

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Barang Publik dan Eksternalitas

Tinjauan lingkungan menjabarkan mengenai penyebab dari permasalahan pengelolaan sumber daya alam yang pada dasarnya ditimbulkan karena beberapa sumber daya alam dikategorikan sebagai barang publik (*public goods*). Menurut Fauzi (2006), barang publik secara umum dapat didefinisikan sebagai barang di mana jika diproduksi, produsen tidak memiliki kemampuan mengendalikan siapa yang berhak mendapatkannya. Masalah dalam barang publik timbul karena produsen tidak dapat meminta konsumen untuk membayar atas konsumsi barang tersebut. Sebaliknya, di sisi konsumen, mereka tahu bahwa sekali diproduksi, produsen tidak memiliki kendali sama sekali siapa yang mengkonsumsinya. Berdasarkan ciri-cirinya, barang publik memiliki dua sifat dominan, yaitu:

1. *Non-rivalry* (tidak ada persaingan), artinya konsumsi seseorang terhadap barang publik tidak akan mengurangi konsumsi orang lain terhadap barang yang sama, contohnya udara yang kita hirup, dalam derajat tertentu tidak berkurang bagi orang lain untuk menghirupnya;
2. *Non-excludable* (tidak ada larangan), artinya sulit untuk melarang pihak lain untuk mengkonsumsi barang yang sama.

Konsumsi terhadap barang publik sering menimbulkan dampak eksternal atau eksternalitas. Fauzi (2006) lebih lanjut menjelaskan bahwa secara umum eksternalitas dapat dikatakan sebagai dampak, baik dampak positif maupun dampak negatif dari tindakan satu pihak terhadap pihak lain. Lebih spesifik lagi, eksternalitas terjadi jika kegiatan produksi atau konsumsi dari satu pihak mempengaruhi utilitas (kegunaan) dari pihak lain secara tidak diinginkan, dan pihak pembuat eksternalitas tidak menyediakan kompensasi terhadap pihak yang terkena dampak.

RTH median jalan merupakan salah satu wujud barang publik yang memberikan eksternalitas positif berupa menyerap karbon dioksida di udara. Pemerintah Kota Malang sebagai pihak yang membangun tidak bisa mengendalikan pihak lain (masyarakat) untuk mengkonsumsi manfaat dari RTH median jalan tersebut, sedangkan masyarakat ikut menikmati manfaat RTH median jalan tersebut tanpa memberikan kontribusi.

2.2 Valuasi Ekonomi

2.2.1 Pengertian Valuasi Ekonomi

Menurut Soemarno (2010), valuasi ekonomi merupakan upaya untuk memberikan nilai kuantitatif terhadap barang dan jasa yang dihasilkan oleh sumberdaya alam dan lingkungan, baik atas dasar nilai pasar (*market value*) maupun nilai non-pasar (*non market value*). Pendapat lain oleh Adrianto (2007) mengenai arti dari valuasi ekonomi yaitu suatu analisis *non-market* (non-pasar) yang didasarkan pada mekanisme pemberian nilai moneter pada produk barang dan jasa yang tidak terpasarkan. Pemahaman tentang konsep valuasi ekonomi memungkinkan para pengambil kebijakan dapat menentukan penggunaan sumberdaya alam dan lingkungan yang efektif dan efisien. Hal ini disebabkan aplikasi valuasi ekonomi menunjukkan hubungan antara konservasi SDA dengan pembangunan ekonomi. Oleh karena itu, valuasi ekonomi dapat dijadikan alat yang penting dalam meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap penggunaan dan pengelolaan sumberdaya alam dan lingkungan (Soemarno, 2010).

Dalam mengestimasi manfaat barang dan jasa ekosistem, uang digunakan sebagai indikator perhitungan dengan alasan sekarang ini uang dianggap sebagai indikator yang sesuai untuk mengukur keuntungan dan kerugian yang diperoleh masyarakat dari perubahan kualitas lingkungan (Djajadiningrat, Hendriani, & Famiola, 2011). Terdapat tiga alasan penggunaan satuan moneter dalam valuasi ekonomi, yaitu (1) satuan moneter dari manfaat dan biaya SDA dan lingkungan dapat menjadi parameter kualitas lingkungan, (2) satuan moneter dapat digunakan untuk menilai tingkat kepedulian seseorang terhadap lingkungan dan (3) satuan moneter dapat dijadikan sebagai bahan perbandingan secara kuantitatif terhadap beberapa alternatif pilihan penggunaan sumberdaya alam (Suparmoko, 2000 dalam Soemarno, 2010).

Berdasarkan uraian pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa valuasi ekonomi merupakan suatu metode atau cara untuk mengukur manfaat (*benefit*) dari suatu barang atau jasa dari suatu lingkungan dengan memberikan nilai moneter atau harga, dimana barang/jasa tersebut bersifat *non-market* atau secara umum tidak diperjualbelikan di pasar. Dalam penelitian ini, lingkungan yang memberikan manfaat adalah RTH median jalan. Manfaat yang diberikan yaitu berupa jasa menyerap karbon dioksida, dimana karbon dioksida secara umum tidak diperjualbelikan di pasar, sehingga valuasi ekonomi dilakukan dengan memberikan harga terhadap kemampuan vegetasi RTH median jalan dalam menyerap karbon dioksida.

2.2.2 Manfaat Valuasi Ekonomi

Sumberdaya alam merupakan bagian dari ekosistem, yaitu lingkungan tempat berlangsungnya reaksi timbal balik antara makhluk hidup dengan faktor-faktor alam. Oleh karena itu, pemanfaatan sumberdaya alam pada hakekatnya melakukan perubahan-perubahan di dalam ekosistem, sehingga perencanaan penggunaan sumberdaya alam dalam rangka proses pembangunan tidak dapat ditinjau secara terpisah, melainkan senantiasa dilakukan dalam hubungannya dengan ekosistem yang mendukungnya. Sumberdaya alam selain menghasilkan barang dan jasa yang dapat dikonsumsi, juga menghasilkan jasa-jasa lingkungan yang memberikan manfaat lain, misalnya manfaat keindahan, rekreasi. Mengingat pentingnya manfaat dari sumberdaya alam tersebut, maka manfaat tersebut perlu dinilai (Soemarno, 2010). Pada dasarnya, valuasi ekonomi dapat membantu pengambil keputusan untuk menduga efisiensi ekonomi (*economic efficiency*) dari berbagai pemanfaatan sumberdaya alam dan lingkungan yang mungkin dilakukan. Oleh karena itu, kuantifikasi manfaat (*benefit*) dan kerugian (*cost*) harus dilakukan agar proses pengambilan keputusan dapat berjalan dengan memperhatikan aspek keadilan (*fairness*) (Soemarno, 2010).

Beberapa alasan pentingnya melakukan perkiraan nilai ekosistem (King dan Mazzota, 2004 dalam Djajadiningrat, Hendriani, & Famiola, 2011) antara lain:

1. Untuk menjustifikasi dan memutuskan cara mengalokasikan dana untuk konservasi, pemeliharaan, atau restorasi lingkungan;
2. Untuk mempertimbangkan nilai-nilai masyarakat, serta memperkuat partisipasi dan dukungan masyarakat untuk peduli lingkungan;
3. Untuk membandingkan keuntungan-keuntungan dari program atau proyek yang berbeda;
4. Untuk memprioritaskan proyek konservasi atau restorasi; dan
5. Untuk mengoptimalkan manfaat setiap dana yang dikeluarkan untuk lingkungan.

