini terdapat pada ukuran daun, permukaan daun licin, mengkilap, berbulu, tepi daun bergelombang. Jenis pohon penelitian di atas termasuk tanaman Classis Dicotyledoneae dengan batang berkayu (Tjirosoepomo, 1990). Pohon penelitian terdiri dari beberapa Familia yaitu: Verbenaceae (bitti, jati dan jati putih), Combretaceae (ketapang), Meliaceae (mahoni), Papilionaceae (angkana), dan Annonaceae (glodokan tiang) (Dasuki, 1991; Suryowinoto, 1995).

Hasil penelitian yang sudah dilakukan Tambaru (2012) ditemukan \pm 102 jenis pohon di Hutan Kota Universitas Hasanuddin Tamalanrea Makassar. Jenis pohon penelitian tersebut dapat tumbuh dengan baik pada lokasi penelitian sebagai pohon penghijauan.

IV.2. Karakterisasi Anatomi Stomata Daun Pohon Penelitian di Hutan Kota Universitas Hasanuddin Tamalanrea Makassar

Hasil penelitian karakterisasi anatomi daun pohon bitti, jati, ketapang, jati putih, mahoni, angkana, dan glodokan tiang ditunjukkan pada Gambar 9 dan Tabel 4.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Karakteristik morfologi dari pohon penelitian ditinjau dari ukuran daun, ketebalan daun, permukaan daun berbulu, licin mengkilap dan tepi daun bergelombang berpengaruh terhadap absorpsi CO₂. Karakteristik tipe stomata daun penelitian termasuk tipe *parasitik* (bitti, jati, jati putih, mahoni, angsana, dan glodokan tiang) dan tipe *anisositik* pada daun ketapang. Jumlah stomata *abaxial* tertinggi ditemukan pada daun mahoni 785.330 stomata/mm² dan terendah pada daun jati 80.000 stomata/mm². Ukuran stomata terbesar terdapat pada daun glodokan tiang 330,662 μm dan terkecil pada daun jati putih 77.357 μm. Indeks stomata tertinggi pada daun mahoni 31.594 % dan terendah pada daun jati 1.748 %.
2. Kadar klorofil pada daun setiap jenis pohon dipengaruhi oleh ketebalan daun, warna daun dan lokasi tempat tumbuh. Kadar klorofil a tertinggi pada daun jati 0.016 mg/g dan terendah daun glodokan tiang 0.011 mg/g. Kadar klorofil b tertinggi pada daun jati 0.104 mg/g dan terendah daun jati putih 0.083 mg/g. Kadar klorofil a+b tertinggi pada daun jati 0.107 mg/g dan terendah daun jati putih 0.088 mg/g. Jenis pohon yang memiliki jumlah stomata banyak memiliki kemampuan absorpsi CO₂ secara optimum. Daya absorpsi CO₂/cm² pada setiap jenis pohon berbeda, daya absorpsi tertinggi ditemukan pada daun glodokan tiang 2.0300×10^{-4} g/cm² dan terendah daun bitti 0.0124×10^{-4} g/cm².

