

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Cadangan Karbon

Karbon merupakan zat yang telah ada semenjak proses terbentuknya bumi dan merupakan komponen penting penyusun biomassa tanaman. Hasil rangkuman berbagai studi terhadap berbagai jenis pohon diperkirakan kadar karbon sekitar 45–46% bahan kering dari tanaman (Brown, 1997). Menurut Kumar dan Nair (2011), tempat penyimpanan utama karbon adalah dalam biomassa pohon (termasuk bagian atas yang meliputi batang, cabang, ranting, daun, bunga dan buah, bagian bawah yang meliputi akar), bahan organik mati (nekromassa), serasah, tanah, dan yang tersimpan dalam bentuk produk kayu.

Karbon terdapat pada semua benda mati dan makhluk hidup. Karbon terdapat di udara dalam bentuk gas karbondioksida. Pada tumbuhan, karbon terdapat pada batang, daun, akar, buah, juga pada daun-daun kering yang telah berguguran. Sebagian karbon pada tumbuhan membentuk suatu zat yang disebut hidrat arang atau karbohidrat. Hidrat arang merupakan zat yang sangat dibutuhkan oleh manusia maupun hewan sebagai sumber tenaga dan pertumbuhan. Karbon dari tumbuhan berpindah ke tubuh manusia dan hewan ketika mereka memakannya. Maka karbon pun menyebar ke seluruh bagian tubuh menjadi bagian-bagian dari tulang, kuku, daging dan kulit. Karbon juga tersimpan dalam perut bumi sebagai batu kapur, grafit, intan, minyak bumi, gas alam, batu bara dan tanah gambut (Tugas Suprianto,dkk., 2012)

Karbon yang berasal dari makhluk hidup seperti batubara dan minyak bumi disebut karbon organik. Adapun yang bukan berasal dari makhluk hidup seperti batu kapur disebut karbon anorganik (Tugas Suprianto,dkk., 2012)

Batubara dan minyak bumi merupakan cadangan karbon atau sumber karbon yang ada di bumi. Batubara terbentuk dari tumbuhan mati yang telah tertimbun tanah selama jutaan tahun. Sedangkan minyak bumi terbentuk dari hewan-hewan yang mati jutaan tahun lalu, sebagian jasadnya berubah menjadi karbon yang tersimpan dalam minyak bumi (Tugas Suprianto,dkk., 2012)

Cadangan karbon adalah kandungan karbon tersimpan baik itu pada permukaan tanah sebagai biomasa tanaman, sisa tanaman yang sudah mati (nekromasa), maupun dalam tanah sebagai bahan organik tanah. Perubahan wujud karbon ini kemudian

menjadi dasar untuk menghitung emisi, dimana sebagian besar unsur karbon (C) yang terurai ke udara biasanya terikat dengan O₂ (oksigen) dan menjadi CO₂ (karbon dioksida). Itulah sebabnya ketika satu hektar hutan menghilang (pohon-pohonnya mati), maka biomasa pohon-pohon tersebut cepat atau lambat akan terurai dan unsur karbonnya terikat ke udara menjadi emisi. Dan ketika satu lahan kosong ditanami tumbuhan, maka akan terjadi proses pengikatan unsur C dari udara kembali menjadi biomasa tanaman secara bertahap ketika tanaman tersebut tumbuh besar (sekuestrasi). Ukuran volume tanaman penyusun lahan tersebut kemudian menjadi ukuran jumlah karbon yang tersimpan sebagai biomasa (cadangan karbon). Sehingga efek rumah kaca karena pengaruh unsur CO₂ dapat dikurangi, karena kandungan CO₂ di udara otomatis menjadi berkurang. Namun sebaliknya, efek rumah kaca akan bertambah jika tanaman-tanaman tersebut mati (Kauffman and Donato, 2012).

Berbagai aktivitas di bumi menyebabkan terlepasnya karbon ke udara. Karbon yang semula berbentuk padat pada saat terlepas berubah menjadi gas, contohnya karbondioksida. Karbondioksida dihasilkan seluruh makhluk hidup. Manusia dan hewan di darat dan di laut, termasuk hewan-hewan kecil yang disebut mikroorganisme, serta berbagai tumbuhan dan jamur menghasilkan karbondioksida (Tugas Suprianto, dkk., 2012).