RTH median jalan juga bagian dari ekosistem, di mana terjadi timbal balik antara vegetasi di RTH dengan lingkungan di sekitarnya, baik manusia maupun alam. Salah satunya adalah RTH median jalan menyerap CO₂ (salah satu gas rumah kaca) di udara untuk melakukan fotosintesis dan mampu menghasilkan oksigen yang dibutuhkan manusia. CO₂ yang diserap oleh vegetasi berasal dari aktivitas manusia seperti bernafas, penggunaan bahan bakar, dan industri. Mengingat pentingnya manfaat dari RTH median jalan tersebut, maka perlu dilakukan valuasi ekonomi agar dapat diketahui seberapa besar RTH median jalan dapat berkontribusi dalam lingkungan (menyerap

CO₂) yang dapat pula menjadi dasar bagi para pengambil kebijakan dalam pengelolaan ruang terbuka hijau lainnya.

2.2.3 Metode Valuasi Ekonomi

Secara umum, manfaat dari ekosistem atau sumberdaya alam dikelompokkan ke dalam dua kategori, yaitu nilai guna (*use value*) dan nilai bukan guna (*non use value*) (Barbier, 1991 dalam Djajadiningrat, Hendriani, & Famiola, 2011) seperti yang terlihat pada Tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Klasifikasi Nilai Ekonomi Ekosistem

Nilai Guna (<i>Use Values</i>)			Nilai Bukan Guna (<i>Non Use Values</i>)
Nilai Guna Langsung (<i>Direct Use</i>)	Nilai Guna Tidak Langsung (<i>Indirect Use</i>)	Nilai Pilihan (<i>Option Values</i>)	Nilai Eksistensi (<i>Existence Values</i>)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Produk kayu (kayu gergajian, kayu lapis, kayu bakar) ▪ Produk non kayu (makanan, obat-obatan, materi genetik) ▪ Pendidikan, rekreasi, & penggunaan kultural ▪ Tempat hidup manusia ▪ Kenyamanan (<i>landscape</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Perlindungan air tanah ▪ Siklus nutrient ▪ Penurunan polusi udara ▪ Cadangan karbon 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Penggunaan langsung dan tidak langsung di masa depan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Keanekaragaman hayati (kehidupan liar) ▪ Nilai kebudayaan ▪ Nilai warisan ▪ Nilai intrinsik ▪ Nilai wasiat

Sumber: Barbier, 1991 dalam Djajadiningrat, Hendriani, & Famiola, 2011

Konsep tentang nilai atas dasar penggunaan (*use values*) dan nilai bukan penggunaan (*non use values*) dipandang perlu untuk dipahami sebagai petunjuk untuk menilai atau mengukur nilai ekonomi total. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2012 tentang Panduan Valuasi Ekonomi Ekosistem Hutan menyebutkan bahwa dalam melakukan valuasi ekonomi suatu sumber daya alam dan lingkungan hidup, dapat melalui 2 (dua) pendekatan, yaitu pendekatan harga pasar dan pendekatan non pasar. Dalam kaitannya dengan penelitian ini, metode valuasi ekonomi yang akan digunakan adalah melalui pendekatan harga pasar. Pendekatan harga pasar banyak digunakan dalam menganalisis biaya dan manfaat suatu proyek. Namun, dengan dipertimbangkannya dimensi lingkungan, akan sulit untuk menentukan harga pasar yang tepat. Dalam menilai atau memberikan harga terhadap dampak suatu proyek, selama ada harga pasar untuk produk atau jasa yang hilang atau yang timbul dari adanya suatu proyek, sebaiknya digunakan harga pasar. Dengan

adanya suatu proyek biasanya ada suatu produk atau jasa yang diciptakan dan dengan menggunakan harga pasar dari produk atau jasa tersebut akan diperoleh nilai sumbangan manfaat dari proyek yang bersangkutan (Suparmoko & Suparmoko, 2000). Dalam penelitian ini, valuasi ekonomi dilakukan dengan melihat nilai guna tidak langsung (*indirect use*) dari RTH median jalan, yaitu sebagai penyerap karbon dioksida. Pendekatan yang digunakan adalah pendekatan harga pasar, di mana harga yang digunakan adalah harga pasar karbon dioksida.

2.3 Ruang Terbuka Hijau (RTH)

2.3.1 Definisi RTH

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 5 Tahun 2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan, ruang terbuka hijau didefinisikan sebagai area memanjang/jalur dan/atau mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh secara alamiah maupun yang sengaja ditanam.

2.3.2 Jenis RTH

Berdasarkan Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 1 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang Terbuka Hijau Perkotaan, jenis RTH kawasan perkotaan meliputi:

1. taman kota;
2. taman wisata alam;
3. taman rekreasi;
4. taman lingkungan perumahan dan permukiman;
5. taman lingkungan perkantoran dan gedung komersial;
6. taman hutan raya;
7. hutan kota;
8. hutan lindung;
9. bentang alam seperti gunung, bukit, lereng dan lembah;
10. cagar alam;
11. kebun raya;
12. kebun binatang;
13. pemakaman umum;
14. lapangan olah raga;
15. lapangan upacara;
16. parkir terbuka;
17. lahan pertanian perkotaan;
18. jalur dibawah tegangan tinggi (SUTT dan SUTET);
19. sempadan sungai, pantai, bangunan, situ dan rawa;
20. jalur pengaman jalan, median jalan, rel kereta api, pipa gas dan pedestrian;
21. kawasan dan jalur hijau;
22. daerah penyangga (*buffer zone*) lapangan udara; dan

23. taman atap (*roof garden*).



Dalam penelitian ini, jenis RTH di Kota Malang yang menjadi fokus penelitian adalah jenis RTH pada poin 20, yaitu berupa RTH median jalan yang terletak di sepanjang koridor Jalan Ahmad Yani, Jalan S. Parman, Jalan Letjen Sutoyo, Jalan Jaksa Agung Suprpto, sampai dengan Jalan Basuki Rahmat.

