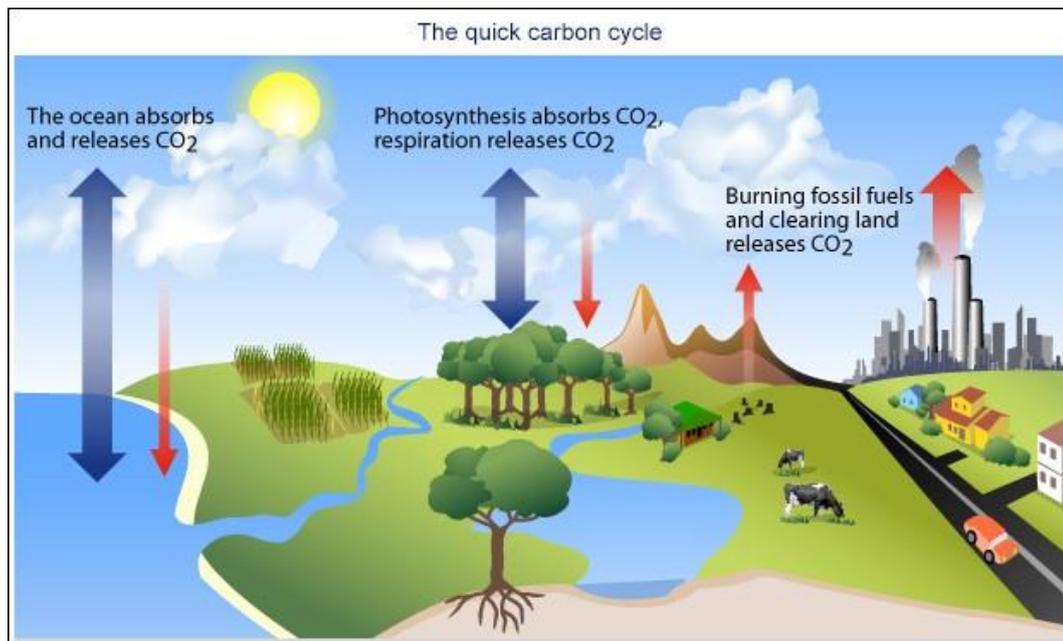


## TINJAUAN PUSTAKA

### Hutan Kota

Istilah hutan kota umumnya mengacu pada semua pohon yang berada ditanah milik publik maupun milik pribadi di dalam wilayah perkotaan, termasuk pepohonan, tempat peristirahatan dan taman yang dipelihara, dan pepohonan milik pribadi. Aipassa *et al.* (2015) hutan kota merupakan suatu hamparan lahan bertumbuhan pohon-pohon yang kompak dan rapat di dalam wilayah perkotaan baik pada tanah negara maupun tanah hak, yang ditetapkan sebagai hutan kota oleh pejabat yang berwenang. Hutan kota merupakan bagian dari program Ruang Terbuka Hijau (RTH). UU No. 26 tahun 2007 menyatakan RTH adalah daerah memanjang/jalur dan atau mengelompok yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh secara alamiah maupun yang sengaja di tanam. Adanya vegetasi pohon yang ditanam di RTH akan membantu dalam penyerapan dan penyimpanan karbon.



Gambar 1. Siklus Karbon

Karbon adalah salah satu unsur terpenting di Bumi dan salah satu dari empat unsur paling melimpah di alam semesta (Balabramanian 2017). Karbon adalah penyusun hampir semua makhluk hidup, dengan unsur karbon membentuk sekitar 18% dalam tubuh manusia (*National Institute of Education* 2016). Selain itu, karbon diperlukan untuk berbagai bentuk aktivitas biologis, seperti respirasi, makanan, fotosintesis, dan transportasi. Proses perpindahan karbon melalui berbagai proses tersebut disebut siklus karbon (Balabramanian 2017).

