

Bab 2

Metode dan Data

2.1 Teori Dasar

Pada bagian teori dasar akan dijelaskan mengenai beberapa hal. Pertama mengenai Taman Hutan Raya Ir. H. Djuanda. Kedua mengenai pengertian biomassa dan metode perhitungannya. Terakhir akan dibahas mengenai *Terrestrial Laser Scanner*.

2.1.1 Taman Hutan Raya Ir. H. Djuanda

Taman Hutan Raya Ir. H. Djuanda merupakan kawasan konservasi yang terpadu antara alam sekunder dengan hutan tanaman yang terletak di Kota Bandung, Indonesia. Luasnya mencapai 590 hektar membentang dari kawasan Dago Pakar sampai Maribaya.

Letak Taman Hutan Raya Ir. H. Djuanda berada di Kampung Pakar, Desa Ciburial, Kecamatan Cimenyan, pada ketinggian antara 770 mdpl sampai 1330 mdpl. Di atas tanahnya yang subur terdapat sekitar 2500 jenis tanaman yang terdiri dari 40 familia dan 112 species. Pada tahun 1965 luas taman hutan raya baru sekitar 10 ha saja, namun saat ini sudah mencapai 590 ha membentang dari kawasan Pakar sampai Maribaya (Sawitri dkk., 2013).

Sesuai dengan Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya, Taman Hutan Raya adalah kawasan pelestarian alam yang mempunyai fungsi untuk tujuan koleksi tumbuhan dan atau satwa baik yang alami maupun buatan, jenis asli dan atau bukan asli yang dimanfaatkan bagi kepentingan ilmu pengetahuan, penelitian dan pendidikan serta menunjang budidaya, budaya, pariwisata dan rekreasi. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 62 Tahun 1998, tanggal 23 Juni 1998 tentang Penyerahan Sebagian Urusan Pemerintahan di

Bidang Kehutanan Kepada Daerah, menyebutkan bahwa pengelolaan Taman Hutan Raya Ir. H. Djuanda yang mencakup kegiatan pembangunan, pemeliharaan, pemanfaatan dan pengembangan Taman Hutan Raya Ir. H. Djuanda diserahkan kepada Pemda Tingkat I.

Mengingat lokasi Taman Hutan Raya Ir. H. Djuanda berada pada lintas wilayah Kabupaten dan Kota, yaitu terletak di Kabupaten Bandung (Kecamatan Cimenyan dan Kecamatan Lembang) dan Kota Bandung (Kecamatan Coblong), maka sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 25 tahun 2000, kewenangan pengelolaannya berada di Pemerintah Provinsi Jawa Barat, dalam hal ini adalah Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Barat.

Memperhatikan hal tersebut di atas Pemerintah Provinsi Jawa Barat membentuk Balai Pengelolaan Taman Hutan Raya yang merupakan Unit Pelaksana Teknis (UPT) Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Barat yang secara teknis maupun administrasi bertanggung jawab kepada Kepala Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Barat. Ketentuan tersebut tercantum dalam Perda No. 5 Tahun 2002 tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Barat Nomor: 15 Tahun 2000 tentang Dinas Daerah Provinsi Jawa Barat.

2.1.1.1 *Sejarah*

Hutan Lindung Gunung Pulosari merupakan taman terbesar yang pernah dibangun oleh pemerintah Hindia-Belanda. Perintisan taman ini mungkin sudah dilakukan sejak tahun 1912 bersamaan dengan pembangunan terowongan penyadapan aliran sungai Ci Kapundung (kemudian hari disebut Gua Belanda), namun peresmiannya sebagai hutan lindung baru dilakukan pada tahun 1922. Gambar 2.1 menunjukkan kondisi Gua Belanda saat ini.

Kawasan hutan ini dirintis pembangunannya sejak tahun 1960 oleh Mashudi (Gubernur Jawa Barat) dan Ir. Sambas Wirakusumah yang pada waktu itu menjabat sebagai Administratur Bandung Utara merangkap Direktur Akademi Ilmu Kehutanan, dan mendapat dukungan dari Ismail Saleh (Menteri Kehakiman) dan Soejarwo (Dirjen

Kehutanan Departemen Pertanian). Pada tahun 1963 sebagian kawasan hutan lindung tersebut mulai dipersiapkan sebagai Hutan Wisata dan Kebun Raya. Tahun 1963 merupakan tahun meninggalnya Ir. R. Djoeanda Kartawidjaja (Ir. H. Djuanda), maka Hutan Lindung tersebut diabadikan namanya menjadi Kebun Raya Rekreasi Ir. H. Djuanda untuk mengenang jasa-jasanya dan waktu itu pula jalan Dago dinamakan jalan Ir. H. Djuanda (Oktoberina dkk., 2014).



Gambar 2.1 Gua Belanda (www.disparbud.jabarprov.go.id)

Pada tanggal 23 Agustus 1965 Hutan Lindung Ir. H. Djuanda diresmikan oleh Gubernur Mashudi sebagai Kebun Raya Hutan Rekreasi Ir. H. Djuanda yang kemudian menjadi embrio Taman Hutan Raya Ir. H. Djuanda yang dikelola oleh Dinas Kehutanan (dulu Djawatan Kehutanan Provinsi Jawa Barat). Tahun 1978 pengelolaan dari Dinas Kehutanan (dulu Djawatan Kehutanan Provinsi Jawa Barat) diserahkan ke Perum Perhutani Jawa Barat. Pada tahun 1980 Kebun Raya/Hutan Wisata yang merupakan bagian dari kompleks Hutan Gunung Pulosari ini ditetapkan sebagai taman wisata, yaitu Taman Wisata Curug Dago seluas 590 ha yang ditetapkan oleh SK. Menteri Pertanian Nomor: 575/Kpts/Um/8/1980 tanggal 6 Agustus 1980.