2.3.3 Fungsi RTH

Fungsi RTH di kawasan perkotaan berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 5 Tahun 2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan dan Hakim & Utomo (2002) antara lain:

1. Fungsi utama (intrinsik)
 - a. Fungsi ekologis
 - 1) memberi jaminan pengadaan RTH menjadi bagian dari sistem sirkulasi udara (paru-parukota);
 - 2) produsen oksigen;
 - 3) mempengaruhi, mengatur, dan memperbaiki iklim mikro agar sistem sirkulasi udara dan air secara alami dapat berlangsung lancar;
 - 4) sebagai peneduh;
 - 5) penyerap air hujan, pengendali banjir, dan pengatur tata air;
 - 6) penyedia habitat satwa, memelihara ekosistem tertentu, dan perlindungan plasma nutfah;
 - 7) penyerap polutan media udara, air dan tanah;
 - 8) penahan angin; dan
 - 9) pelembut arsitektur bangunan.
 2. Fungsi tambahan (ekstrinsik) yaitu:
 - a. Fungsi sosial dan budaya:
 - 1) tempat bermain dan olahraga;
 - 2) tempat untuk mendapatkan udara segar;
 - 3) sarana penghubung antara satu tempat dengan tempat lainnya;
 - 4) pembatas di antara massa bangunan;
 - 5) menggambarkan ekspresi budaya lokal;
 - 6) tempat komunikasi warga kota;
 - 7) tempat rekreasi;

- 8) wadah dan objek pendidikan, penelitian, dan pelatihan dalam mempelajari alam;
 - 9) sarana untuk menciptakan kebersihan, kesehatan, keserasian, dan keindahan lingkungan.
- b. Fungsi ekonomi:
- 1) sumber produk yang bisa dijual, seperti tanaman bunga, buah, daun, sayurmayur;
 - 2) bisa menjadi bagian dari usaha pertanian, perkebunan, kehutanan dan lain-lain.
3. Fungsi estetika:
- 1) meningkatkan kenyamanan, memperindah lingkungan kota baik dari skalamikro: halaman rumah, lingkungan permukiman, maupun makro: lansekapkota secara keseluruhan;
 - 2) menstimulasi kreativitas dan produktivitas warga kota;
 - 3) pembentuk faktor keindahan arsitektural; dan
 - 4) menciptakan suasana serasi dan seimbang antara area terbangun dan tidakterbangun.

Fungsi RTH median jalan sebagai salah satu bentuk RTH kota yang dikaji dalam penelitian ini adalah fungsi ekologisnya sebagai produsen oksigen.

2.3.4 Manfaat RTH

Berdasarkan Peraturan Menteri Dalam Negeri No. 1 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang Terbuka Hijau Kawasan Perkotaan, manfaat RTH kawasan perkotaan adalah:

1. Sarana untuk mencerminkan identitas daerah;
2. Sarana penelitian, pendidikan dan penyuluhan;
3. Sarana rekreasi aktif dan pasif serta interaksi sosial;
4. Meningkatkan nilai ekonomi lahan perkotaan;
5. Menumbuhkan rasa bangga dan meningkatkan *prestise* daerah;
6. Sarana aktivitas sosial bagi anak-anak, remaja, dewasa dan manula;
7. Sarana ruang evakuasi untuk keadaan darurat;
8. Memperbaiki iklim mikro; dan
9. Meningkatkan cadangan oksigen di perkotaan.

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 5 Tahun 2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan, manfaat RTH berdasarkan fungsinya dibagi atas:

1. Manfaat langsung (dalam pengertian cepat dan bersifat *tangible*), yaitu membentuk keindahan dan kenyamanan (teduh, segar, sejuk) dan mendapatkan bahan-bahan untuk dijual (kayu, daun, bunga, buah);
2. Manfaat tidak langsung (berjangka panjang dan bersifat *intangibile*), yaitu pembersih udara yang sangat efektif, pemeliharaan akan kelangsungan persediaan air tanah, pelestarian fungsi lingkungan beserta segala isi.

Dalam penelitian ini, manfaat ruang terbuka hijau yang dikaji adalah manfaat tidak langsung (berjangka panjang dan bersifat *intangibile*) yang meliputi manfaat sebagai pembersih udara, khususnya penyerap karbon dioksida sebagai salah satu Gas Rumah Kaca.

2.3.5 Elemen RTH

Menurut Mulyandari (2011), terdapat dua golongan elemen ruang terbuka, yaitu:

1. Elemen keras (*hard materials*)

Elemen keras merupakan suatu unsur yang dapat memberikan sifat ruang terbuka menjadi kaku, tegar, dan memberikan kesan ruang yang kuat, misalnya perkerasan, atau bangunan.

2. Elemen lembut (*soft materials*)

Elemen lembut merupakan suatu unsur yang dapat memberikan kelembutan dan kehidupan, elastis, fleksibel, misalnya tanaman.

Dalam penelitian ini, elemen dari RTH median jalan yang diidentifikasi adalah elemen lunak (*soft materials*), yaitu berupa vegetasi yang akan diukur tingkat kemampuannya dalam menyerap karbon dioksida.

2.4 Penyerapan Karbon Dioksida

Penyerapan gas karbon dioksida (CO_2) dapat terjadi melalui beberapa hal. Berdasarkan IPCC (2006), karbon dioksida (CO_2) paling besar terserap oleh biomassa vegetasi. Untuk mengestimasi penyerapan karbon dioksida (CO_2), metode yang dapat digunakan adalah dengan perubahan stok karbon (C) pada biomassa vegetasi. Penyerapan CO_2 terjadi saat vegetasi melakukan proses fotosintesis pada siang hari.

Selama fotosintesis, vegetasi mengubah karbon dioksida dan air menjadi molekul gula (glukosa) dan oksigen melalui serangkaian reaksi oksidasi dan reduksi.

2.4.1 Biomassa Vegetasi

A. Pengertian Biomassa

Biomassa adalah total berat atau volume organisme dalam suatu area atau volume tertentu (*a glossary by the IPCC, 1995 dalam Sutaryo, 2009*). 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 Sutaryo, 2009). Dalam perkembangannya, pengukuran biomassa hutan mencakup seluruh biomassa hidup yang ada di atas dan di bawah permukaan dari pepohonan, semak, palem, anakan pohon, dan tumbuhan bawah lainnya, tumbuhan menjalar, liana, epifit dan sebagainya ditambah dengan biomassa dari tumbuhan mati seperti kayu dan serasah. Menurut Sutaryo (2009), dalam inventarisasi karbon hutan, *carbon pool* yang diperhitungkan setidaknya ada 4 (empat) kantong karbon, yaitu:

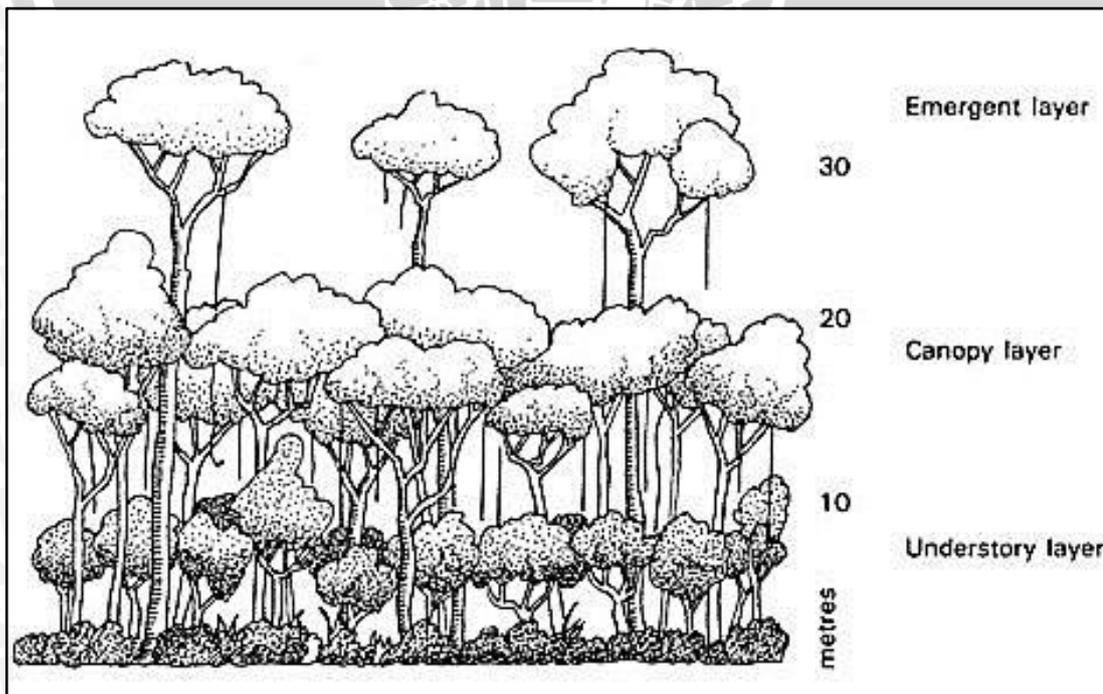
1. Biomassa atas permukaan; adalah semua material hidup di atas permukaan. Termasuk bagian dari kantong karbon ini adalah batang, tunggul, cabang, kulit kayu, biji dan daun dari vegetasi baik dari strata pohon maupun dari strata tumbuhan bawah di lantai hutan;
2. Biomassa bawah permukaan; adalah semua biomassa dari akar tumbuhan yang hidup. Pengertian akar ini berlaku hingga ukuran diameter tertentu yang ditetapkan. Hal ini dilakukan sebab akar tumbuhan dengan diameter yang lebih kecil dari ketentuan cenderung sulit untuk dibedakan dengan bahan organik tanah dan serasah;
3. Bahan organik mati; meliputi kayu mati dan serasah. Serasah dinyatakan sebagai semua bahan organik mati dengan diameter yang lebih kecil dari diameter yang telah ditetapkan dengan berbagai tingkat dekomposisi yang terletak di permukaan tanah. Kayu mati adalah semua bahan organik mati yang tidak tercakup dalam serasah, baik yang masih tegak maupun yang roboh di tanah, akar mati, dan tunggul dengan diameter lebih besar dari diameter yang telah ditetapkan; dan
4. Karbon organik tanah; mencakup karbon pada tanah mineral dan tanah organik termasuk gambut.

Dalam penelitian ini, biomassa yang dihitung adalah biomassa atas permukaan, yakni mencakup batang dan daun vegetasi penyusun RTH median jalan.

B. Stratifikasi Vegetasi

Stratifikasi vegetasi menurut Soerianegara & Indrawan (1978) dalam Indriyanto (2006) diuraikan berdasarkan tipe vegetasi yang terdapat pada hutan hujan tropis karena vegetasi hutan hujan tropis merupakan vegetasi yang banyak menutupi hutan di Indonesia. Stratifikasi vegetasi hutan hujan tropis berdasarkan tajuk dibagi menjadi 5 (lima) stratum, yaitu:

1. Stratum A, yaitu lapisan tajuk (kanopi) hutan paling atas yang dibentuk oleh pepohonan yang tingginya lebih dari 30 m;
2. Stratum B, yaitu lapisan tajuk kedua dari atas yang dibentuk oleh pepohonan yang tingginya 20-30 m;
3. Stratum C, yaitu lapisan tajuk ketiga dari atas yang dibentuk oleh pepohonan yang tingginya 4-20 m;
4. Stratum D, yaitu lapisan tajuk keempat dari atas yang dibentuk oleh spesies tumbuhan semak atau perdu yang tingginya 1-4 m; dan
5. Stratum E, yaitu lapisan tajuk paling bawah (lapisan kelima dari atas) yang dibentuk oleh spesies-spesies tumbuhan penutup tanah (*ground cover*) yang tingginya 0-1 m.



Gambar 2.1 Stratifikasi Tajuk Hutan Hujan Tropis

Sumber: Bio-DiTRL(2001)

Berdasarkan pemaparan mengenai stratifikasi vegetasi yang diperjelas pada Gambar 2.1 di atas, vegetasi dalam RTH median jalan yang menjadi kajian pada penelitian ini termasuk pada Stratum D, yaitu berupa semak atau perdu dengan tinggi antara 1-4 meter.

C. Metode Penghitungan Biomassa

Dalam penelitian ini, biomassa yang dihitung adalah biomassa atas permukaan, yaitu mencakup vegetasi dari stratum D. Menurut Sutaryo (2009), terdapat 4 cara utama untuk menghitung biomassa, yaitu:

1. Sampling dengan pemanenan (*destructive sampling*)

Metode ini dilaksanakan dengan memanen seluruh bagian tumbuhan termasuk akarnya, mengeringkannya dan menimbang berat biomassa (berat kering) -nya.

2. 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.

3. Pendugaan melalui penginderaan jauh

Penggunaan metode ini umumnya tidak dianjurkan, utamanya untuk proyek-proyek skala kecil, hal ini dikarenakan teknologi yang digunakan dalam metode ini relatif mahal dan secara teknis membutuhkan keahlian tertentu.

4. Pembuatan model

Metode ini digunakan dengan menghitung frekuensi dan intensitas pengamatan in situ atau penginderaan jauh yang terbatas.

Dari empat metode di atas, metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampling dengan pemanenan (*destructive sampling*) karena jenis vegetasi yang tersebar di lokasi studi bukan berupa pohon (tegakan), melainkan berupa tanaman semak atau perdu.

2.4.2 Carbon Fraction

Berdasarkan IPCC (2006), *carbon fraction* (pecahan karbon) adalah massa karbon (ton) yang diserap tiap ton berat kering biomassa. Jumlah total karbon yang terserap diperoleh dengan mengalikan jumlah biomassa dengan *carbon fraction*. Nilai

umum *carbon fraction* yang digunakan adalah 0,47 (McGroddy, *et. al.*, 2004 dalam IPCC, 2006).

2.4.3 Konversi Karbon (C) ke Karbon Dioksida (CO₂)

Jumlah penyerapan karbon oleh biomassa vegetasi dapat dikonversikan menjadi penyerapan CO₂ di atmosfer. Mengacu pada IPCC (2006), konversi karbon (C) ke karbon dioksida (CO₂) dilakukan melalui pengkalian jumlah penyerapan karbon oleh biomassa dengan rasio massa molekul CO₂ dan C, yaitu 44/12. Massa atom C = 12 dan O = 16, sehingga massa molekul CO₂ = 12 + (2 × 16) = 44.

2.5 Pemberian Harga Karbon Dioksida melalui Perdagangan Emisi

Perubahan iklim menjadi salah satu tantangan global terbesar. Iklim dunia dikhawatirkan akan terus meningkat dan berpotensi membawa kerusakan lingkungan. Emisi gas rumah kaca (*green house gases*- GHG) dianggap sebagai penyebab utama perubahan iklim global. Kegiatan pembakaran bahan bakar fosil (batubara, minyak bumi, gas bumi) merupakan penyumbang terbesar emisi gas rumah kaca (khususnya karbondioksida, CO₂). Oleh karena itu, perdagangan emisi karbon menjadi penting bagi kelangsungan ekosistem global di masa mendatang (Siregar, 2014).