Fotosintesis, pembentukan humus, perpindahan karbon di udara dan laut berperan dalam siklus karbon pendek (Berner 2003). Tumbuhan dan fitoplankton adalah komponen utama yang berperan dalam siklus karbon pendek. Tumbuhan dan fitoplankton menyerap CO<sub>2</sub> dari atmosfer untuk fotosintesis membentuk

karbohidrat dan oksigen. Tumbuhan memanfaatkan gula yang dihasilkan untuk menghasilkan energi selama proses pertumbuhan. Selain itu, hewan dan juga manusia memakan tumbuhan dan fitoplankton untuk mendapatkan energi dari gula yang tersimpan pada keduanya. Selanjutnya, tumbuhan dan plankton yang mati akan mengalami dekomposisi, sehingga karbon terurai menjadi humus atau endapan karbonat di laut.

Baik hewan maupun manusia melakukan proses respirasi, dimana proses tersebut membutuhkan oksigen dan kemudian melepaskan CO<sub>2</sub> ke atmosfer. CO<sub>2</sub> di atmosfer kemudian dimanfaatkan oleh tumbuhan dan fitoplankton dan seterusnya untuk membentuk suatu siklus. Proses berpindahnya karbon dalam berbagai bentuk melalui bermacam-macam proses tersebut dirangkum dalam Gambar 1.



Gambar 2. Gambaran Manfaat Hutan Kota (Blackwell 2014)

Hutan kota memainkan peran yang sangat penting dalam menstabilkan konsentrasi CO<sub>2</sub> di atmosfer. Selain sebagai sumber emisi CO<sub>2</sub> hutan memiliki kemampuan untuk menyerap dan menyimpan dalam biomasnya, sehingga untuk menduga jumlah karbon dioksida yang diserap oleh pohon hutan dapat dihitung dengan menghitung biomasnya. Sedangkan untuk menghitung biomassa hutan dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan allometrik. Persamaan allometrik adalah fungsi/persamaan regresi yang menyatakan hubungan antara dimensi pohon (diameter/tinggi/kombinasi keduanya) dengan biomassa pohon.

Hutan Pendopo Gubernur Kota Pontianak mulai dibuat dan dirancang pada saat periode kepemimpinan Gubernur Kalimantan Barat, Bapak Mayjen TNI Purn H Aspar Aswin pada tahun 1993-2003. Ide awalnya terbentuk Hutan Kota Pontianak ini berdasarkan hasil pemikiran dari beberapa HPH yang ada di Kalimantan Barat ± 15 HPH, yang tergabung dalam APHI (Asosiasi Pengusaha Hutan Indonesia) (Surahman M 2016).

Lokasi Hutan Kota Pontianak tepat berada di samping kiri Pendopo Gubernur Kalimantan Barat yang berbatasan dengan sebelah kanan Jl Veteran, depan Jl Ahmad Yani dan bagian belakang gedung KORPRI. Kondisi awal tanah yang rawa gambut dan topografi yang rendah serta dengan tegakan yang hanya semak-semak. Kemudian dilakukanlah penimbunan tanah agar tinggi dengan menggunakan tanah merah atau Podsolik Merah Kuning (PMK) sedangkan untuk tegakan yang di tanam  $\pm 100$  jenis pohon dengan luasan  $\pm 2,3$  ha.

### Karbon Tersimpan

Karbon dioksida adalah material yang tersusun oleh satu atom karbon (C) dan dua atom oksigen (O<sub>2</sub>) (UND EERC 2016). Karbon juga merupakan salah satu unsur utama penyusun bahan organik, termasuk makhluk hidup. Hampir setengah dari organisme hidup merupakan karbon. Karenanya secara alami karbon banyak tersimpan di bumi (darat dan laut) dari pada di atmosfer (Manuri *et al.* 2011). IPCC (2006) mengatakan bahwa cadangan karbon tersimpan pada lima tempat (*carbon pools*) yaitu biomassa atas permukaan tanah (*above ground biomass*), biomassa bawah permukaan (*under ground biomass*), serasah (*litter*), kayu mati (*dead wood*), dan bahan organik tanah (*soil organic matter*).