Meningkatnya kandungan karbon dioksida (CO₂) di udara akan menyebabkan kenaikan suhu bumi yang terjadi karena efek rumah kaca. Panas yang dilepaskan dari bumi diserap oleh karbon dioksida di udara dan dipancarkan kembali ke permukaan bumi, sehingga proses tersebut akan memanaskan bumi. Keberadaan ekosistem hutan memiliki peranan penting dalam mengurangi gas karbondioksida yang ada di udara melalui pemanfaatan gas karbon dioksida dalam proses fotosintesis oleh komunitas tumbuhan hutan (Indriyanto, 2006)

Biomassa

Biomassa adalah jumlah materi hidup di atas permukaan pada suatu pohon dan dinyatakan dengan satuan ton berat kering per satuan luas (Brown 1997). Menurut Badan Standarisasi Nasional tentang Pengukuran dan Perhitungan Cadangan Karbon (2012), biomassa vegetasi adalah total berat kering tanur vegetasi, yang dikelompokkan menjadi biomassa atas permukaan dan biomassa bawah permukaan. IPCC Guidelines

(2006) menjelaskan yang dimaksud dengan biomassa atas permukaan adalah semua biomasa dari vegetasi hidup di atas tanah, termasuk batang, tunggul, cabang, kulit, daun serta buah, baik dalam bentuk pohon, semak maupun tumbuhan herba. Biomassa bawah permukaan tanah adalah semua biomassa dari akar yang masih hidup.

Biomassa memiliki kaitan dengan cadangan karbon yaitu dengan mengukur jumlah cadangan karbon pada suatu lahan dapat menggambarkan jumlah CO₂ di atmosfer yang terserap oleh pohon (Rahayu *et al.*, 2007).

Sutaryo (2009) menyatakan ada 4 cara untuk menghitung biomasa, yaitu sampling dengan pemanenan (*destructive sampling*) secara *in situ*, sampling tanpa pemanenan (*non-destructive sampling*) dengan data pendataan hutan secara *in situ*, pendugaan melalui penginderaan jauh, dan pembuatan model.

- a. Sampling dengan pemanenan (*destructive sampling*) dilakukan dengan memanen seluruh bagian tumbuhan termasuk akarnya, mengeringkannya dan menimbang berat biomasanya. Pengukuran dengan metode ini untuk mengukur biomassa hutan dapat dilakukan dengan mengulang beberapa area cuplikan atau melakukan ekstrapolasi untuk area yang lebih luas dengan menggunakan persamaan alometrik. Metode ini terhitung akurat untuk menghitung biomassa pada cakupan area kecil, metode terhitung mahal dan sangat memakan waktu.
- b. Sampling tanpa pemanenan (*non-destructive sampling*) merupakan cara sampling dengan melakukan pengukuran tanpa melakukan pemanenan. Metode ini dilakukan dengan cara mengukur tinggi atau diameter pohon dan menggunakan persamaan alometrik untuk mengekstrapolasi biomassa.
- c. Pendugaan melalui penginderaan jauh menggunakan teknologi penginderaan jauh yang umumnya tidak dianjurkan terutama untuk proyek-proyek skala kecil. Kendala umumnya adalah karena teknologi ini relatif mahal dan secara teknis membutuhkan keahlian tertentu yang mungkin tidak dimiliki oleh pelaksana proyek. Metode ini juga kurang efektif pada daerah aliran sungai, pedesaan atau wanatani (*agroforestry*) yang berupa mosaik dari berbagai penggunaan lahan dengan persil berukuran kecil (beberapa Ha saja). Usaha untuk mendapatkan estimasi biomassa dengan tingkat keakuratan yang baik memerlukan hasil penginderaan jauh dengan resolusi yang tinggi, tetapi hal ini akan menjadi metode alternatif dengan biaya yang besar.

- d. Pembuatan model yang digunakan untuk menghitung estimasi biomassa dengan frekuensi dan intensitas pengamatan in situ atau penginderaan jauh yang terbatas. Umumnya model empiris ini didasarkan pada jaringan dari sampelplot yang diukur berulang, yang mempunyai estimasi biomassa yang sudah menyatu atau melalui persamaan alometrik yang mengkonversi volume menjadi biomassa.

Pengukuran biomassa pohon dilakukan dengan metode non-destructive sampling yaitu perhitungan biomassa dengan melakukan pengukuran diameter tanpa penebangan. Badan Standarisasi Nasional (2011) menyatakan bahwa pohon dikelompokkan berdasarkan tingkat pertumbuhannya yaitu pancang ($2\text{cm} \leq \text{DBH} < 10\text{cm}$), tiang ($10\text{cm} \leq \text{DBH} < 20\text{cm}$) dan pohon ($\text{DBH} \geq 20\text{cm}$) dapat menggunakan metode non-destructive sampling (Hairiah *et al.* 2011). Manuri *et al.* (2011) menjelaskan bahwa dalam SNI Pengukuran Cadangan Karbon, parameter yang diukur atau dicatat untuk biomassa pohon adalah nama jenis dan diameter setinggi dada (diameter at breast height) dengan titik pengukuran yang telah ditetapkan. Tahapan pengukuran biomassa pohon dimulai dari identifikasi nama jenis pohon, pengukuran DBH, catat data DBH dan nama jenis pohon ke dalam tally sheet, kemudian hitung biomassa pohon (Badan Standarisasi Nasional 2011).