Ungkapan "*put a price on carbon*" atau "memberi harga pada karbon" telah menjadi diskusi umum tentang bagaimana mengatasi perubahan iklim dari 'keprihatinan' menjadi 'bertindak'. *World Bank Group*, kelompok bisnis, dan investor telah meminta pemerintah dan perusahaan di seluruh dunia untuk mendukung pemberian harga pada karbon untuk menurunkan emisi dan mendorong investasi yang lebih bersih. Tergantung pada keadaan dan prioritas yang berbeda pada masing-masing negara, berbagai instrumen dapat digunakan untuk memberi harga pada karbon yang dapat mengurangi emisi secara efisien dan efektif (World Bank, 2014).

Upaya masyarakat internasional menghadapi fenomena perubahan iklim dimulai sejak ditandatanganinya *United Nation Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) tahun 1992 di Rio de Janeiro, Brasil. Tiga tahun setelah itu, diadakan *Conference of the Parties* (COP) pertama di Berlin, Jerman. Pada COP ke-3 tahun 1997 di Kyoto Jepang, para pihak (terutama negara-negara maju/industri) sepakat menurunkan tingkat emisi mereka pada tahun 2008-2012 sebesar 5% di bawah tingkat emisi di tahun 1990. Protokol Kyoto mengatur 3 mekanisme penurunan emisi yang fleksibel bagi negara-negara industri. 3 mekanisme tersebut adalah 1) *Clean*

Development Mechanism (CDM), 2) *Joint Implementation* (JI), dan 3) *Emission Trading* (ET) (Kardono, 2010).

CDM (*Clean Development Mechanism*) adalah mekanisme dari Protokol Kyoto yang memungkinkan negara industri dan negara berkembang bekerja sama untuk melakukan “pembangunan bersih”. Dengan fasilitas CDM, negara industri dapat memenuhi kewajiban pengurangan emisinya dengan melakukan proyek “pengurangan emisi” di suatu negara berkembang dan si negara berkembang akan mendapat kompensasi finansial dan teknologi dari kerja-sama tersebut. Tujuan CDM sebagaimana ditegaskan oleh Protokol Kyoto adalah membantu negara berkembang melakukan pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*) dan turut menyumbang bagi pencapaian tujuan pengurangan emisi global, serta untuk membantu negara industri mencapai target pengurangan emisi mereka (Siregar, 2014).

Investasi negara industri di negara berkembang yang menghasilkan penurunan emisi akan disertifikasi dan kredit dari “pengurangan emisi yang disertifikasi” (*Certified Emission Reduction*, CER) tersebut akan diberikan kepada negara industri, dimana tiap penurunan 1 ton CO₂ akan mendapat 1 CER. CER dikeluarkan oleh dewan CDM. CER dikeluarkan jika negara yang bersangkutan telah memenuhi kriteria *additionality*, *real*, *measurable* dan *long-term benefit*. Harga dari CER dapat bervariasi tergantung pada pihak yang bertransaksi (Kardono, 2010 dan Siregar 2014).

Selain dari sektor industri, penyumbang emisi karbon terbesar kedua (15-20% dari total emisi dunia) adalah dari perubahan penggunaan lahan dan kehutanan. Pada umumnya terdapat 3 (tiga) kategori mitigasi perubahan iklim untuk sektor kehutanan, yaitu peningkatan manajemen hutan, Aforestasi/Reforestasi, dan menghindari penebangan hutan dan degradasi hutan (*Reduction Emission from Deforestation and Degradation*, REDD). Dari ketiga kategori tersebut, REDD mempunyai potensi pengurangan emisi karbon yang paling besar (McKinsey Company, 2009 dalam Kardono, 2010). Melalui mekanisme CDM (yang notabene satu-satunya mekanisme yang melibatkan negara berkembang dalam Protokol Kyoto), sektor kehutanan dapat berperan melalui proyek Aforestasi/Reforestasi. Deforestasi sebagian besar disumbang oleh negara-negara berkembang dan setengahnya dilakukan oleh 2 negara yaitu Brasil dan Indonesia. Mengurangi deforestasi dan degradasi hutan berarti mengurangi emisi (Kardono, 2010)

Dalam penelitian ini, RTH median jalan dapat dikatakan salah satu proyek “aforestasi kecil”, yakni menghutankan areal yang pada masa lalu bukan merupakan

hutan. “Menghutankan” yang dimaksud adalah dengan menanam vegetasi-vegetasi perdu yang mampu menyerap dan menyimpan CO₂. Tiap CO₂ yang diserap merupakan sebuah investasi penurunan emisi, di mana penurunan emisi dalam jumlah besar dapat disertifikasi dan CER yang diperoleh merupakan sebuah keuntungan.

2.6 Analisis Kelayakan Ekonomi

Analisis kelayakan ekonomi pada dasarnya adalah membandingkan antara keuntungan dan kerugian/manfaat dan biaya dari suatu proyek. Analisis kelayakan ekonomi pada umumnya digunakan pada proyek-proyek investasi (berorientasi pada profit). Namun, saat ini penerapan analisis kelayakan ekonomi tidak hanya dilakukan pada proyek investasi, melainkan diterapkan pula proyek pengembangan ekonomi daerah. Dalam bidang pengembangan ekonomi daerah, analisis ini umum digunakan pemerintah daerah untuk menentukan kelayakan pengembangan suatu proyek. Penerapan analisis kelayakan ekonomi suatu proyek pengembangan ekonomi daerah relatif lebih sulit. Hal ini dikarenakan harus mempertimbangkan beberapa aspek terkait manfaat/kesejahteraan sosial (*social welfare function*) dan lingkungan. Secara terinci aspek-aspek tersebut juga mempertimbangkan dampak penerapan suatu program dalam masyarakat baik secara langsung (*direct impact*) maupun tidak langsung (*indirect impact*). Dalam menentukan manfaat dan biaya suatu program/proyek harus dilihat secara luas pada manfaat dan biaya sosial dan tidak hanya pada individu saja. Oleh karena menyangkut kepentingan masyarakat luas maka manfaat dan biaya dapat dikelompokkan dengan berbagai cara (Mangkoesoebroto, 1998; Musgrave and Musgrave, 1989 dalam Sugiyono, 2001). Salah satunya yaitu mengelompokkan manfaat dan biaya suatu proyek secara riil dan semu seperti pada ilustrasi pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Ilustrasi Manfaat dan Biaya Suatu Proyek

		Manfaat		Biaya
Proyek Irigasi				
Riil	Langsung	Berwujud	Naiknya hasil pertanian	Biaya pipa
		Tak berwujud	Pelestarian kawasan	Hilangnya hutan
	Tidak langsung	Berwujud	Berkurangnya erosi tanah	Pengalihan air
		Tak berwujud	Perlindungan masyarakat	Rusaknya margasatwa
Semu	Langsung	Peningkatan pendapatan		
Proyek Pendaratan ke Bulan				
Riil	Langsung	Berwujud		Biaya input
		Tak berwujud	Kenikmatan eksplorasi	Polusi alam semesta
	Tidak langsung	Berwujud	Kemajuan teknologi	
		Tak berwujud	Perolehan prestise dunia	
Semu	Langsung	Kenaikan tanah secara		