Tabel 1. Definisi sumber karbon berdasarkan IPCC guideline (2006)

Sumber	Penjelasan
Biomassa	Atas Permukaan Semua biomassa dari vegetasi hidup di atas tanah, termasuk batang, tunggul, cabang, kulit, daun serta buah. Baik dalam bentuk pohon, semak maupun tumbuhan herbal. Ket: tumbuhan bawah di lantai hutan yang relatif sedikit, dapat dikeluarkan dari metode penghitungan.
	Bawah Tanah Semua biomassa dari akar yang masih hidup. Akar yang halus dengan diameter kurang dari 2 mm seringkali dikeluarkan dari penghitungan, karena sulit dibedakan dengan bahan organik mati tanah dan serasah.
Bahan Organik Mati	Kayu Mati Semua biomassa kayu mati, baik yang masih tegak, rebah maupun di dalam tanah. Diameter lebih besar dari 10 cm.
	Serasah Semua biomassa kayu mati dengan ukuran > 2 mm dan diameter kurang dari sama dengan 10 cm, rebah dalam berbagai tingkat dekomposisi.
Tanah	Bahan Organik Tanah Semua bahan organik tanah dalam kedalaman tertentu (30 cm untuk tanah mineral). Termasuk akar dan serasah halus dengan diameter kurang dari 2mm, karena sulit dibedakan.

Simpanan karbon dalam ekosistem terestrial disimpan dalam tiga komponen yaitu biomassa, nekromassa, dan tanah (Hairiah 2007). Berdasarkan keberadaannya, komponen cadangan karbon daratan tersebut dibagi menjadi dua kelompok, yaitu di atas permukaan tanah dan di bawah permukaan tanah. Sumber karbon berupa pepohonan di RTH ini merupakan alternatif untuk mempertahankan karbon dalam bentuk padat.

Seiring dengan penurunan tutupan hutan, kerapatan dan komposisi tegakan juga dapat berubah sebagai akibat kondisi perkotaan, pilihan sistem manajemen manusia, dan kebijakan (Tucker Lima 2013). Dengan demikian, penggunaan lahan merupakan faktor penting dalam mendorong dinamika karbon di ekosistem perkotaan dan hutan (Davies 2013).

Metode pendugaan cadangan karbon secara umum dikategorikan menjadi dua yaitu metode *destruktif* (menebang semua pohon, beberapa pohon yang mewakili tegakan dan menebang satu pohon) dan metode *non destruktif* tidak merusak pohon (Hairiah *et al.* 2011). Aktivitas mengukur jumlah karbon yang di simpan dalam tubuh tanaman hidup (biomassa) pada suatu lahan dapat menggambarkan banyaknya CO<sub>2</sub> di atmosfer yang diserap oleh tanaman (Hairiah *et al.* 2011). Karbon tersimpan dihitung berdasarkan data biomassa yang telah diperoleh. Manuri *et al.* (2011) berdasarkan IPCC 2006 menyarankan untuk penentuan kadar karbon di Indonesia dapat menggunakan nilai umum yang digunakan ditingkat global, yaitu sebesar 0,47. Nilai karbon ini memberi asumsi bahwa 47% biomassa pohon merupakan karbon. Hal ini selaras dengan SNI 7724 tentang Pengukuran dan Penghitungan Cadangan Karbon yang menyatakan bahwa persentase kandungan karbon sebesar 0,47 atau 47% (BSN 2011).

### **Konsep Pengukuran Biomassa**

Biomassa adalah jumlah bahan organik yang dihasilkan oleh tanaman per satuan luas area yang dinyatakan dalam ukuran berat dengan satuan unit adalah kg/m<sup>2</sup> atau ton/ha (Indrajaya dan Mulyana 2017). Biomassa berkaitan dengan fotosintesis, menyerap CO<sub>2</sub> dari udara dan mengubahnya menjadi senyawa organik adalah cara tumbuhan meningkatkan biomasanya. Biomassa yang dihasilkan dari fotosintesis menyimpan energi kimia yang disimpan oleh matahari. Energi biomassa juga merupakan energi yang ramah lingkungan karena menghasilkan emisi gas buangan bahan bakar yang dapat dikonversi dengan berbagai metode. Komponen biomassa sangat beragam mulai dari selulosa, hemilulosa, lignin, pati, dan protein. Semua komponen ini terdiri dari tiga unsur utama bahan kering yaitu 42%-47% karbon (C), 40%-44% oksigen (O), dan 6% sisanya hidrogen (H) (Mateo *et al.* 2019).