Pada tahun 1985, Mashudi dan Ismail Saleh sebagai pribadi dan Soedjarwo selaku Menteri Kehutanan mengusulkan untuk mengubah status Taman Wisata Curug Dago menjadi Taman Hutan Raya. Usulan tersebut kemudian diterima Presiden Soeharto yang kemudian dikukuhkan melalui Keputusan Presiden No. 3 Tahun 1985 tertanggal 12 Januari 1985. Peresmian Taman Hutan Raya Ir. H. Djuanda dilakukan pada tanggal 14 Januari 1985 yang bertepatan dengan hari kelahiran Ir. H. Djuanda. Taman Hutan

Raya Ir. H. Djuanda sebagai Taman Hutan Raya pertama di Indonesia. Gambar 2.2 merupakan Tugu Ir. H. Djuanda yang terletak pada Taman Hutan Raya Ir. H. Djuanda yang dibangun untuk mengenang jasa-jasa Ir. H. Djuanda.



Gambar 2.2 Tugu Ir. H. Djuanda yang terletak pada Taman Hutan Raya Ir. H. Djuanda (tahuradjuanda.jabarprov.go.id)

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 62 Tahun 1998, tanggal 23 Juni 1998 tentang Penyerahan Sebagian Urusan Pemerintahan di Bidang Kehutanan Kepada Daerah, menyebutkan bahwa pengelolaan Taman Hutan Raya Ir. H. Djuanda yang mencakup kegiatan pembangunan, pemeliharaan, pemanfaatan dan pengembangan Taman Hutan Raya Ir. H. Djuanda diserahkan kepada Pemda Tingkat I.

Mengingat lokasi Taman Hutan Raya Ir. H. Djuanda berada pada lintas wilayah Kabupaten dan Kota, yaitu terletak di Kabupaten Bandung (Kecamatan Cimenyan dan Kecamatan Lembang) dan Kota Bandung (Kecamatan Coblong), maka sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 25 tahun 2000, kewenangan pengelolaannya berada di Pemerintah Provinsi Jawa Barat, dalam hal ini adalah Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Barat.

Memperhatikan hal tersebut di atas Pemerintah Provinsi Jawa Barat membentuk Balai Pengelolaan Taman Hutan Raya yang merupakan Unit Pelaksana Teknis (UPT) Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Barat yang secara teknis maupun administrasi bertanggung jawab kepada Kepala Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Barat. Ketentuan tersebut

tercantum dalam Perda No. 5 Tahun 2002 tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Barat Nomor: 15 Tahun 2000 tentang Dinas Daerah Provinsi Jawa Barat.

2.1.1.2 Vegetasi

Tanaman pokok yang berada di Tahura Ir. H. Djuanda merupakan hasil reboisasi yang telah berumur 17–40 tahun, tanpa dilakukan pemeliharaan, kecuali yang berada di area pengelola dan kawasan rekreasi Maribaya. Penutupan lahan berupa hutan sekunder, hutan tanaman dan belukar, dengan susunan vegetasi campuran yang tidak kurang dari 112 jenis, diantaranya yang dominan adalah jenis Pinus, Kaliandra dan Mahoni. Pada lereng-lereng terjal berjeluk tanah tipis dimana perakaran Pinus tidak mampu bertahan, penutupan lahan didominasi oleh jenis *Caliandra spp.*, sedangkan tumbuhan bawah didominasi oleh jenis *Eupathorium spp.* (Kirinyuh).

Hasil penelitian dan Praktek Kerja Lapangan oleh Ekus Kustiwa menunjukkan bahwa Tahura Ir. H. Djuanda mempunyai potensi flora cukup variatif, terdiri dari tumbuhan tinggi dan tumbuhan rendah. Untuk tumbuhan tinggi didominasi oleh jenis pinus sedangkan tumbuhan rendah didominasi oleh lumut dan pakis sehingga berfungsi sebagai laboraturium alam (*arboretum*). Pada tahun 1963 ditanam jenis tumbuhan kayu asing berasal dari luar daerah dan luar negeri di lahan seluas 30 ha yang terletak di sekitar Plaza dan Goa Jepang. Koleksi flora Taman Hutan Raya Ir. H. Djuanda ditunjukkan pada Tabel 2.1 sampai Tabel 2.3.

Tabel 2.1 Koleksi tanaman (flora) hasil inventarisasi penelitian dan praktek lapangan tahun 2003 di Tahura Ir. H. Djuanda oleh Ekus Kustiwa

No.	SPECIES	NAMA DAERAH	FAMILI	DAERAH ASAL
(1)	(2)	(3)		(4)
1.	<i>Cochlospermum religiosum</i>	“Yellow Cotton Tree”	Cochlospermaceae	India
2.	<i>Erythrophleum suaveolens</i>	-	Leguminosae-Caesalpinioideae	-
3.	<i>Podocarpus blumei</i>	Kebal Ayam/ Ki Bima	Podocarpaceae	Jabar, Irian, Australia
4.	<i>Eucalyptus citriodora</i>	“Lemon-Scented Spotted Gum”	Myrtaceae	Australia
5.	<i>Eucalyptus alba reinw</i>	Ampupu	Myrtaceae	Timor Timur
6.	<i>Hymenaea courbaril</i>	“Locust” Jatobá /Guapinol	Fabaceae	Amerika Selatan
7.	<i>Psidium guajava</i>	Jambu Batu/Jambu Biji	Myrtaceae	Amerika Tropis

Tabel 2.2 Koleksi tanaman (flora) hasil inventarisasi penelitian dan praktek lapangan tahun 2003 di Tahura Ir. H. Djuanda oleh Ekus Kustiwa (lanjutan)