V.2. Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut secara menyeluruh dalam hal pemilihan jenis pohon yang disesuaikan dengan fungsi dan peranannya sebagai pengabsorpsi karbon dioksida, pelindung, penghasil oksigen, dan estetika. Penentuan lokasi penanaman harus disesuaikan dengan tata ruang, pemeliharaan dan pengawasan terutama dalam pengelolaan Hutan Kota.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulrahaman, A.A., B.U. Olayinka, M. Haruna, B.T.M. Yussuf, O. Aderemi, O.S. Kolawole, K.T. Omolokun, T.A. Aluko, and F.A. Oladele, 2013. Cooling Effects and Humidification Potentials in Relation to Stomatal Features in Some Shade Plants. *International Journal of Applied Science and Technology*, Vol.3 No.8, pp. 138-152.
- [BPS] Badan Pusat Statistik Kota Makassar, 2010. *Makassar Dalam Angka*. Makassar, hal. 22-111.
- Banik, S., R. Mukherjee, P. Ghosh, S. Karmakar, and S. Chatterjee, (2018). Estimation of Plant Pigments Concentration from Tulsi (*Ocimum sanctum* Linn.): a Six Months Study. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 7 (4): 2681-2684. E- ISSN: 2278-4136, P-ISSN: 2349-8234.
- Berry, J.A. D.J. Beerling and P.J.Franks, 2010. Stomata: Key Players in the Earth System, Past and Present. *Current Opinion in Plant Biology* 13:233-240. Elsevier.
- Budiyono, 2006. *Kajian Pengembangan Ruang Terbuka Hijau (RTH) Kota Sebagai Sarana Ruang Publik*. (Studi Kasus Kawasan Sentra Timur DKI Jakarta), hal. 1-50.
- Campbel, N.A., J.B. Reece dan L.G.Mitchel, 2003. Biologi. Edisi kelima-Jilid 2.Penerbit Erlangga, Jakarta, pp.309-310.
- Chauhan, A., 2010. Photosynthetic Pigment Changes in Some Slected Trees Induced by Automobile in Dehradun, Uttarakhand. *New York ScienceJournal* 3(2), pp.45-51.
- Creese C., S. Oberbaner, P. Rundel, and L. Sack, 2014. Are Fern Stomatal Responses to Different Stimuli Coordinated? Testing Responses to Light, Vapor Pressure Deficit, and CO₂ for Diverse Species Grown Under Contrasting Irradiances. *New Pytologist* (2014) 204: 92-104.
- Dahlan, E.N., 2008. Para Jagoan Serap Karbon Dioksida. *Trubus* 459, Edisi Pebruari 2008/XXXIX, Jakarta, hal. 154-156.
- Damayanti, F., 2007. Analisis Kromosom dan Anatomi Stomata pada Beberapa Plasma Nutfah Pisang (*Musa sp.*) Asal Kalimantan Timur. *Bioscientiae* Volume 4, Nomor 2 Juli 2007, hal. 53-61.
- Dasuki, U.A., 1991. Plant High Systematic. Inter-University Center of Biological Science Institute Tecnology Bandung, 272 p.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2008. *Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan*. Direktorat jenderal Penataan Ruang Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta, 84 hal.
- Drake, P.L., R.H. Froend and P.J. Franks, 2013. Smaller, Faster Stomata: Scaling of Stomatal Size, Rate of Response, and Stomatal Conductance. *Journal of Experimental Botany*. Vol.64.No. 2, pp. 495-505.

- Franks, P., I. J. Leitch, E. M. Ruszala, A.M. Hetherington, and D.J. Beerling, 2017. Physiological Framework for Adaptation of Stomata to CO₂ from Glacial to Future Concentration. *Phil.Trans. R. Soc.B.* 367, 537-546.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce and R.L. Mitchell, 1985. *Physiology of Crop Plant*. The Iowa State University Press, pp.1-73. Gohil, H.I., M.J. Correl and T. Sinclair, 2010. *Predicting the Effects of Gas Diffusivity on Photosynthesis and Transpiration of Plants Grown Under Hypobarica*. Department of Agricultural and Biological Engineering, University of Florida. *Published by Elsevier Ltd. on Behalf of COSPAR*.
- Garcia-Plazaola, J., R. Rojas, D. A. Christie, and R.E. Coopman, 2015. Photosynthetic Responses of Trees in High-Elevation Forests: Comparing Evergreen Species Along an Elevatio
- Gohil, H.I., M.J. Correl and T. Sinclair, 2010. Predicting the Effects of Gas Diffusivity on Photosynthesis and Transpiration of Plants Grown Under Hypobarica. (Online) www.sciencedirect.com. 12 August 2010. Department of Agricultural and Biological Engineering, University of Florida. *Published by Elsevier Ltd. on Behalf of COSPAR*.
- Goodall, C., 2010. *How to Live a Low-Carbon Life*. Second Edition. Earthscan Publishing for Sustainable Future, London. Washington DC. 299 pp.
- Gratimah, R.D.G., 2009. *Analisis Kebutuhan Hutan Kota Sebagai Penyerap Gas CO₂ Antropogenik di Pusat Kota Medan*. Universitas Sumatera Utara, Medan, hal. 18-34.
- Hager, H.A., G. D. Ryan, H. M. Kovacs and J.A. Newman, 2016. Effects of Elevated CO₂ on Photosynthetic Traits of Native and Invasive C₃ and C₄ Grasses. *BMC Ecology* (2016) 16-28.
- Jain, V.K., 2004. *Fundamentals of Plant Physiology*. S. Chad & Company LTD. Ram Nagar, New Delhi, pp. 170-227.
- Jibril, S.M., and B.H. Jakada, 2016. Leaf Epidermal Structures and Stomata Ontogeny in Some Members of the Family Cucurbitaceae. *Internasional Journal of Plant & Soil Science* 9(2): 1-9; Article no. IJPSS.20615 ISSN: 2320-7035.
- Kim, K.W., C.Y. Oh, J. Lee, S. Lee, and P. Kim. Alteration of Leaf Surface Structures of Poplars Under Elevated Air Temperature and Carbon Dioxide Concentration. *Applied Microscopy*, pp. 110-116, pISSN 227-5123 eISSN 2287-4445.
- Krassilov, V., A. Berner and S. Barinova, 2013. Morphology as Clue to Developmental Regulation: Stomata. *Plant I* (3) 30-44.
- Kumekawa, Y., H. Miyaka, K. Ohga, H. Hayakawa, J. Yokoyama, K. Ito, S. Tebaya, R. Arakawa, and T. Fukuda, 2013. Comparative Analyses of Stomatal Size and Density Among Ecotypes of *Aster hispidus* (Asteraceae). *American Journal of Plant Sciences*, 4, 524-527.