Pendugaan biomassa dapat melalui pengukuran secara langsung pada beberapa komponen pohon (batang, ranting, akar, dan daun) yang selanjutnya menghitung berat keringnya setelah dimasukan kedalam oven. Alternatif yang lainnya yaitu menggunakan persamaan allometrik antara berat kering dengan dimensi pohon yang mudah diukur, yaitu diameter (D) (Whitmore 1984).

Biomassa suatu vegetasi diketahui maka dapat diperoleh informasi mengenai kandungan karbon yang tersimpan didalam vegetasi tersebut. Pada umumnya terdapat dua metode pendugaan biomassa yaitu metode *destruktif* dan metode

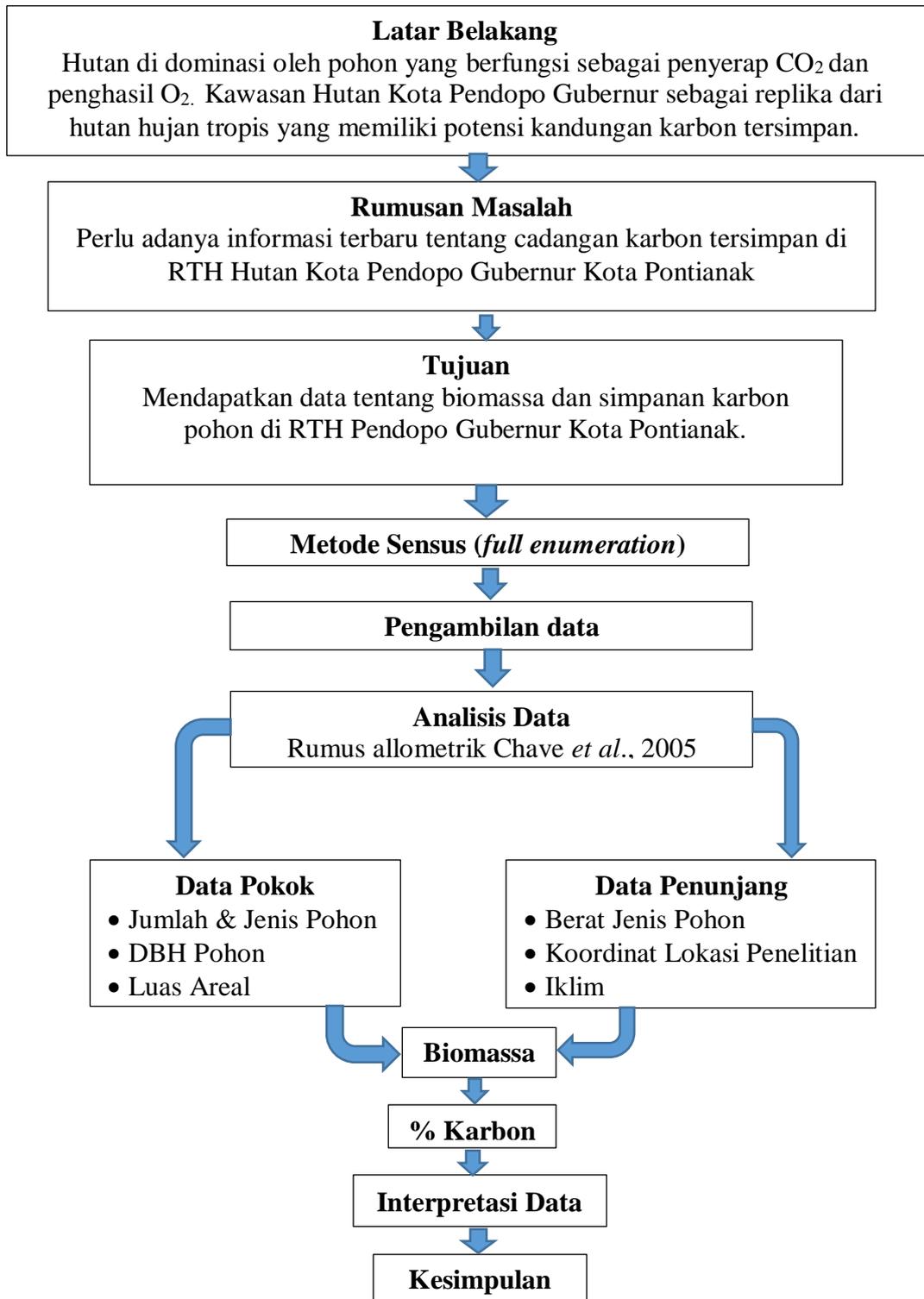
allometrik. Metode *destruktif* sampel yang diambil sangat tergantung pada homogenitas dari tegakan vegetasinya sehingga data yang didapat akan semakin akurat. Tegakan yang akan diambil sampelnya ditebang dan ditimbang (berat basah) kemudian dikeringkan untuk mendapatkan konversi berat kering (Murdiyarto *et al.* 1994).