No.	SPECIES	NAMA DAERAH	FAMILI	DAERAH ASAL
8.	<i>Mammea odorata</i>	Binar/Mammea Tree	Clusiaceae	Jawa
9.	<i>Spathodea campanulata</i>	Ki Acret/Kayu Ambon	Bignoniaceae	Afrika Tropis
10.	<i>Pinus insularis</i>	Pinus/Tusam	Pinaceae	Asia Tenggara, Filipina
11.	<i>Cedrela Mexicana</i>	Cedar Honduras	Meliaceae	Amerika Tengah, Honduras
12.	<i>Casia siamea</i>	Johar/Juar	Fabaceae	Asia Tenggara
13.	<i>Eriobotrya japonica</i>	Lokwat/Lokat	Rosaceae	central China
14.	<i>Hydnocarpus sumatrana</i>	Kandar Lutung/Gandar	Sapindaceae	Nusa Kambangan
15.	<i>Toona sureni</i>	Surian/Suren	Meliaceae	Malaysia
16.	<i>Mangifera indica</i>	Mangga/Manggah	Anacardiaceae	Jawa
17.	<i>Jacaranda filicifolia</i>	"Jacaranda", Jakaranda	Bignoniaceae	Amerika Selatan
18.	<i>Melia azedarach</i>	Mindi	Meliaceae	Jawa
19.	<i>Pometia pinnata</i>	Kasai Daun Kecil/Lengsir	Sapindaceae	Jawa
20.	<i>Cananga odorata</i>	Kenanga	Annonaceae	Jawa
21.	<i>Calliandra calothyrsus</i>	Kaliandra	Fabaceae/ Mimosoideae	Guiana
22.	<i>Kigelia aethiopica</i>	Sosis	Bignoniaceae	Afrika Tropis
23.	<i>Maesopsis eminii</i>	Kayu Afrika/Manii/Sobsi	Rhamnaceae	Afrika Barat
24.	<i>Persea Americana</i>	Alpukat	Lauraceae	Amerika Tengah
25.	<i>Terminalia bellirica</i>	Jaha	Combretaceae	Jawa
26.	<i>Casuarina sumatrana</i>	Cermara Sumatera	Casuarinaceae	Burma, Malaysia Barat
27.	<i>Lagerstroemia loudoni</i>	Bungur	Lythraceae	Siam
28.	<i>Pterospermum celebicum</i>	Bayur Sulawesi	Sterculiaceae /Malvaceae	Sulawesi
29.	<i>Pterospermum indicum</i>	Angsana/Sonokembang/Sieka	Sterculiaceae	Jawa
30.	<i>Instia bijuga</i>	Merbau Pantai/Taritih	Fabaceae	Jabar Dan Jateng
31.	<i>Dipterocarpus trinervis</i>	Keruing/Palahlar	<i>Dipterocarpaceae</i>	Jawa
32.	<i>Dipterocarpus retusus</i>	Keruing Gunung/Palahlar	<i>Dipterocarpaceae</i>	Jawa
33.	<i>Fagraea fragrans</i>	Tembesu/Ki Endog	Loganiaceae	Sumatera, Asia Barat
34.	<i>Styrax benzoin</i>	Kemenyan/Menyan	Styracaceae	Jawa
35.	<i>Tristiropsis canarioides</i>	Ki Hoe	Sapindaceae	Jawa, Irian
36.	<i>Cinnamomum parthenoxylon</i>	Ki Sereh/Ki Pedes	Lauraceae	Jawa
37.	<i>Mangifera foetida</i>	Membacang/ Limus	Anacardiaceae	Malaya, Jawa
38.	<i>Schizolobium excelsum</i>	Ki Oray	Fabaceae - Caesalpinioideae	Amerika Selatan
39.	<i>Khaya anthotheca</i>	Mahoni Uganda	Meliaceae	Afrika Tropis
40.	<i>Pterygota horsfieldii</i>	Kolentang/Tongtolok	Sterculiaceae	Jawa, Sulawwesi
41.	<i>Artocarpus reticulates</i>	Campedak	Moraceae	Sulawesi
42.	<i>Cupressus sp.</i>	Cemara	Cupressaceae	Jawa
43.	<i>Sterculia urceolata</i>	Kelumpang Hutan/Hantap	Malvaceae	Jawa
44.	<i>Pterocymbium sp.</i>	Tongtolok/Kelumbuk	Sterculiaceae	Jawa
45.	<i>Swietenia macrophylla</i>	Mahoni Daun Besar	Meliaceae	Honduras
46.	<i>Acalypha spec.</i>	Dawolong	Fabaceae	Jawa
47.	<i>Hopea odorata</i>	Cengal Pasir/Bangel Kampong	Dipterocarpaceae	Burma
48.	<i>Lagerstoemia ovalifolia</i>	Bungur Daun Kecil/Benger	Lythraceae	Jawa Barat
49.	<i>Anthocephalus chinensis</i>	Kelampaian/Jabon	Rubiaceae	Jawa
50.	<i>Copaifera demusei</i>	Bubinga	Leguminosae	-
51.	<i>Calophyllum soulattri</i>	Sulatri/Bintangur/Bataoh	Clusiaceae	Jawa Barat
52.	<i>Hymenaea verrucosa</i>	Jatoba	Fabaceae	Brazil
53.	<i>Tristiropsis</i>	Ki Sapi Bener/Patekak	Sapindaceae	Madagaskar
54.	<i>Podocarpus nerifolius</i>	Kayu Taji/Ki Putri/Melur	Podocarpaceae	Jawa
55.	<i>Shorea leprosula</i>	Meranti Tembaga	Dipterocarpaceae	Sumatera, Bangka
56.	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Sengon Buto	Fabaceae	Jamaica
57.	<i>Macaranga tanarius</i>	Mara Bodas/Mahang Tutup	Euphorbiaceae	Jawa

Tabel 2.3 Koleksi tanaman (flora) hasil inventarisasi penelitian dan praktek lapangan tahun 2003 di Tahura Ir. H. Djuanda oleh Ekus Kustiwa (lanjutan)