	Manfaat	Biaya
	relatif di Cape Kennedy	



			Manfaat	Biaya
Proyek Pendidikan				
Riil	Langsung	Berwujud	Menaikan pendapatan di masa depan	Biaya gaji, pengajar, gedung, buku, dll.
		Tak berwujud	Hidup diperkaya	Hilangnya waktu senggang
	Tidak langsung	Berwujud	Berkurangnya biaya untuk penangkalan tindak criminal	
		Tak berwujud	Meningkatnya pemilih yang mempunyai intelegensi tinggi	
Semu	Langsung		Kenaikan relatif pendapatan guru	

Sumber: Musgrave dan Musgrave, 1989 dalam Sugiyono, 2001

Pada umumnya, untuk menentukan kelayakan suatu proyek digunakan analisis manfaat-biaya (*Benefit Cost Analysis*). Analisis manfaat biaya mampu menjadi alat pengambilan keputusan dalam alokasi sumberdaya yang efisien karena teknik ini memungkinkan semua biaya dan manfaat ekonomi untuk ditimbang dan dibandingkan (Spurgeon, 1998). Dalam melakukan penilaian kelayakan ekonomi suatu, beberapa metode yang lazim digunakan adalah NPV (*Net Present Value*), IRR (*Internal Rate Return*), BCR (*Benefit Cost Ratio*), dan PBP (*Payback Period*).

A. NPV (*Net Present Value*)

NPV dapat didefinisikan sebagai selisih antara nilai sekarang investasi awal dengan nilai sekarang penerimaan kas bersih di masa yang akan datang (Wiranata, 2012). Pada metode ini semua aliran kas dikonversikan menjadi nilai sekarang (P) dan dijumlahkan sehingga P yang diperoleh mencerminkan nilai netto dari keseluruhan aliran kas yang terjadi selama periode perencanaan. Tingkat bunga yang dipakai untuk melakukan konversi adalah MARR (*Minimum Attractive Rate of Return*) (Pujawan, 2009). NPV yang layak adalah NPV yang positif, dimana ini berarti *cash flow* yang dihasilkan melebihi jumlah yang diinvestasikan.

B. IRR

Dalam suatu investasi terdapat saat tertentu dimana terjadi keseimbangan antara semua pengeluaran yang terjadi dengan semua pendapatan yang diperoleh dari investasi tersebut. Keseimbangan ini akan terjadi pada tingkat pengembalian (yang sering dinyatakan sebagai tingkat bunga) tertentu. Tingkat bunga yang menyebabkan terjadinya keseimbangan antara semua pengeluaran dan semua pemasukan pada suatu periode tertentu disebut dengan *rate of return* yang biasa disingkat ROR, atau juga sering disebut *internal rate of return* atau disingkat IRR. Dengan kata lain, IRR adalah suatu tingkat penghasilan yang mengakibatkan nilai NPV dari suatu investasi sama

dengan nol (Pujawan, 2009). Untuk alternatif tunggal, setelah IRR diperoleh, nilai tersebut dibandingkan dengan MARR untuk dievaluasi apakah alternatif tersebut layak diterima atau tidak. Jika $IRR \geq MARR$, alternatif layak diterima. Sebaliknya, jika $IRR < MARR$, alternatif tidak layak diterima (Raharjo, 2007).

C. **BCR (Benefit Cost Ratio)**

Benefit Cost Ratio adalah perbandingan nilai ekuivalen semua manfaat terhadap nilai ekuivalen semua biaya. Perhitungan nilai ekuivalen dapat dilakukan menggunakan analisis nilai sekarang (*present value*) (Raharjo, 2007). Dalam melakukan analisis manfaat-biaya proyek-proyek pemerintah, perlu ditentukan dari sudut mana proyek tersebut akan ditinjau. Cara yang paling sering dan mudah dipakai untuk menentukan sudut pandang ini adalah dengan mengidentifikasi terlebih dahulu siapa yang menerima manfaat dan siapa yang membayar biayanya.

D. **PBP (Payback Period)**

Analisis *Payback Period* menghitung waktu yang diperlukan arus kas masuk sama dengan arus kas keluar. Analisis ini digunakan untuk mengukur tingkat risiko alternatif berkaitan dengan seberapa cepat nilai investasi dapat dikembalikan. Alternatif dengan periode pengembalian yang lebih singkat merupakan pilihan yang lebih menarik. Analisis ini dapat dilakukan dengan memperhitungkan *time value of money* (disebut *discounted payback analysis*) atau mengabaikannya ($i=0\%$) (Raharjo, 2007). Dalam prakteknya, kalangan industri seringkali menggunakan analisis ini dengan mengabaikan nilai waktu dari uang.

Dalam melakukan analisis dengan menggunakan alat-alat analisis di atas, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. Periode evaluasi

Periode yang dipergunakan untuk melakukan evaluasi secara finansial diestimasikan berdasarkan faktor tertentu, misalnya usia kepemilikan (*ownership life*) usaha apakah terhingga atau abadi;

2. Konsep nilai uang terhadap waktu (*time value of money*)

Uang mempunyai nilai terhadap waktu dan besar nilai itu sangat tergantung pada saat kapan uang itu diterima. Konsep ini mengandung implikasi bahwa sejumlah uang tertentu saat ini tidak sama nilainya dengan sejumlah uang yang sama di saat yang lalu atau yang akan datang. Baik metode analisis IRR maupun NPV di atas dihitung setelah sebelumnya menyesuaikan nilai *cash flow* di masa yang akan datang (*future value*) ke nilai saat ini (*present value*);

3. Tingkat bunga

Tingkat bunga yang dipakai sebagai patokan dasar dalam mengevaluasi alternatif dinamakan MARR (*Minimum Attractive Rate of Return*). MARR ini adalah nilai minimal dari tingkat pengembalian atau bunga yang bisa diterima oleh investor. Dengan kata lain, bila suatu investasi menghasilkan bunga atau tingkat pengembalian (*Rate of Return*) yang lebih kecil dari MARR, maka investasi tersebut dinilai tidak ekonomis sehingga tidak layak untuk dikerjakan. Besarnya MARR akan dipengaruhi oleh banyak hal diantaranya adalah ketersediaan modal (uang), ketersediaan kesempatan investasi, kondisi bisnis, tingkat inflasi, ongkos modal (*cost of capital*), peraturan pajak, peraturan pemerintah, tingkat keberanian menanggung resiko, dan tingkat resiko/ketidakpastian. Nilai MARR harus ditetapkan lebih tinggi dari *Cost of Capital* (yang biasanya dilihat dari tingkat suku bunga bank). Cara yang termudah untuk menghitung *cost of capital* adalah dengan menentukan *cost of capital* masing-masing pembiayaan (baik yang berasal dari modal sendiri maupun yang berupa pinjaman), kemudian menjumlahkan masing-masing *cost of capital* tersebut dengan bobot tertentu (Pujawan, 2009).