Tabel 2. Rumus-rumus allometrik untuk menaksir biomassa pohon di hutan berdasarkan zona iklimnya (Chave *et al.* 2005)

Curah hujan (mm/tahun)	Rumus allometrik
Kering (< 1500)	1. $(AGB)_{est} = 0,112 (\pi D^2 H)^{0,916}$
	2. $(AGB)_{est} = \pi * \exp(-0,667 + 1,784 \text{LN}(D) + 0,207 (\text{LN}(D))^2 - 0,0281 (\text{LN}(D))^3)$
Humid/Lembab (1500 - 4000)	1. $(AGB)_{est} = 0,0509 \times \pi D^2 H$
	2. $(AGB)_{est} = \pi * \exp(-1,499 + 2,148 \text{LN}(D) + 0,207 (\text{LN}(D))^2 - 0,0281 (\text{LN}(D))^3)$
Basah (> 4000)	1. $(AGB)_{est} = 0,0776 * (\pi D^2 H)^{0,94}$
	2. $(AGB)_{est} = \pi * \exp(-1,239 + 1,980 \text{LN}(D) + 0,207 (\text{LN}(D))^2 - 0,0281 (\text{LN}(D))^3)$

Selain menggunakan metode *destruktif*, metode pendugaan biomassa ada beberapa macam antara lain metode persamaan allometrik yang sudah ada. Menurut penelitian yang dilakukan Tomi Baruna pada tahun 2017, persamaan allometrik untuk menduga biomassa di Hutan Kota Pendopo Gubernur Kota Pontianak menggunakan persamaan dari (Chave *et al.* 2005) =  $(AGB)_{est} = \rho * \exp(-1,499 + 2,148 * \text{Ln}(D) + 0,207 * (\text{Ln}(D))^2 - 0,0281 * (\text{Ln}(D))^3)$ , dimana  $\rho$  = berat jenis pohon dan D = diameter setinggi dada (cm).

## Kerangka Pikir



Gambar 3. Kerangka pikiran penelitian

## METODE PENELITIAN

### Lokasi dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Ruang Terbuka Hijau Hutan Pendopo Gubernur Kota Pontianak, Provinsi Kalimantan Barat. Waktu penelitian dilakukan lebih kurang 1 (satu) bulan terhitung dari tanggal 19 Agustus - 18 September 2022.

### Bahan dan Objek Penelitian

Alat yang digunakan di lapangan pada penelitian ini yang digunakan antara lain, peta lokasi, GPS (*Global Positioning System*), kompas, meteran, tali, *phiband*, kaliper digital, kamera/hp, pita warna, buku identifikasi jenis pohon dan ATK. Alat pengamatan iklim mikro yang digunakan antara lain, *Mini Temperature & Humidity Meters*, *Mini Lights Meters*, *Soil pH-Moisture Meter*, dan Termometer tanah.



Gambar 4. Alat-alat penelitian di lapangan



Gambar 5. Alat-alat pengamatan iklim mikro

Objek dari penelitian ini yaitu pohon yang masih tegak berdiri dengan diameter setinggi dada (DBH)  $\geq 5$  cm di atas permukaan tanah yang terdapat pada lokasi penelitian.

## **Jenis dan Sumber Data**

Data primer merupakan data yang diperoleh dari pengukuran langsung untuk dianalisis lebih lanjut guna menemukan solusi atau masalah yang diteliti. Pengumpulan data primer meliputi jenis, jumlah, diameter pohon setinggi dada (DBH) di Ruang Terbuka Hijau Hutan Pendopo Gubernur Kota Pontianak.