- Larcher, W., 1995. *Physiological Plant Ecology Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups*. Third Edition. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Printed in Berlin, 506 pp.
- Lawson, T., A. J. Simkin, G. Kelly and D. Granot, 2014. Transley Review Mesophyll Photosynthesis and Guard Cell Metabolism Impact on Stomatal Behaviour. *New Phytologist* 203, 1064-1081.
- Lovelli, A., M. Perniola, T. Tommaso, D. Ventrella, M. Moriondo, and M. Amato, 2010. Effects of Rising Atmospheric CO₂ on Crop Evapotranspiration in a Mediterranean Area. *Agricultural Water Management Elsevier B.V.* 97: 1287-1292.
- Lucas, K. and D. Maxey, 2006. *Field Test of the Area Tree Cruise Method*. [http://www/islandnet ~ kiles](http://www/islandnet~kiles).
- McAusland, L., S. Violet-Chabrand, P. Davey, N.R. Baker, O. Brendel, and T. Lawson, 2016. Effects of Kinetics of Light-induced Stomatal Responses on Photosynthesis and Water-Use Efficiency. *New Phytologist*, p. 12.
- Megia, R., Ratnasari dan Hadisunarso, 2015. Karakteristik Morfologi dan Anatomi, Serta Kandungan Klorofil Lima Kultivar Tanaman Penyerap Polusi Udara *Sansevieria trifasciata*. *Jurnal Sumberdaya HAYATI* Vol. 1 No. 2, pp. 34-40.
- Mulyani, E.S., 2006. *Anatomi Tumbuhan*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta, pp. 132-157.
- Mya, J., 2008. *Mewujudkan Kota Berwawasan Lingkungan*. Munas IKA SMKA IX. Google.com, Diakses 17 Nopember 2008.
- Nugroho, L.H., Purnomo dan I. Sumardi, 2006. *Struktur & Perkembangan Tumbuhan*. Penerbit Peneber Swadaya. Jakarta, hal. 84-119.
- Paembonan, S.A., 2010. *Peranan Hutan dalam Mengurangi Emisi Gas Carbon Dioxide (CO₂)*. Ilmu Silvicultur pada Fakultas Kehutanan Universitas Hsanuddin Makassar, pp. 1-21.
- Palit, J.J., 2008. Teknik Perhitungan Jumlah Stomata Beberapa Kultivar Kelapa *Buletin Teknik Pertanian* Vol. 13 No. 1, hal.1-23.
- Pandey, S.N. and A. Chandha, 1996. *A Texbook of Botany Plant Anatomy and Economic Botany*. Volume III. Vikas Publishing House PVT LTD New Delhi, pp. 96-103.
- Peraturan Menteri Republik Indonesia, 2002. *Nomor 63 Tahun 2002 Tentang Hutan Kota*.
- Petrova, S., K. Todorova, M. Dakova, E. Mehmed, B. Nikolov, I. Denev, M. Stratiev, G. Georgiev, A. A. Delchev, S. Stamenov, L. Firkova, N. Gesheva, D. Kadirova, and H. Velcheva, 2017. Photosynthetic Pigments as Parameters/Indicators of Tree Tolerance to Urban Environment (Plovdiv, Bulgaria). *Ecologia Balkanica*, Vol. 9, Issue1, pp. 53-62.
- Rakic, T., G. Gajic, M. Lazarevic and B. Stevanovic, 2015. Effects of Different Light Intensities, CO₂ Concentrations, Temperatures and Drought Stress on Photosynthetic

Activity in Two Paleoendemic Resurrection Plant Species *Ramonda Serbia* and *R. nathaliae*. *Environmental and Experimental Botany*, 109 : 63-72, Elsevier.