Keuntungan dari penggunaan analisis kelayakan ekonomi dalam menentukan program pemerintah adalah terjaminnya penggunaan sumber ekonomi secara efisien. Program pemerintah yang dianalisis dengan cara ini akan memperhitungkan kondisi perekonomian secara menyeluruh sehingga dapat meningkatkan penggunaan faktor-faktor produksi dan dapat tercapai kesejahteraan masyarakat yang maksimum. Kelemahan dari analisis ini adalah membutuhkan perhitungan manfaat secara kuantitatif, sedangkan banyak proyek pemerintah yang sulit diukur secara kuantitatif (Sugiyono, 2001).

2.7 Studi Terdahulu

Studi mengenai valuasi ekonomi dari suatu ekosistem (seperti hutan kota dan taman kota) telah banyak dilakukan. Sebagian besar studi valuasi ekonomi ekosistem dilakukan untuk mengetahui nilai barang dan jasa ekosistem yang tidak memiliki nilai pasar (*non-market value*). Penggunaan *Cost Benefit Analysis* juga banyak dilakukan dengan membandingkan manfaat yang diperoleh dan biaya yang dikeluarkan dengan mempertimbangkan nilai waktu uang (*time value of money*) dan dapat ditunjukkan melalui *Net Present Value* (selisih nilai sekarang dari manfaat dan biaya) maupun

Benefit Cost Ratio (perbandingan antara manfaat dengan biaya). Tidak hanya untuk ekosistem, penggunaan CBA juga banyak digunakan untuk mengevaluasi beberapa proyek hijau dengan konsep berkelanjutan, seperti *greenroof* dan *wastewater treatment*. Beberapa penelitian mengenai valuasi ekonomi disajikan dalam Tabel 2.3.