No.	SPECIES	NAMA DAERAH	FAMILI	DAERAH ASAL
58.	<i>Vitex cofassus</i>	Gupasa	Verbenaceae	Indonesia Timur
59.	<i>Calophyllum inophyllum</i>	Nyamplung/Bintangur/Balitoko	Clusiaceae	Jawa
60.	<i>Eucalyptus deglupta</i>	Leda	Myrtaceae	-
61.	<i>Filicium decipiens</i>	Ki Sabun/Ki Paris	Sapindaceae	Ceylon
62.	<i>Albizia procera</i>	Ki Hiang/Weru	Malvaceae	Jawa, Madura
63.	<i>Taxodium mucronatum</i>	-	Cupressaceae	Meksiko
64.	<i>Ficus benjamina</i>	Beringin/Caringin	Moraceae	Jawa
65.	<i>Palaquium obtusifolium</i>	Nantu/Getahperca/Nyato	Sapotaceae	Sulawesi
66.	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Nangka	Moraceae	Jawa
67.	<i>Pterygota alata</i>	Kasah	Sterculiaceae	India
68.	<i>Procombium tinctorium</i>	Kelumbuk/Tongtolak	Sterculiaceae	Jawa
69.	<i>Var javanicum</i>	-	Orchidaceae	Jawa
70.	<i>Terminalia kaernbachii</i>	Ketapang	Combretaceae	Irian
71.	<i>Aleurites molluccana</i>	Kemiri/Muncang	Euphobiaceae	Maluku
72.	<i>Adenanthera microsperma</i>	Saga Pohon	Fabaceae	Jawa
73.	<i>Bauhinia purpurea</i>	Daun Kupu-Kupu/ Kanayakan	Fabaceae	Asia Daratan
74.	<i>Ailanthus integrifolia</i>	Ki Kalapa	Simaroubaceae	Jawa, Maluku
75.	<i>Melaleuca leucadendra</i>	Kayu Putih/Gelam/Ki Putih	Myrtaceae	Jawa
76.	<i>Gossampinus malabarica</i>	Dangdeur/Kabu-Kabu	Bombacaceae	Jawa Barat
77.	<i>Euodia aromatic</i>	Sampang/ Ki Sampang	Rutaceae	Jawa
78.	<i>Pinus merkusii</i>	Tusam/Pinus	Pinaceae	Sumatera
79.	<i>Castanopsis argentea</i>	Saninten/ Berangan	Fagaceae	Jawa
80.	<i>Pinus montezumae</i>	Tusam Meksiko	Pinaceae	Meksiko
81.	<i>Delonix regia</i>	Flamboyan	Fabaceae	Madagaskar
82.	<i>Leucaena glabrata</i>	-	Fabaceae	Amerika Selatan
83.	<i>Agathis dammara</i>	Kidamar/Damar pilau/Kesi	Araucariaceae	Maluku
84.	<i>Durio zibhetinus</i>	Durian/ Kadu/ Duren	Bombacaceae	Jawa
85.	<i>Santiria laevigata</i>	Kerantai Merah	Burseraceae	Sumatera
86.	<i>Glochidion philippinum</i>	Bihbil/Dempol/Ki Pare	Euphobiaceae	Jawa
87.	<i>Tamarindus indica</i>	Asam/Asem	Fabaceae/ Leguminosae	Jawa, Sulteng
88.	<i>Quercus spp.</i>	Pasang	Fagaceae	Jawa
89.	<i>Vitex glabrata</i>	Leban Hitam/Bihbul		Jawa
90.	<i>Ganophyllum falcatum</i>	Mangir/Ki Anger	Sapindaceae	Ceylon, Jawa
91.	<i>Morinda citrifolia</i>	Mengkudu/Cangkudu/ Pace	Rubiaceae	Jawa
92.	<i>Phalangium pachycarpum</i>	-		-
93.	<i>Hopea odorifera</i>	-		-
94.	<i>Pithecellobium sp.</i>	-		-
95.	<i>Ficus septica</i>	Awar-Awar/ Kuciat	Moraceae	Jawa
96.	<i>Sindora javanica</i>	Tampar Hantu/Saparantu	Fabaceae	Jawa
97.	<i>Annona muricata</i>	Sirsak/Mandalika	Annonaceae	Amerika Tropis
98.	<i>Psychoria Montana</i>	-		-
99.	<i>Terminalia sp</i>	-	Combretaceae	-
100.	<i>Cinnamomum procetum</i>	-		-
101.	<i>Lagerstroemia subcordata</i>	Crape myrtle	Lythraceae	Hawai
102.	<i>Chisocheton macrophyllus</i>	Leungsir	Meliaceae	Jawa
103.	<i>Elaeis guineensis</i>	Kelapa Sawit	Arecaceae	Afrika Barat Tropis
104.	<i>Ervatamia divaricata</i>	Mondokaki	Apocynaceae	India
105.	<i>Firmiana malayana</i>	Tongtolak	Sterculiaceae	Jawa
106.	<i>Tectona grandis</i>	Jati	Verbenaceae	Jawa
107.	<i>Hibiscus similes</i>	Waru/Waru Gunung	Malvaceae	-
108.	<i>Hibiscus macrophyllus</i>	Tisuk	Malvaceae	Jawa
109.	<i>Calliandra portorocensis</i>	Kaliandra	Leguminosae- Mimosoideae	Amerika Tropis
110.	<i>Altingia exelsa</i>	Rasamala	Hamamelidaceae	Jawa Barat
111.	<i>Schima Walichii</i>	Puspa	Theaceae	Jawa Barat
112.	<i>Antidesma bunius</i>	Huni/Buni	Euphorbiaceae	Jawa Barat
113.	<i>Aleurites moluccana</i>	Kemiri/Muncang	Euphorbiaceae	Jawa Barat
114.	<i>Podocarpus imbricatus</i>	Jamuju/ Jemuju/Kihades	Podocarpaceae	Jawa Barat
115.	<i>Podocarpus nerüfolius</i>	Ki Putri/Kayu taji	Podocarpaceae	Jawa Barat

Tabel 2.4 Koleksi tanaman (flora) hasil inventarisasi penelitian dan praktek lapangan tahun 2003 di Tahura Ir. H. Djuanda oleh Ekus Kustiwa (lanjutan)