- Rantung, J.L., 2006. Effect of Air Pollution in *Pterocarpus indicus* Will. *Eugenia* 12 (2): 167-172.
- Reed, S., R. Schnell, M. Moore & C. Dunn, 2012. Chlorophyll a+b Content and Chlorophyll Fluorescence in Avocado. *Journal of Agricultural Science*. Vol.4 No.4. ISSN; 1916-9752; E-ISSN 1916-9760.
- Rizkiatama, D., E. Purwanti and Muizzudin, 2017. An Analysis in the Leaves of Chlorophyll on Angsana Trees (*Pterocarpus indicus* Willd.) at Ngoro Industry Persada (NIP), Ngoro Mojokerto as a Resource of Biological Study. *Prosiding Seminar Nasional III*, pp.287-293.
- Saadu, R.O., A.A. Abdulrahman and F.A. Oladele, 2009. Stomatal Complex Types and Transpiration Rates in Some Tropical Tuber Species. *African Journal of Plant Science* Vol.3 (5) , pp. 107-112. ISSN 1996-0824.
- Samsuedin, I. dan E. Subiandono, 2006. Pembangunan dan Pengelolaan Hutan Kota. *Makalah Utama pada Ekspose Hasil-hasil Penelitian : Konservasi dan Rehabilitasi Sumberdaya Hutan* di Padang, 20 September 2006, hal. 13-22.
- Setiawati, T., I. A. Saragih, M. Nurzaman dan A. Z. Mutaqin, 2016. Analisis Kadar Klorofil dan Luas Daun Lampeni (*Ardisia humilis* Thunberg) pada Tingkat Perkembangan yang Berbeda di Cagar Alam Pangandaran. *Prosiding Seminar Nasional MIPA*, ISSN 978-602.pp. 122-126.
- Sharma, B., S. Sharma, S.K. Bhardwaj, and N.M. Alam, 2017. Effect of Pollution on Total Chlorophyll Content in Temperate Species Growing Along National Highway 5 in Himachal Pradesh. *International Journal of Advances in Science Engineering and Technology*. Volume- 5, Issue-3, ISSN: 2321-9009, pp. 72-75.
- Singsaas, E.L., D.R. Ort and E.H. Delucia, 2003. Elevated CO₂ Effects on Mesophyll Conductance and Its Consequences for Interpreting Photosynthetic Physiology. *Plant, Cell and Environment* 27: 41-50.
- Sunarti, S., Rugayah, E.F. Tihurun, 2008. Studi Anatomi Daun Jenis-jenis *Averrhoa* di Indonesia untuk Mempertegas Status Taksonominya. *Berita Biologi* 9(3): 253-257.
- Suryanto, P., Tohari, dan M.S. Sabarnurdin, 2005. Dinamika Sistem Berbagai Sumberdaya (Resources Sharing) dalam Agroforestri: Dasar Pertimbangan Penyusunan Strategi Silviculture. *Ilmu Pertanian* Vol. 12, No. 2, 2005: 165-178.
- Suryowinoto, S.M., 1995. *Flora Eksotika Tanaman Peneduh*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta, ISBN 979-413-939-4, 220 hal.
- Susanti, I., 2006. Aspek Iklim dalam Perencanaan Perkotaan. Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim, LAPAN. *Jurnal PPI* Edisi Vol.8/XVII/November 2006.