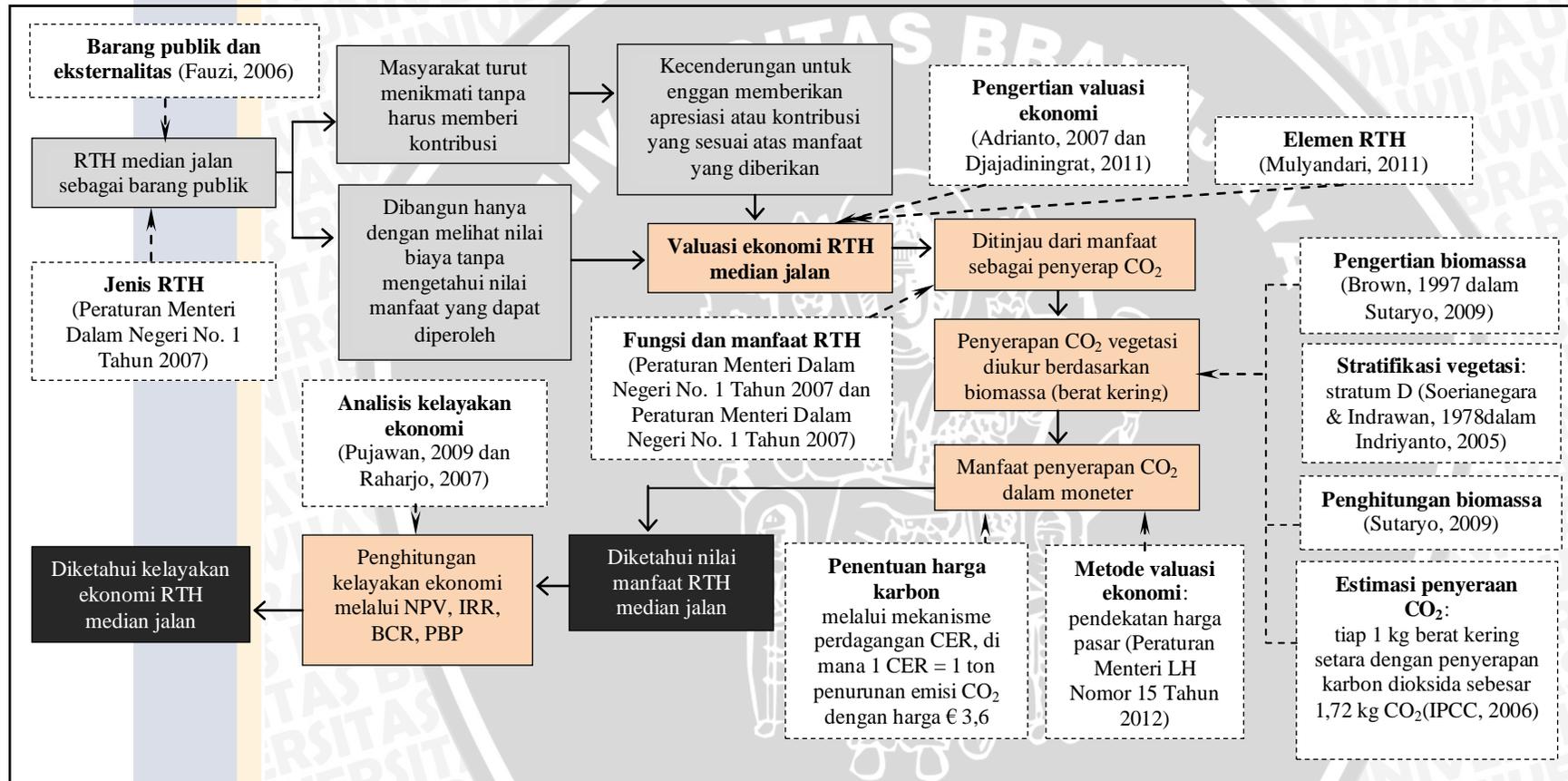
Tabel 2.3 Studi Terdahulu

No.	Judul Penelitian	Sumber	Tujuan	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	Optimasi Hutan Kota Sebagai Penghasil Oksigen	Sesanti, Kurniawan, & Anggraeni(2009)	Mengetahui kemampuan produksi oksigen hutan kota di Kota Malang dan menyusun arahan pengembangan hutan kota.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Analisis Deskriptif: Analisis karakteristik hutan kota ▪ Analisis Evaluatif: Analisis produksi oksigen hutan kota dengan pendekatan biomassa ▪ Analisis Development: Analisis model pengembangan vegetasi tegakan hutan kota 	Kemampuan 5 hutan Kota Malang dalam menghasilkan oksigen adalah sebesar 26.851.032,22 gram/hari.
2	Valuasi <i>Benefit</i> dan Profit RTH Publik Eks SPBU Kota Surabaya	Nahdliya, Wardhani, & Anggraeni (2014)	Menghitung nilai manfaat RTH publik eks SPBU Kota Surabaya berdasarkan produksi oksigen vegetasi penyusunnya.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Analisis Deskriptif ▪ Analisis Evaluatif: <ul style="list-style-type: none"> ▫ Analisis Biomassa ▫ Analisis Produksi Oksigen ▫ Konversi Produksi Oksigen ke Rupiah ▫ Analisis Pembiayaan ▫ Analisis Profitabilitas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kemampuan produktivitas oksigen 13 RTH adalah zona iklim lembab: 15.143.255,37; gram/hari; zona iklim basah: 39.717,55 gram/hari. ▪ Harga oksigen yang digunakan mengacu pada Kooragang Wetland Rehabilitation Project Newcastle, New South Wales, 1998, di mana 1 liter O₂ seharga \$1 dan \$1 = Rp 10.725,-. Total produktivitas oksigen dalam Rupiah mencapai Rp 1.015.071.337,00 per hari
3.	<i>A benefit-cost analysis of establishing protected natural areas in New Brunswick, Canada</i>	Wilson, J., Lantz, V., and MacLean, D. (2009)	Menilai manfaat sosial bersih dari sistem PNA (<i>protected natural areas</i>) yang ada di New Brunswick, Kanada.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menggunakan BCA (<i>Benefit Cost Analysis</i>) ▪ Manfaat dari PNA diperkirakan menggunakan CVM (<i>Contingent Valuation Method</i>). ▪ Biaya peluang (<i>opportunity cost</i>) diperkirakan dari biaya pembentukan PNA yang diukur sebagai sewa ekonomi terdahulu dalam penebangan, pemerintah, dan produk kayu. 	Penambahan 143.000 ha PNA diperkirakan memberikan manfaat non-pasar \$44 sampai \$730 juta dalam 80 tahun, biaya diperkirakan berkisar dari \$37 sampai \$289 juta, dan NPV bernilai positif \$124 juta sampai \$553 juta.
4.	<i>What are we missing? Economic value of an urban forest in Ghana</i>	Dumenu, W. (2013)	Memperkirakan nilai ekonomi dari manfaat non-pasar dari hutan kota di Ghana.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menggunakan CVM dengan WTP (<i>Willingness to Pay</i>) untuk memperkirakan nilai ekonomi hutan kota berdasarkan ketersediaan masyarakat untuk membayar jasa ekosistem hutan kota (meliputi: <i>watershed protection, source of medicinal plants, reduce noise, filtration of air</i>, dan seterusnya). 	Rata-rata WTP sebesar US\$15.12 (minimum) and 31.15 (maksimum). Nilai ekonomi dari hutan kota di Ghana sebesar US\$694,765.50. Dalam periode 10 tahun diperoleh NPV sebesar US\$2,786,620.65.

No.	Judul Penelitian	Sumber	Tujuan	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
				<ul style="list-style-type: none"> Biaya diperkirakan dari biaya pengelolaan hutan kota. NPV diestimasi menggunakan BCA untuk membandingkan nilai non-pasar dengan biaya konservasi dan pemeliharaan hutan kota. 	
5.	<i>Benefits of a forested urban park: What is the value of Allan Gardens to the city of Toronto, Canada?</i>	Millward, A. dan Sabir, S. (2011)	Mengetahui nilai jasa yang diberikan oleh pohon-pohon di Taman Allan, taman umum bersejarah di pusat kota Toronto, Kanada.	<ul style="list-style-type: none"> Menggunakan <i>Street Tree Resource Analysis Tool for Urban Forest Managers (STRATUM)</i> version 3.4 untuk menentukan nilai moneter dari jasa yang diberikan pohon-pohon di Allan Garden, seperti (1) <i>energy conservation</i>; (2) <i>CO₂ offset and sequestration</i>; (3) <i>airquality improvement</i>; (4) <i>stormwater run off mitigation</i>; and, (5) <i>property value improvement</i>. Untuk memperkirakan nilai bersih pohon di AG, dilakukan dengan mengurangi manfaat dengan biaya pemeliharaan tahunan ($309 \times \\$ 25$ per tahun per pohon). 	AG menyediakan manfaat tahunan sebesar 26,326 USD (\$16,665 lingkungan; \$9661 estetika) dengan BCR 3,4 : 1.
6.	<i>The social value of carbon sequestered in Great Britain's woodlands</i>	Brainard, J., Bateman, I., dan Lovett, A. (2008)	Menilai manfaat sosial hutan (termasuk fungsi penyerapan karbon) seluruh Great Britain.	<ul style="list-style-type: none"> Penyerapan karbon diperkirakan dari pohon-pohon hidup, lantaisampah hutan, tanah, kayuproduk, panen, bahan bakar fosil yang digunakan dalam manufaktur, perpindahan karbon dari biofuel untuk jenis tanaman perwakilan: Sitkaspruce (<i>Picea sitchensis</i>) and Beech (<i>Fagus sylvatica</i>). Nilai sosial karbon yang terserap per ton dihitung dengan pengamatan biayakompensasi. 	<ul style="list-style-type: none"> Nilai sosial karbon sebesar US\$109.5, \$1, \$10 atau \$17.10 per ton. Diskon faktor yang digunakan adalah 1, 3, 3.5 atau 5%. Hasil NPV minimal yang disarankan (tingkat diskonto = 3% dan nilai sosial karbon = \$ 1) adalah \$82 juta untuk hutan eksisting pada tahun 2001, dengan kemungkinan bertambah \$72 juta jika dilakukan aforestasi di masa depan. Angka-angka ini meningkat drastis jika tingkat diskonto dari 1% dan nilai sosial penyerapan karbon = \$ 109,5 per ton.
7.	<i>Economic feasibility study for wastewater treatment: A cost-</i>	Senantea, M., Sancho, F., dan Garrido, R. (2010)	Mendapatkan indikator yang berguna dari operasi dan pemeliharaan IPAL	Metode Cost Benefit Analysis digunakan untuk mendapatkan indikator yang mewakili kelayakan ekonomi untuk setiap IPAL. Manfaat (<i>benefit</i>) lingkungan dalam satuan	<ul style="list-style-type: none"> Biaya operasional IPAL yang diteliti adalah sangat bervariasi, dengan biaya minimum sebesar 0,1158 € / m³ sedangkan maksimum adalah 0,7491 € / m³ (6,5 kali lebih tinggi).

No.	Judul Penelitian	Sumber	Tujuan	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
	<i>benefit analysis</i>		berdasarkan kelayakan ekonomi.	moneter diperkirakan melalui kuantifikasi manfaat lingkungan dari pembuatan IPAL dengan memberikan <i>shadow price</i> (harga bayangan). Harga bayangan ini mencerminkan nilai kerusakan lingkungan jika polutan dibuang secara tidak terkendali. Biaya ekonomi pengolahan air limbah terbagi atas 5 kategori, yaitu energi, staf, reagen, pengelolaan sampah, dan pemeliharaan.	<p>Rata-rata biaya adalah 0,2200 € / m³.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ IPAL menghasilkan manfaat lingkungan sangat bervariasi dengan nilai minimum adalah 0,0099 € / m³ sedangkan nilai maksimum adalah 1,0039 € / m³. Nilai manfaat rata-rata, tergantung pada volume air limbah diperlakukan, adalah 0,3609 € / m³. ▪ Laba bersih (<i>net profit</i>) dihitung di bawah tiga skenario: (i) tidak ada penjualan air yang diolah (NPV=0,1413€/m³), (ii) penjualan 50% dari air yang diolah (NPV=0,3138 €/m³) dan (iii) penjualan 100% dari air yang diolah (NPV=0,4683 €/m³).

2.9 Kerangka Teori



Gambar 2.2 Kerangka Teori