Data sekunder yang dikumpulkan adalah berat jenis pohon dan keadaan lokasi penelitian, termasuk data iklim dan letak koordinat Ruang Terbuka Hijau Hutan Pendopo Gubernur Kota Pontianak.

## **Parameter Penelitian**

Parameter penelitian yang diukur dan diamati yaitu DBH pohon dengan diameter setinggi dada  $\geq 5$  cm di atas permukaan tanah, kandungan biomassa dalam pohon dan kandungan karbon dalam pohon.

## **Teknik Pengumpulan Data**

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian adalah metode sensus (inventarisasi tingkat pohon 100%) dengan pengukuran tingkat tiang dan pancang secara tersarang di jalur pengukuran pohon. Seluruh pohon yang berada dalam petak ukur diukur diameternya setinggi dada/*diameter at breast height* (DBH) yaitu diameter pohon yang diukur setinggi 1,3 meter dari atas permukaan tanah.

## **Prosedur Penelitian**

### *Persiapan penelitian*

Kegiatan ini meliputi persiapan peta lokasi penelitian, observasi lapangan, serta persiapan alat-alat lainnya yang digunakan dalam penelitian. Peta lokasi dibuat dari hasil *citra satelit google earth pro* tahun 2021 dengan skala 1: 1.500. tujuan peta penelitian dibuat untuk mempermudah dalam penyusunan rencana dan implementasi di lapangan. Observasi lapangan diperlukan untuk mendapatkan gambaran terhadap kondisi sebenarnya dari lokasi penelitian.

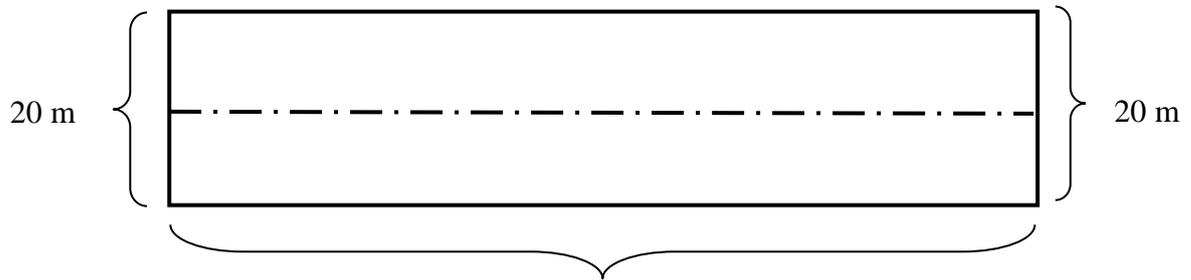
### *Pelaksanaan penelitian*

Penelitian menggunakan metode survei dengan pengukuran secara sensus *non-destructive* sampling untuk pohon yaitu pengambilan data tanpa menebang. Proses pengumpulan data dengan cara *non-destructive* sampling meliputi identifikasi jenis dan pengukuran diameter setinggi dada. Pengukuran diameter untuk tingkat pertumbuhan pohon, tiang dan pancang dilakukan secara menyeluruh (sensus).

#### a. Pembagian petak penelitian

Lokasi penelitian dibagi ke dalam beberapa jalur untuk mempermudah proses pengamatan dan pengukuran di lapangan. Proses pembagian lokasi menjadi beberapa jalur bertujuan supaya pengambilan data dapat dilakukan secara

sistematis dan menghindari pengukuran ganda yang dapat menjadi bias pada hasil data penelitian. Contoh bentuk plot yang akan dibuat dan peta lokasi dapat dilihat dari Gambar 6 dan Gambar 7.