No.	SPECIES	NAMA DAERAH	FAMILI	DAERAH ASAL
116.	<i>Ficus fistulosa</i>	Beunying	Moraceae	Jawa Barat
117.	<i>Ficus retusa</i>	Jajawai/Ki beas/Jawi-jawi	Moraceae	Jawa Barat
118.	<i>Trema ambonensis</i>	Kuray/Anggerung	Ulmaceae	Jawa Barat
119.	<i>Homolanthus populnea</i>	Kareumbi	Euphorbiaceae	Jawa Barat
120.	<i>Ficus variegata</i>	Kondang	Moraceae	Jawa Barat
121.	<i>Ficus hispida</i>	Bisoro/Leluwing	Moraceae	Jawa Barat
122.	<i>Bridelia monoica</i>	Kanyere/Kenidai	Euphorbiaceae	Jawa Barat
123.	<i>Schefflera aromatica</i>	Mareme	Araliaceae	Jawa Barat
124.	<i>Bischoffia javanica</i>	Gadog/ Gintung/Bintungan	Euphorbiaceae	Jawa Barat
125.	<i>Pometia Spp</i>	Matoa/Pakam/Jagir	Sapindaceae	Maluku
Blok Curug Dago				
No.	SPECIES	NAMA DAERAH	FAMILI	DAERAH ASAL
1.	<i>Magnolia macklottii</i>	Baros	Magnoliaceae	Jabar
2.	<i>Artocarpus elasticus</i>	Teureup/Benda/Terap	Moraceae	Jabar
3.	<i>Ceiba caribaea</i>	Randu/Kapuk suriname	Bombacaceae	Amerika Tropis
4.	<i>Pinus merkusii</i>	Pinus/Tusam	Pinaceae	Sumatera
5.	<i>Manglietia glauca</i>	Manglid	Magnoliaceae	Jabar
6.	<i>Altingia exelsa</i>	Rasamala	Hamamelidaceae	Jabar
7.	<i>Maesopsis eminii</i>	Kayu Afrika	Rhamnaceae	Afrika Tropis
8.	<i>Erythrina fusea</i>	Dadap Cangring	Papilionaceae	Jabar
9.	<i>Arenga pinnata</i>	Kawung / Aren	Palmae	
Blok Maribaya				
No.	SPECIES	NAMA DAERAH	FAMILI	DAERAH ASAL
1.	<i>Bischoffia javanica</i>	Gadog/Gintung	Euphobiaceae	Jabar
2.	<i>Ficus retusa</i>	Jajawai/Kiara beas	Moraceae	Jabar
3.	<i>Ficus fistulosa</i>	Beunying	Moraceae	Jabar
4.	<i>Trema ambonensis</i>	Kuray	Ulmaceae	Jabar
5.	<i>Pinus merkusii</i>	Pinus	Pinaceae	Sumatera
6.	<i>Arthocarpus spp</i>	Nangka	Moraceae	Jawa
7.	<i>Khaya Anthotheca</i>	Mahoni Uganda	Meliaceae	Afrika Tropis
8.	<i>Ficus variegata</i>	Kondang	Moraceae	Jabar
9.	<i>Arenga pinnata</i>	Kawung/Aren	Palmae	

2.1.2 Pohon Inti

Pohon inti adalah pohon-pohon yang akan membentuk tegakan utama pada rotasi tebang berikutnya serta berfungsi untuk pohon biji (*seed tree*) yang menghasilkan biji untuk regenerasi hutan. Pohon inti juga merupakan pohon yang saat ini berpotensi menjadi jenis kayu komersial dengan bentuk yang memadai dan potensi pertumbuhan yang jelas serta memiliki memiliki diameter setinggi dada ≥ 20 cm (Villegas Z., 2008).

2.1.3 Biomassa

Biomassa adalah total berat atau volume organisme dalam suatu area atau volume tertentu (*aglossary by the IPCC, 1995*). Biomassa juga didefinisikan sebagai total

jumlah materi hidup di atas permukaan pada suatu pohon dan dinyatakan dengan satuan ton berat kering per satuan luas (Brown, 1997). Dalam suatu penelitian tentang biomassa (Clark, 1979) terdapat beberapa istilah yang digunakan, di antaranya ialah:

- Biomassa hutan (*Forest biomass*) adalah keseluruhan volume makhluk hidup dari semua spesies pada suatu waktu tertentu dan dapat dibagi ke dalam tiga kelompok utama yaitu pohon, semak, dan vegetasi lain.
- Pohon secara lengkap (*Complete tree*) berisikan keseluruhan komponen dari suatu pohon termasuk akar, tunggak/tunggul, batang, cabang, dan daun-daun.
- Batang (*Stem*) komponen pohon mulai di atas tunggul hingga ke pucuk dengan mengecualikan dahan dan daun.
- Tajuk pohon (*Stem topwood*) adalah bagian dari batang dari diameter ujung minimal tertentu hingga ke pucuk, bagian ini sering dianggap sebagai komponen utama sisa pembalakan.
- Cabang (*Branches*) semua dahan dan ranting kecuali daun.
- Dedaunan (*Foliage*) semua duri-duri, daun, bunga dan buah.

Hutan, tanah, laut, dan atmosfer semuanya menyimpan karbon yang berpindah secara dinamis diantara tempat-tempat penyimpanan tersebut sepanjang waktu. Tempat penyimpanan ini disebut dengan kantong karbon aktif (*active carbon pool*). Tumbuhan akan mengurangi karbon di atmosfer (CO_2) melalui proses fotosintesis dan menyimpannya dalam jaringan tumbuhan. Sampai waktunya karbon tersebut tersikluskan kembali ke atmosfer, karbon tersebut akan menempati salah satu dari sejumlah kantong karbon. Semua komponen penyusun vegetasi baik pohon, semak, liana dan epifit merupakan bagian dari biomassa atas permukaan. Di bawah permukaan tanah, akar tumbuhan juga merupakan penyimpan karbon selain tanah itu sendiri. Pada tanah gambut, jumlah simpanan karbon mungkin lebih besar dibandingkan dengan simpanan karbon yang ada di atas permukaan. Karbon juga masih tersimpan pada bahan organik mati dan produk-produk berbasis biomassa seperti produk kayu baik ketika masih dipergunakan maupun sudah berada di tempat penimbunan. Karbon dapat tersimpan dalam kantong karbon dalam periode yang lama atau hanya sebentar. Peningkatan jumlah karbon yang tersimpan dalam kantong karbon ini mewakili jumlah Karbon yang terserap dari atmosfer (Sutaryo, 2009).

2.1.3.1 Metode Perhitungan Biomassa

Secara umum terdapat dua metode untuk menghitung biomassa yaitu, *sampling* dengan pemanenan (*Destructive sampling*) secara in situ dan *sampling* tanpa pemanenan (*Non-destructive sampling*) dengan data pendataan hutan secara in situ.

a. Sampling dengan Pemanenan (*Destructive sampling*)

Metode ini dilaksanakan dengan memanen seluruh bagian tumbuhan termasuk akarnya, mengeringkannya, dan menimbang berat biomasanya. Biasanya *destructive method* menggunakan alat atau instrumen untuk dapat kontak langsung dengan objek dalam bentuk pemeriksaan, kemudian dapat menentukan parameter-parameter yang diinginkan tanpa menggunakan perhitungan matematis. Selain itu, *destructive method* memberikan tingkat akurasi yang tinggi, sehingga dapat dijadikan sebagai data validasi (Jonckheere dkk., 2004; Thimonier dkk., 2010). Meskipun metode ini terhitung akurat untuk menghitung biomassa pada cakupan area kecil, metode ini terhitung mahal dan sangat memakan waktu.

b. Sampling Tanpa Pemanenan (*Non-destructive sampling*)

Metode ini merupakan cara *sampling* dengan melakukan pengukuran tanpa melakukan pemanenan. Metode ini antara lain dilakukan dengan mengukur tinggi atau diameter pohon dan menggunakan persamaan alometrik untuk mengekstrapolasi biomassa.