- Taiz, L. and E. Zeiger, 2002. *Plant Physiology*. Third Edition. Sinauer Associates . Inc. Publishers, Sunderland, Massachusetts, pp. 111-192.
- Tambaru, E., 2017. Comparative Analysis of Stomatal Type *Swietenia macrophylla* King and *Polyalthia longifolia* Bent and Hook. var. Pendula in Makassar, South Sulawesi, Indonesia. *Int.J.Curr.Res.Aca.Rev.*2017; 5(3):31-34.
- _____, 2016. Keragaman Bentuk Stomata Daun Beberapa Jenis Pohon Tanaman obat Di Kabupaten Maros. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, Vol. 7, No. 14, Agustus 2016. Hal. 13-18. ISSN: 2086-4604.
- _____, 2015. Identifikasi Karakteristik Morfologi dan Anatomi Flacourtia inermis Roxb. di Kawasan Kampus Unhas Tamalanrea Makassar. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, Volume 6, No. 11, Maret 2015: 37-41. ISSN: 2086-4604.
- _____, 2014. The Comparative Characteristics Cell of Leaves Anatomy of Motor Vehicles and Less Polutted in Makassar City Indonesia. *Proceeding of The First International Conferance on Science (ICOS-I) 19th-20th*, 2014. p. 448-492, ISBN: 978- 602-72198-0-9.
- _____, A. I. Latunra dan S. Suhadiyah, 2013. Peranan Morfologi dan Tipe Stomata Daun dalam Mengabsorpsi Karbon Dioksida pada Pohon Hutan Kota UNHAS Makassar. *Prosiding Symposium Nasional Himpunan Kimia Alam Indonesia Ke XXI*. Hal. 12-17. ISBN: 978-979-530-132-5.
- _____, 2012. *Potensi Absorpsi Karbon Dioksida pada Beberapa Jenis Pohon Hutan Kota di Kota Makassar*. Disertasi Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar, hal. 63-64.
- _____, S.A. Paembonan, D. Sanusi, dan A. Umar, 2011. Keanekaragaman Jenis Pohon pada Hutan Kota di Kota Makassar. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, Volume 2, No.3, Maret 2011, hal. 39-49. ISSN: 2086-4604.
- Tjitrosoepomo, G., 1990. *Plant Morphology*. Gadjah Mada university Press, Yogyakarta, 256 p.
- Van Steenis, C.G.G.J., 2005. *Flora*. Penerbit PT Pradya Paramita, Jakarta, 445 hal.
- Vauzia, Syamsuardi, M. Chairul, and A. Syarif, 2016. Stomata Characteristics and Chlorophyll Content in Two Plant Species Regenerating with Sprout and Seeds After Burning at Peat Swamp Forest in Batang Alin-Indonesia. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*. 8 (1): 356-361. ISSN: 0975-7384.
- Wardhana, W.A., 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Penerbit Andi Yogyakarta, 459 hal.
- Wang, J., W. Lu, Y. Tong and Q. Yang, 2016. Leaf Morphology, Photosynthetic Performance, Chlorophyll Fluorescence, Stomatal Development of Lattuce (*Lactuca sativa* L.) Exposed to Different Ratios of Red Light to Blue Light. *Frontiers in Plant Science* Volume 7, pp. 1-10.

- Watanabe, Y., H. Tobita, M. Kitao, Y. Maruyama, D. Choi, K. Sasa, R. Funaada, and T. Koike, 2008. Effects of Elevated CO₂ and Nitrogen on Wood Structure Related to Water Transport in Seedling of Two Deciduous Broad-leaved Tree Species Springer- Verlag. *Trees* 22, 403-411.
- Widagdo, S., 2005. *Tanaman Elemen Lansekap Sebagai Biofilter untuk Mereduksi Polusi Timbal (Pb) di Udara*. Istitut Pertanian Bogor, hal. 1-8.
- Yousafzai, A., A. Durani, A. Hamaeedi, M.H. Mohammadi, H. Durrani, and K. Safiullah, 2018. Effects of Air Pollution on Chlorophyll Content of Urban Trees Leaves. *International Journal of Biology Research*. Volume 3; Issue 1: page No. 287-291. ISSN: 2455-6548.
- Zhang, X., P. Wei, Y. Xiong, Y. Yang, and J. Chen, 2010. *Overexpression of the Arabidopsis expansin Gene AtExpA1 Accelerates Stomatal Opening by Decreasing the Volumetric Elastic Modulus*. Original Paper (Online). E-mail to: xcwang@cau.edu.cn. 24 September 2010. College of Biological Sciences China Agricultural University Beijing. *Plant Cell Rep*.
- Zhao, M., Z.K., F.J. Escobedo and J. Gao, 2009. Impacts of Urban Forests on Offsetting Carbon Emissions from Industrial Energy Use in Hangzhou, China. Elsevier Ltd. All Rights Reserved. *Journal of Environmental Management* 91:807-813.

LAMPIRAN

Lampiran 10. Foto Kegiatan Penelitian