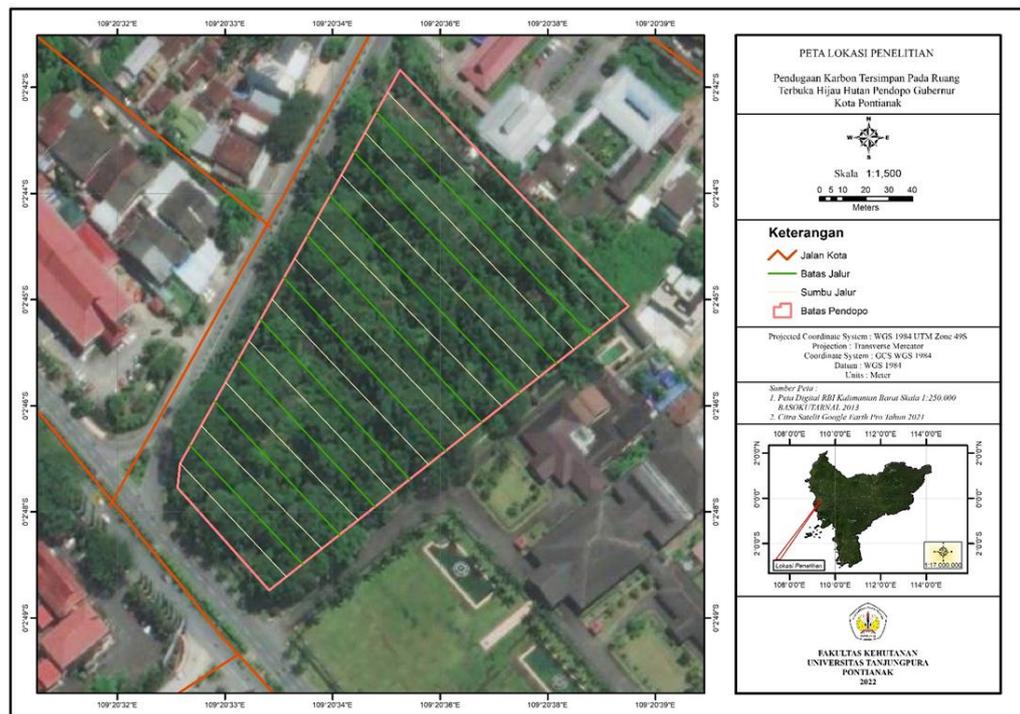


Panjang jalur petak disesuaikan dengan luas Ruang Terbuka Hijau Hutan Pendopo Gubernur Kota Pontianak

Gambar 6. Contoh bentuk plot di lapangan

Keterangan :

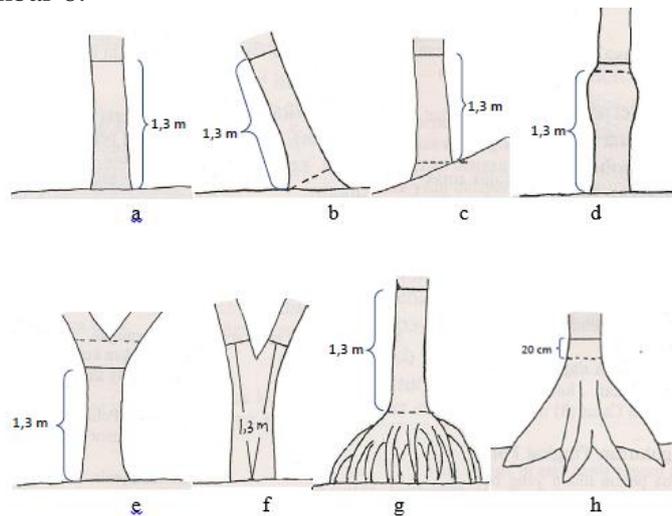
 Petak 20 m x (panjang sesuai jalur) untuk pengamatan tingkat pohon, tiang dan pancang.



Gambar 7. Peta lokasi penelitian

Penelitian ini menggunakan plot berbentuk persegi panjang, untuk mengukur diameter batang pada tingkat pohon dengan diameter setinggi dada  $\geq 20$  cm, tingkat tiang dengan diameter setinggi dada 10-19,9 cm dan tingkat pancang dengan diameter setinggi dada 5-9,9 cm.

- b. Pengenalan jenis dan pengukuran diameter  
 Identifikasi jenis dan pengukuran diameter pohon meliputi pencatatan seluruh jenis pohon yang ditemukan di lokasi penelitian kemudian mengukur diameternya. Buku identifikasi pohon digunakan untuk membantu mengetahui data jenis pohon. Pada sektor kehutanan, pengukuran DBH diterapkan pada ketinggian tetap yaitu 1,3 m atau untuk pohon yang tidak normal penentuan letak pengukuran DBH pohon dapat dilihat Gambar 8.