2.1.3.2 Estimasi Biomassa

Terdapat dua pendekatan untuk mengestimasi biomassa di atas permukaan dari suatu pohon/hutan. Dua pendekatan tersebut adalah pendekatan langsung dengan membuat persamaan alometrik dan pendekatan tidak langsung dengan menggunakan "*biomass expansion factor (BEF)*". Pada tugas akhir ini pendekatan yang digunakan untuk mengestimasi biomassa di atas permukaan dari suatu pohon adalah pendekatan tidak langsung dengan menggunakan *biomass expansion factor (BEF)*.

BEF didefinisikan sebagai rasio antara biomassa keseluruhan pohon dengan biomassa batang. Dalam hal ini biomassa batang yang dimaksud kebanyakan mengacu kepada batang komersial (*commercial stem*) atau *merchantable stem* (Brown, 1997). Berikut

ini adalah persamaan yang digunakan untuk estimasi nilai biomassa dari hasil pengukuran :

$$B_{pohon} = V \times WD \times BEF_{pohon} \quad (2.1)$$

dimana :

B_{pohon} : Nilai estimasi biomassa pohon. (kg)

$V_{bebas\ cabang}$: Volume batang pohon hingga bebas cabang pertama. (m³)

WD : Berat jenis pohon. (kg/m³)

BEF_{pohon} : *Biomass expansion factor* untuk pohon.

Untuk menghitung volume batang pohon hingga bebas cabang pertama dengan metode konvensional, pohon dibagi menjadi serangkaian segmen dengan diameter berturut-turut menjadi bagian bawah dan atas masing-masing segmen dan segmen panjang yang sama dengan perbedaan ketinggian antara diameter bawah dan atas. Dalam metode konvensional, diameter atau panjang segmen tidak perlu terbagi secara merata sepanjang batang pohon, yang terpenting cukup mewakili perubahan diameter batang. volume batang kumulatif dihitung dengan mengakumulasi seluruh volume segmen yang diukur (Blozan, 2008). volume masing-masing segmen dihitung sebagai volume kerucut di mana volume dihitung dengan persamaan:

$$V = h \left(\frac{\pi}{12} \right) (D_1^2 + D_2^2 + D_1 D_2) \quad (2.2)$$

Keterangan:

V : Volume. (m³)

h : Tinggi Segmen. (m)

D_1 : Diameter atas. (m)

D_2 : Diameter bawah. (m)

2.1.3.3 *Estimasi Karbon Tersimpan*

Proses penimbunan karbon (C) dalam tubuh tanaman hidup dinamakan proses sequestrasi (*C-Sequestration*). Dengan demikian mengukur jumlah karbon yang disimpan dalam tubuh tanaman hidup (biomasa) pada suatu lahan dapat

menggambarkan banyaknya CO₂ di atmosfer yang diserap oleh tanaman. Sedangkan pengukuran cadangan karbon yang masih tersimpan dalam bagian tumbuhan yang telah mati (nekromasa) secara tidak langsung menggambarkan CO₂ yang tidak dilepaskan ke udara lewat pembakaran.

Jumlah cadangan karbon antar lahan berbeda-beda, tergantung pada keanekaragaman dan kerapatan tumbuhan yang ada, jenis tanahnya serta cara pengelolaannya. Penyimpanan karbon pada suatu lahan menjadi lebih besar jika kondisi kesuburan tanahnya baik karena biomasa pohon meningkat atau dengan kata lain cadangan karbon di atas tanah (biomasa tanaman) ditentukan oleh besarnya cadangan karbon di dalam tanah (bahan organik tanah). Untuk itu pengukuran banyaknya karbon yang disimpan dalam setiap lahan perlu dilakukan.

Setelah melakukan perhitungan nilai estimasi biomassa dengan satuan ton/ha dalam sebuah lahan, perhitungan estimasi cadangan karbon tersimpan pada tegakan pohon dapat dilakukan. Kadar karbon dalam bahan organik digunakan nilai kadar terpasang (*default value*) dihitung dengan memperkirakan bahwa konsentrasi karbon dalam bahan organik biasanya sekitar 46% (Hairiah dkk., 2007) oleh karena itu estimasi karbon tersimpan per-hektar dapat dihitung dengan formulasi sebagai berikut :

$$C = B \times 0,46 \quad (2.3)$$

Keterangan:

C : Kadar karbon yang tersimpan. (ton/ha)

B: : Nilai estimasi biomassa per hektar. (ton/ha)

2.1.4 Terrestrial Laser Scanner

Terrestrial Laser Scanner (TLS) adalah suatu teknologi untuk keperluan survei yang menggunakan laser untuk memperoleh data geometris yang kompleks secara cepat dan mudah dari suatu objek dan menampilkannya dalam bentuk model tiga dimensi. Hasil yang didapatkan dari pengukuran TLS ini adalah awan titik (*point cloud*) yang mempunyai koordinat tiga dimensi dan nilai intensitas dari gelombang pantulan (STAIGER, 2003).