Data diameter pohon hasil pengukuran digunakan untuk mengestimasi biomassa menggunakan persamaan alometrik. Persamaan alometrik dibedakan menurut zona iklim, karena jenis pohon yang tumbuh berbeda dan kecepatan tumbuhnya pun berbeda pula. Zona iklim dibedakan menurut rata-rata curah hujan tahunan, yaitu zona kering dengan rata-rata curah hujan $< 1500\text{ mm/tahun}$, lembap dengan rata-rata curah hujan $1500-4000\text{ mm/tahun}$, dan basah dengan rata-rata curah hujan $> 4000\text{ mm/tahun}$ (Hairiah *et al.* 2011). Hairiah *et al.* (2011) merekomendasikan untuk menaksir biomassa pohon di hutan daerah tropis, dapat menggunakan persamaan yang dikembangkan oleh Chave *et al.* (2005). Pengembangan persamaan tersebut menggunakan data hasil pengukuran berbagai jenis pohon di hutan alami dari beberapa negara yang kondisi iklimnya berbeda antara lain Indonesia, Kamboja, India, Malaysia, Brazil, Venezuela, Mexico, Costa Rica, Puerto Rico, Australia, New Guinea dan sebagainya. Chave *et al.* (2005) mengembangkan persamaan alometrik umum untuk hutan tropis berdasarkan

dataset 2410 pohon yang sangat besar yang dapat digunakan untuk memperkirakan stok karbon hutan secara akurat di berbagai tipe hutan (Gibbs *et al.* 2007).

Menurut Manuri *et al.* (2011), data yang dikumpulkan untuk pengukuran biomassa pohon adalah :

No Pohon	: Nomor urut pengukuran pohon
Nama Pohon	: Nama lokal pohon (sesuaikan dengan daftar nama lokal)
Diameter	: Diameter pohon setinggi dada (DBH) dalam centimeter (cm)
Keterangan	: Diisi semua informasi terkait dengan kondisi pohon, misal; mati, berbanir 2 meter atau memiliki akar nafas setinggi 70 cm

Pengambilan data untuk pengukuran biomassa pohon dilakukan melalui beberapa tahapan. Menurut Badan Standarisasi Nasional (2011), tahapan-tahapan tersebut yaitu:

1. Identifikasi nama jenis pohon
2. Pengukuran diameter setinggi dada (diameter at breast height/DBH)
3. Pencatatan data DBH dan nama jenis ke dalam tally sheet
4. Penghitungan biomassa pohon.

Ruang Terbuka Hijau

RTH menurut UU Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang adalah area memanjang atau jalur dan atau mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka sebagai tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh secara alamiah ataupun ditanam. Menurut Fandeli (2004) Ruang Terbuka Hijau (RTH) kota merupakan bagian dari penataan ruang perkotaan yang berfungsi sebagai kawasan lindung. Kawasan hijau kota terdiri atas pertamanan kota, kawasan hijau hutan kota, kawasan hijau rekreasi kota, kawasan hijau kegiatan olahraga, kawasan hijau perkarangan. Menurut Hakim dan Utomo (2013) Ruang terbuka adalah ruang yang bisa diakses oleh masyarakat baik secara langsung dalam kurun waktu terbatas maupun secara tidak langsung dalam kurun waktu tidak tertentu. Ruang terbuka itu sendiri bisa berbentuk ruang terbuka hijau, hutan, trotoar, jalan dan sebagainya. Pembangunan fisik yang ada di perkotaan setiap tahunnya mengalami peningkatan sehingga mengakibatkan semakin berkurangnya RTH di perkotaan dan bahkan mengalami kecenderungan gejala

pembangunan (Irwan, 2005). Menurut peraturan menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 tahun 2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan pengertian ruang terbuka hijau (RTH) adalah area memanjang jaluar atau mengelompok, yang penggunaanya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh tanaman secara alamiah maupun secara sengaja ditanam. Adapun dua fungsi dari ruang terbuka hijau yakni fungsi intrinsik terdiri atas fungsi ekologis dan ekstrinsik meliputi fungsi sosial dan budaya, ekonomi serta estetika.