Gambar 8. Kaidah penentuan letak tinggi pengukuran DBH  
 (Manuri *et al.* 2011)

Keterangan :

- Pohon normal, DBH diukur 1,3 m dari permukaan tanah.
- Pohon miring, DBH diukur 1,3 m dari permukaan tanah terdekat, atau searah kemiringan pohon.
- Pohon normal pada tanah miring, DBH diukur 1,3 m dari permukaan tanah tertinggi.
- Pohon cacat, jika 1,3 m tepat berada pada batang cacat (gembung), DBH diukur pada batas bagian yang mulai normal, di atas atau bawah tergantung yang terdekat.
- Pohon cabang, jika 1,3 m tepat berada pada awal percabangan, DBH diukur dibagian bawah cabang yang masih normal.
- Pohon cabang, jika 1,3 m berada di atas cabang, ukur DBH di kedua cabang dan dianggap 2 batang.
- Pohon berakar penunjang, DBH diukur 1,3 m dari batas atas akar penunjang
- Pohon berbanir dan mangrove, DBH diukur 20 cm dari batas banir.

*Pengambilan Data*

Pengamatan terhadap objek penelitian dilakukan dengan cara mencatat data jenis pohon dan mengukur diameternya. Data yang diperoleh kemudian di catat ke dalam *tally sheet* yang dilengkapi dengan data berat jenis pohon untuk memperoleh data biomassa pohon.

Nama lokasi :  
 Ukuran petak :  
 Luas petak :

Tabel 3. Tally sheet pengamatan pohon hidup

No Pohon	Jenis Pohon		Diameter (cm)	Berat Jenis ( $g/cm^3$ )	Biomassa (kg/pohon)	Keterangan
	Nama Lokal	Nama Ilmiah				
1.						
2.						
3.						
Dst						
<b>Total Biomassa</b>						

### Analisis Data

#### *Penghitungan Biomassa*

Biomassa dihitung berdasarkan data diameter pohon menggunakan persamaan allometrik (Chave *et al.* 2005).

$$(AGB)_{est} = \rho * \exp (-1,499+2,148*\ln(D) + 0,207*(\ln(D))^2 - 0,0281*(\ln(D))^3)$$

Keterangan:

**AGB (*Above Ground Biomass*)<sub>est</sub>** = Biomassa di atas permukaan tanah (kg/pohon)

**D** = Diameter setinggi dada (cm)

**$\rho$**  = Berat jenis kayu ( $g/cm^3$ )

Pendugaan biomassa karbon untuk palem-paleman menganalisa data menggunakan rumus allometrik Brown (1997) yaitu:

$$(AGB)_{est} = \exp (-2.134+2.530 \times \ln(D))$$

Keterangan:

**AGB (*Above Ground Biomass*)<sub>est</sub>** = Biomassa di atas permukaan tanah (kg/pohon)

**D** = Diameter pohon setinggi dada (130 cm) dalam satuan 1 cm penuh

Rumus perhitungan total biomassa dan biomassa per satuan luas (ton/ha):

1) Total biomassa dari masing-masing tingkatan (pancang, tiang dan pohon) dapat dihitung dengan rumus, yaitu:

$$\text{Total biomassa pancang/tiang/pohon} = AGB_1 + AGB_2 + \dots + AGB_n$$

- 2) Jumlah biomassa per satuan (ton/ha) untuk masing-masing tingkatan (pancang, tiang dan pohon) dapat dihitung dengan rumus, yaitu:

<b>Biomassa pancang/tiang/pohon</b>	$= \frac{\text{Total Biomassa}}{\text{Luas areal}}$
-------------------------------------	---

*Perhitungan Karbon dan Oksigen*

Karbon dihitung berdasarkan data biomassa yang telah diperoleh. Pendugaan karbon dihitung berdasarkan karbon menurut SNI 7724 (Badan Standarisasi Nasional 2011).

<b>Karbon</b>	$= B * \% \text{ Karbon}$
<b>CO<sub>2</sub></b>	$= \text{Karbon} * 3,667$
<b>O<sub>2</sub></b>	$= \text{Karbon} * 2,67$

Keterangan:

B = Total biomassa pohon, dinyatakan dalam kilogram (kg)  
 % Karbon = Nilai persentase kandungan karbon (47%)