Berdasarkan metode pemindaianya, TLS dibagi menjadi dua, yaitu *static laser scanner* dan *dynamic laser scanner*. *Static laser scanner* melakukan proses pemindaian dengan keadaan alat diam di suatu tempat. Hasilnya, awan titik yang diperoleh memiliki ketelitian serta kerapatan yang lebih baik dibandingkan dengan *dynamic laser scanner*. Ilustrasi *static laser scanner* dan *dynamic laser scanner* diperlihatkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 *Static laser scanner* (Burton, 2007)

Pada *dynamic laser scanner*, alat diletakkan dalam suatu wahana bergerak sehingga proses pemindaian berlangsung secara dinamis. *Dynamic laser scanner* memiliki kelebihan dalam efektivitas waktu pengambilan data. Dalam penggunaan *dynamic laser scanner*, dibutuhkan beberapa alat pendukung untuk penentuan posisi 3D, seperti *Inertial Measurement Unit* (IMU) dan *Global Positioning System* (GPS) (Quintero dkk., 2008). Ilustrasi *dynamic laser scanner* diperlihatkan pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 *Dynamic laser scanner* (laserscanning-europe.com)

2.1.4.1 Prinsip Kerja TLS

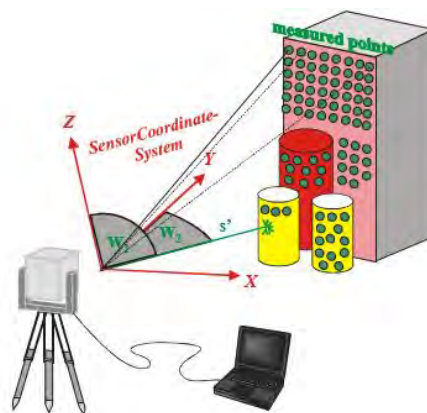
TLS memiliki sistem pengukuran yang terdiri dari pengukuran jarak dan pengukuran sudut. TLS yang berkembang saat ini terbagi menjadi dua jenis metode pengukuran jarak, yaitu berbasis pulsa (*pulse based*) dan berbasis fase (*phase based*). Pada tugas akhir kali ini metode yang digunakan adalah metode pengukuran berbasis pulsa atau *Pulsed Time Of Flight (TOF)*.

TLS dengan metode pengukuran jarak berbasis pulsa menghitung waktu tempuh dari sinar laser saat dipancarkan sampai diterima kembali oleh penerima sinar laser tersebut dengan komponen pada TLS yang disebut dengan *pulse laser range finder* (Fröhlich dan Mettenleiter, 2004). Model matematis yang digunakan untuk mengukur jarak antara alat dengan objek yang dipindai ditulis dalam persamaan berikut:

$$d = \frac{c \cdot t}{2} \quad (2.4)$$

Dengan d : jarak antara alat dengan obyek yang dipindai (meter), c : kecepatan rambat cahaya di udara ($\approx 3 \times 10^8$ meter/detik), dan t : waktu tempuh pulsa laser (detik).

TLS mendefinisikan posisi dalam ruang dengan mengukur sudut tegak dan sudut horizontal dengan sistem pengukuran sudut *angular encoders* dan jarak dari sumber laser ke objek yang dipindai. Setelah didapatkan beberapa parameter seperti jarak miring (s') sudut tegak (w_1), dan sudut mendatar (w_2), maka dapat dihitung koordinat dari setiap awan titik yang dipindai. Gambar 2.3 merupakan ilustrasi dari konsep perhitungan koordinat.



Gambar 2.5 Perhitungan koordinat TLS (STAIGER, 2003)

Model matematis yang digunakan untuk mendapatkan nilai koordinat pada TLS ditunjukkan dalam persamaan di bawah ini:

$$s'_{horizontal} = s' x \cos(w1) \quad (2.5)$$

$$X = s'_{horizontal} x \cos(w2) \quad (2.6)$$

$$Y = s'_{horizontal} x \sin(w2) \quad (2.7)$$

$$Z = s' x \sin(w1) \quad (2.8)$$

Keterangan:

- s' : Jarak hasil dari pengukuran waktu tempuh laser ke obyek (jarak miring) (meter).
- $s'_{horizontal}$: Jarak mendatar (meter).
- $w1$: Sudut tegak antara bidang horizontal dengan arah bidikan laser ke obyek ($^{\circ}$).
- $w2$: Sudut mendatar antara arah bidikan laser dengan sumbu x alat ($^{\circ}$).
- X : Koordinat x awan titik dalam sistem koordinat alat (m).
- Y : Koordinat y awan titik dalam sistem koordinat alat (m).
- Z : Koordinat z awan titik dalam sistem koordinat alat (m).

2.1.5 Aplikasi TLS dalam Mengestimasi Biomassa

Teknologi TLS merupakan teknologi yang berkembang sangat pesat. TLS banyak digunakan untuk berbagai macam aplikasi, salah satunya adalah pengestimasi biomassa untuk keperluan manajemen kehutanan. Selama ini metode yang sering digunakan untuk mengestimasi biomassa adalah dengan menggunakan metode konvensional dan *remote sensing*. Permasalahan yang terjadi dengan metode konvensional adalah kurang telitinya hasil estimasi biomassa yang diakibatkan oleh tidak akuratnya perhitungan volume batang pohon sedangkan permasalahan estimasi biomassa dengan menggunakan *remote sensing* adalah tidak tersapunya bagian bawah pohon akibat terhalang oleh lebatnya kanopi pohon. Teknologi TLS mempunyai kemampuan untuk melakukan pemindaian terhadap obyek dengan kerapatan tinggi, sehingga teknologi TLS dapat digunakan dalam melakukan estimasi biomassa. Teknologi TLS di bidang kehutanan memiliki kelebihan dalam mengukur secara otomatis untuk panjang, diameter batang pohon, cabang individu pada pohon serta perubahan dari jari-jarinya (Seidel, 2011). TLS juga dapat menyapu semua bentuk arsitektur pohon yang ada, seperti lancip dan ramping sehingga dapat digunakan untuk mengukur *gap fraction*, PAI, dan LAI (Seidel, 2011).