Menurut Direktorat Jendral Penataan Ruang (2009) Ruang terbuka hijau terbagi dalam beberapa jenis dan pengertiannya, antara lain sebagai berikut :
penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh secara alami maupun yang sengaja di tanam

- a. Ruang terbuka Hijau Kawasan Perkotaan adalah Bagian dari ruang terbuka suatu kawasan perkotaan yang diisi oleh tumbuhan dan tanaman untuk mendukung manfaat ekologi, social, budaya, ekonomi, dan estetika.
- b. Ruang terbuka hijau kawasan perkotaan privat adalah ruang terbuka hijau kawasan perkotaan yang penyediannya dan pemeliharannya menjadi tanggung jawab pihak atau lembaga swasta, perseorangan, dan masyarakat yang dikendalikan melalui izin pemanfaatan ruang oleh pemerintah kabupaten/kota, kecuali provinsi DKI Jakarta oleh pemerintah provinsi.
- c. Ruang terbuka hijau kawasan perkotaan publik adalah ruang terbuka hijau kawasan perkotaan yang penyediaan dan pemeliharannya menjadi tanggung jawab pemerintah kabupaten kota.
- d. Ruang terbuka hijau Privat adalah ruang terbuka hijau milik institusi tertentu atau perseorangan yang pemanfaatannya untuk kalangan terbatas, antara lain berupa kebun atau halaman rumah/gedung milik masyarakat/swasta yang ditanami tumbuhan.
- e. Ruang terbuka hijau publik adalah ruang terbuka hijau yang dimiliki dan di kelola oleh pemerintah daerah kota/kabupaten yang digunakan untuk kepentingan masyarakat secara umum.

Penyediaan hutan atau taman kota sebagai ruang terbuka hijau (RTH) menurut persepsi masyarakat dilihat berdasarkan karakteristik pengguna hutan kota atau taman kota, pilihan masyarakat terkait penyediaan hutan kota dan taman kota, pilihan

masyarakat terkait peningkatan kualitas RTH berupa fasilitas umum yang baik wifi street art dan mural. dan pilihan masyarakat terkait penyediaan RTH berdasarkan karakteristik pemgguna, adapun yang menjadi faktor dalam mempengaruhi presepsi pilihan tersebut adalah kenyamanan yang menjadi pilihan utama masyarakat dipilih oleh karakteristik yaitu pengguna, pekerjaan dan tingkat penghasilan (Imansari dan Khadiyanta, 2015). Menurut Rahmy, dkk (2012) beberapa faktor penting dalam pertimbangan kebutuhan ruang terbuka hijau di perkotaan adalah: (a) faktor ekologi kota berupa peningkatan proporsi RTH kota sebagai penyeimbang proporsi area terbangun, sebagai area resapan air hujan, Rth sebagai penjaga kesetabilan tanah, RTH yang terintegrasi dengan sistem drainase dan pengolahan limbah rumah tangga (b) faktor ruang kota-fisik berupa terbentuknya tipologi Rth kota dalam hierarki berdasarkan skalalingkungan pelayanan, ukuran luas dan aktivitas yang di wadah serta Rth kota yang terintegrasi dengan jaringan sirkulasi kawasan (c) faktor ruang kota-non fisik berupa tersedianya RTH pada skala lingkungan minimal dalam setiap radius touh pejalan kaki dan tersedianya RTH sebagai ruang interaksi yang sesuai dengan pola berhuni warga.

Ruang Terbuka Hijau (RTH) Privat atau Non Publik, yaitu RTH yang berlokasi pada lahan-lahan milik privat. Secara khusus, baik RTH publik maupun RTH privat, memiliki fungsi utama (intrinsik) yaitu fungsi ekologis dan fungsi tambahan (ekstrinsik) yaitu fungsi arsitektural, sosial dan fungsi ekonomi. Dalam suatu wilayah perkotaan, empat fungsi utama ini dapat dikombinasikan sesuai dengan kebutuhan, kepentingan, dan keberlanjutan kota. Ruang terbuka hijau privat, adalah RTH milik institusi tertentu atau orang perseorangan yang pemanfaatannya untuk kalangan terbatas, antara lain berupa kebun atau halaman rumah/gedung milik masyarakat/swasta yang ditanami tumbuhan (Badan Perpustakaan dan Arsip Daerah Provinsi DKI Jakarta, 2015).