2.1.5.1 *Estimasi 12 Parameter Biomassa dan Interaksi Antar Pohon dengan Menggunakan Terrestrial Laser Scanner (Studi Kasus : Taman Lansia)*

Objek dari penelitian ini adalah 17 pohon yang tersebar di dalam area Taman, memperhitungkan aspek kesamaan dan perbedaan jenis pohon. Tujuan dari penelitian ini adalah Menghasilkan nilai 12 parameter biomassa dan interaksi antar pohon pada 17 pohon yang terdiri dari 6 jenis pohon yang berbeda. Serta membandingkan hasil TLS dengan pita ukur dan distometer. Pemilihan TLS sebagai alat yang digunakan karena TLS dapat menyapu semua bentuk arsitektur pohon yang ada, seperti lancip dan ramping sehingga dapat merepresentasikan bentuk pohon seutuhnya.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan cara melakukan pemindaian terhadap keseluruhan area Taman Lansia, sehingga menghasilkan data awan titik. Data awan titik tersebut kemudian di proses dan dihitung nilai 12 parameter biomassa dan interaksi antar pohon pada 17 pohon yang terdiri dari 6 jenis pohon yang berbeda. Volume yang dihitung adalah volume seluruh batang pohon dengan memanfaatkan parameter tinggi total pohon dan diameter setinggi dada. Perhitungan volume pohon menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$V = 0.25 \times \pi \times (DBH/100)^2 \times H \times F \quad (2.9)$$

Keterangan :

V : Volume pohon (m³)

π : 3.14

DBH : Diameter dada pohon (m)

H : Tinggi total pohon (m)

F : Faktor koreksi, jika tidak tersedia maka nilai angka bentuk batang umum 0.6 dapat digunakan.

Perhitungan biomassa menggunakan persamaan (2.1), tetapi volume yang digunakan adalah volume batang pohon keseluruhan. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini disajikan pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Tabel estimasi nilai biomassa setiap sampel pohon

No pohon	DBH (m)	TTH (m)	Volume (m ³)	Berat jenis pohon (kg/m ³)	BEF	Jenis pohon	Biomassa(kg)
1	0.270	17.74	0.000061023	0.63	1.67	Pohon Ramin	0.000064202
2	0.477	21.803	0.000233174	0.61	1.36	Pohon Mahoni	0.000193442
3	0.553	26.103	0.000376280	0.7	1.66	Pohon Hujan	0.000437237
4	0.293	15.897	0.000064211	0.58	1.16	Pohon Sukun	0.000043201
5	0.417	15.838	0.000129707	0.61	1.36	Pohon Mahoni	0.000107605
6	0.456	16.755	0.000164194	0.61	1.36	Pohon Mahoni	0.000136216
7	0.321	16.259	0.000079151	0.59	1.33	Pohon Kisabun	0.000062110
8	0.322	13.043	0.000063747	0.59	1.33	Pohon Kisabun	0.000050022
9	0.676	27.39	0.000589133	0.65	1.34	Pohon Angsana	0.000513135
10	0.668	23.313	0.000490167	0.65	1.34	Pohon Angsana	0.000426936
11	0.322	13.043	0.000063747	0.59	1.33	Pohon Kisabun	0.000050022
12	0.625	24.617	0.000453147	0.61	1.36	Pohon Mahoni	0.000375931
13	0.247	15.505	0.000044442	0.58	1.16	Pohon Sukun	0.000029901
14	0.247	15.238	0.000043903	0.58	1.16	Pohon Sukun	0.000029538
15	0.238	15.21	0.000040503	0.58	1.16	Pohon Sukun	0.000027251
16	0.595	20.969	0.000349931	0.61	1.36	Pohon Mahoni	0.000290303
17	0.531	16.162	0.000214847	0.61	1.36	Pohon Mahoni	0.000178237
18	1.057	30.104	0.001585421	0.65	1.34	Pohon Angsana	0.001380902

2.2 Akuisi Data

Akuisisi data merupakan serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk mendapatkan data *point clouds* hasil pemindaian. Kegiatan ini diawali dengan persiapan alat, pembuatan skema penempatan alat, pengumpulan data serta dokumentasi.

2.2.1 *Lokasi Penelitian*

Pada penelitian kali ini dilakukan di sembilan area yang dijadikan sampel pada Taman Hutan Raya Ir. H. Djuanda yang berlokasi di Kampung Pakar, Desa Ciburial, Kecamatan Cimenyan, Bandung, Jawa Barat dengan luasan area setiap petaknya 0,04 hektar. Objek penelitian yang dibutuhkan ialah beberapa pohon di dalam area Taman Hutan Raya Ir. H. Djuanda dengan jenis spesies yang berbeda. Pada Tugas Akhir ini dilakukan penghitungan nilai estimasi biomassa untuk setiap petaknya. Gambar 2.6 sampai Gambar 2.13 memperlihatkan dokumentasi area penelitian tiap petaknya, dan lokasi penelitian disajikan pada Gambar 2.14.



Gambar 2.6 Petak 1 (foto diambil pada 15 September 2015)



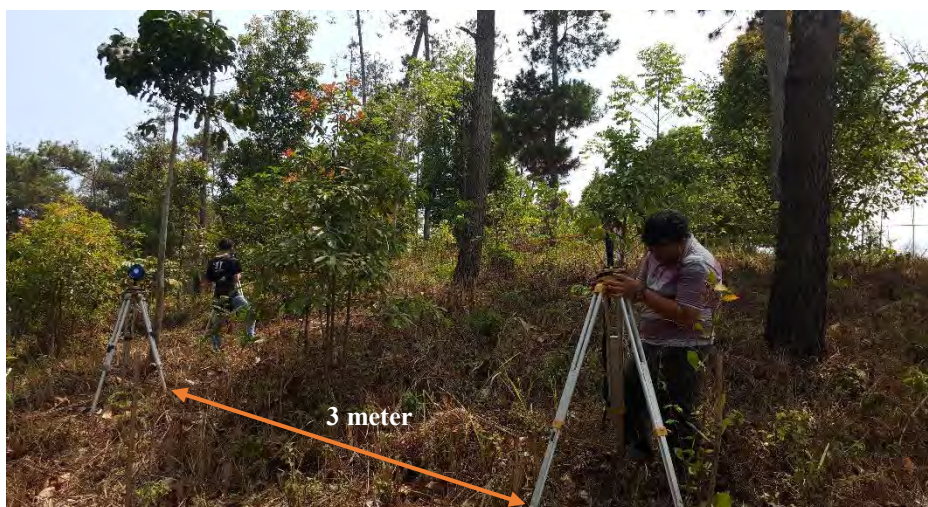
Gambar 2.7 Petak 2 (foto diambil pada 16 September 2015)



Gambar 2.8 Petak 3 (foto diambil pada 21 September 2015)



Gambar 2.9 Petak 4 dan Petak 5 (foto diambil pada 22 September 2015)



Gambar 2.10 Petak 6 (foto diambil pada 30 September 2015)