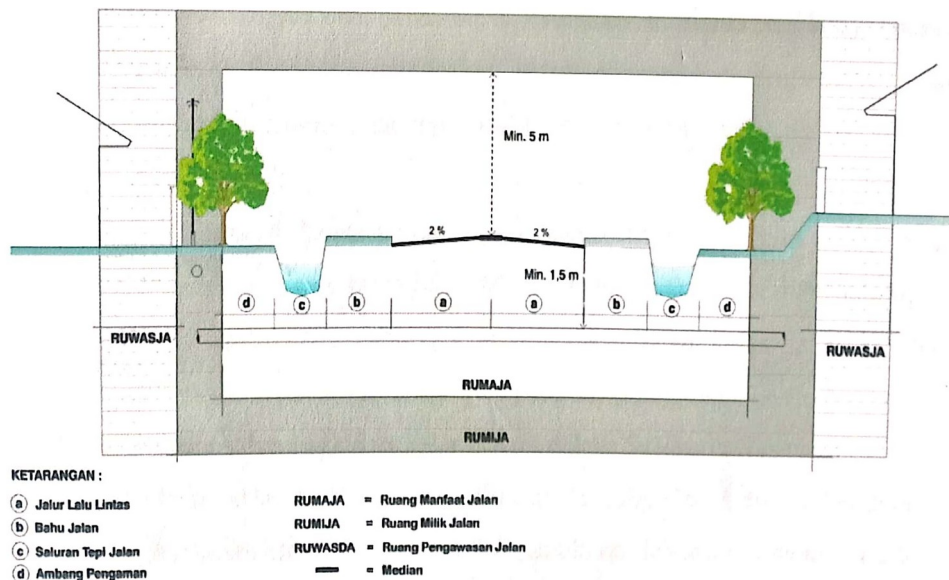
Jalur Hijau

Jalur hijau adalah pemisah fisik daerah perkotaan dan pedesaan yang berupa zona bebas bangunan atau ruang terbuka hijau yang berada di sekeliling luar kawasan perkotaan atau daerah pusat aktifitas/kegiatan yang menimbulkan polusi (Anggraeni, 2005). Jalur hijau merupakan jalur penempatan tanaman serta elemen lansekap lainnya yang terletak di dalam ruang milik jalan (RUMIJA) maupun di dalam ruang pengawas

jalan (RUWASJA). Sering disebut jalur hijau karena dominasi elemen lansekapnya adalah tanaman yang pada umumnya berwarna hijau.

Ruang terbuka hijau jalan meliputi pulau jalan, median jalan, dan jalur pejalan kaki. Taman pulau jalan adalah RTH yang terbentuk oleh geometris jalan seperti pada persimpangan tiga atau bundaran jalan. Median jalan berupa jalur pemisah yang membagi jalan menjadi dua jalur atau lebih. Sedangkan ruang pejalan kaki adalah ruang yang disediakan bagi pejalan kaki pada kiri-kanan jalan atau di dalam taman. Pada jalur hijau jalan, RTH dapat disediakan dengan penempatan tanaman antara 20-30% dari ruang milik jalan (RUMIJA) sesuai dengan kelas jalan. Berikut adalah ilustrasi bagian-bagian pada jalan :

Gambar 1. Bagian-bagian jalan






Ketersediaan RTH Jalur Hijau Jalan di Kota Pontianak

Jalur hijau pejalan kaki di Kota Pontianak terdapat pada setiap ruang-ruang jalan, terutama pada jalan-jalan arteri primer, jalan kolektor primer serta jalan arteri sekunder. Adapun jalan-jalan di Kota Pontianak yang memiliki jalur hijau jalan yaitu : Jalan A. Yani, Veteran, Pahlawan, Sultan Hamid II, Tanjung Pura, Rahadi Usman, Pak Kasih, Gusti Situt Mahmud, Khatulistiwa, Imam Bonjol, Adi Sucipto, MT Haryono, Mujahidin, Daya Nasional, HRA. Rachman, Husein Hamzah, Gajahmada, Pattimura, Hasanuddin, Teuku Umar, KH. Wahid Hasyim, Sutan Syahrir, Gusti Lelanang, dan lain

sebagainya. Berikut beberapa ilustrasi jalur hijau jalan di Kota Pontianak yang tersebar di tiap lokasi penelitian:

Tabel 1. Ilustrasi jalur hijau jalan di lokasi penelitian

No	Ilustrasi Jalur hijau	Lokasi	Keterangan
1		Jl. MT Haryono	Median Jalan dan bahu jalan. Jarak : 777,90 meter.
2		Jl. Mujahidin	Bahu Jalan. Jarak : 351,38 meter
3		Jl. Daya Nasional	Median Jalan, Pulau Jalan, Bahu jalan. Jarak : 990,96 meter.