

KAJIAN LUAS HUTAN KOTA BERDASARKAN KEBUTUHAN OKSIGEN, KARBON TERSIMPAN, DAN KEBUTUHAN AIR DI KOTA YOGYAKARTA

M. Chusnan Aprianto, Sudibyakto

chusnan@gmail.ugm.ac.id

Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, Indonesia

Chafid Fandeli

Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

INTISARI

Kota Yogyakarta adalah kota yang berkembang. Perkembangan kota ini sejalan dengan jumlah penduduk. Semakin bertambah jumlah penduduk maka akan semakin meningkat kebutuhan mereka. Untuk memenuhi kebutuhan penduduk, maka dibuat fasilitas seperti kendaraan bermotor, jalan dan gedung. Fasilitas ini akhirnya menggeser ruang terbuka hijau perkotaan. Akibatnya meningkatkan konsumsi oksigen, produksi karbon dan berkurangnya area serapan air hujan. Salah satu cara untuk mengatasi masalah ini adalah dengan menjaga dan meningkatkan ruang terbuka hijau yang berupa hutan kota. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsumsi dan produksi kebutuhan oksigen, karbon, dan kebutuhan air serta memberikan rekomendasi luas hutan kota yang harus ditambahkan untuk memenuhi kebutuhan oksigen, karbon tersimpan, dan kebutuhan air. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan distribusi hutan kota dan jenis pohon yang harus ditambahkan pada tingkat kecamatan, menentukan kesesuaian luas hutan kota berdasarkan Undang- Undang Nomor 26 Tahun 2007 dengan kebutuhan oksigen, karbon tersimpan dan kebutuhan air dan memperkirakan kebutuhan luas hutan kota pada tahun 2010. Kota Yogyakarta dipilih sebagai lokasi penelitian. Sampel diambil secara purposif. Variabel yang diukur langsung pada penelitian adalah produksi oksigen pada daun dan biomassa pohon. Variabel yang tidak diukur langsung adalah konsumsi oksigen, produksi karbon, kebutuhan air penduduk dan serapan air hutan kota. Analisa data pada perhitungan luas hutan kota berdasarkan kebutuhan oksigen dan karbon tersimpan menggunakan Metode Gerarkis. Sedangkan untuk kebutuhan air menggunakan persamaan analitik. Kota Yogyakarta mengalami kekurangan pasokan oksigen, area serapan karbon dan air dari hutan kota. Hutan kota perlu ditingkatkan menjadi 22% dari luas wilayah untuk memenuhi ketiga kebutuhan ini. Terdapat 7 kecamatan yang perlu ditambahkan luas hutan kotanya yaitu Danurejan, Gedongtengen, Gondomanan, Jetis, Kraton, Ngampilan, dan Pakualaman dengan jenis pohon yang ditanam adalah akasia, beringin, dan bungur.

Kata kunci: Hutan kota, Kebutuhan oksigen, Karbon tersimpan, Kebutuhan Air, kota Yogyakarta

ABSTRACT

Yogyakarta is a growing city. Urban development is in line with the population. The increasing number of people will increase their needs. To meet the needs of the population, then made facilities such as vehicles, roads and buildings. This facility is finally shifting the urban green open space. As a result, increases oxygen consumption, carbon production and reduced water absorption area of rain. One way to overcome this problem is to maintain and increase green open space in the form of urban forest. This study aimed to determine the consumption and production needs oxygen, carbon, and water requirements and provide recommendations urban forest area which must be added to meet the needs of oxygen, carbon stored, and water needs. In addition, this study aims to determine the distribution of urban forest and tree species should be added to the district level, determine the suitability of forest area of the city is based on Law Number 26 Year 2007 needs oxygen, carbon stored and the need for water and estimating the needs of the city in the forest area Yogyakarta 2010. Kota year chosen as the study site. Samples taken purposif. Variabel measured directly in the research is the production of oxygen at the leaves and tree biomass. The variables are not measured directly is oxygen consumption, carbon production, the water needs of the population and water uptake urban forest. Analysis of data on the urban forest area calculation based on the need of oxygen and carbon stored using methods Gerarkis. As for the water needs using equation analitik. Kota Yogyakarta deficient supply of oxygen, carbon and water absorption area of the urban forest. Urban forest needs to be increased to 22% of the area for the third meet this need. There are seven districts that need to be added to its forest area is Danurejan, Gedongtengen, Gondomanan, Jetis, Kraton, Ngampilan, and Pakualaman with the type of trees planted are acacia, banyan, and bungur.

Keywords: Forest City, need for oxygen, carbon stored, Water Supplies, Yogyakarta

PENDAHULUAN

Pada umumnya setiap kota akan berkembang untuk dapat memberikan fasilitas dan utilitas bagi penduduk kota. Perkembangan kota ini terjadi sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk kota. Saat ini, Kota Yogyakarta dapat dikatakan sebagai kota yang padat penduduknya. Badan Pusat Statistik Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta menunjukkan bahwa jumlah penduduk kota pada tahun 1972 sebesar 346.894 dan meningkat menjadi 522.847 pada tahun 2006. Daerah perkotaan dengan jumlah penduduk yang padat menyebabkan berkurangnya lahan untuk vegetasi.

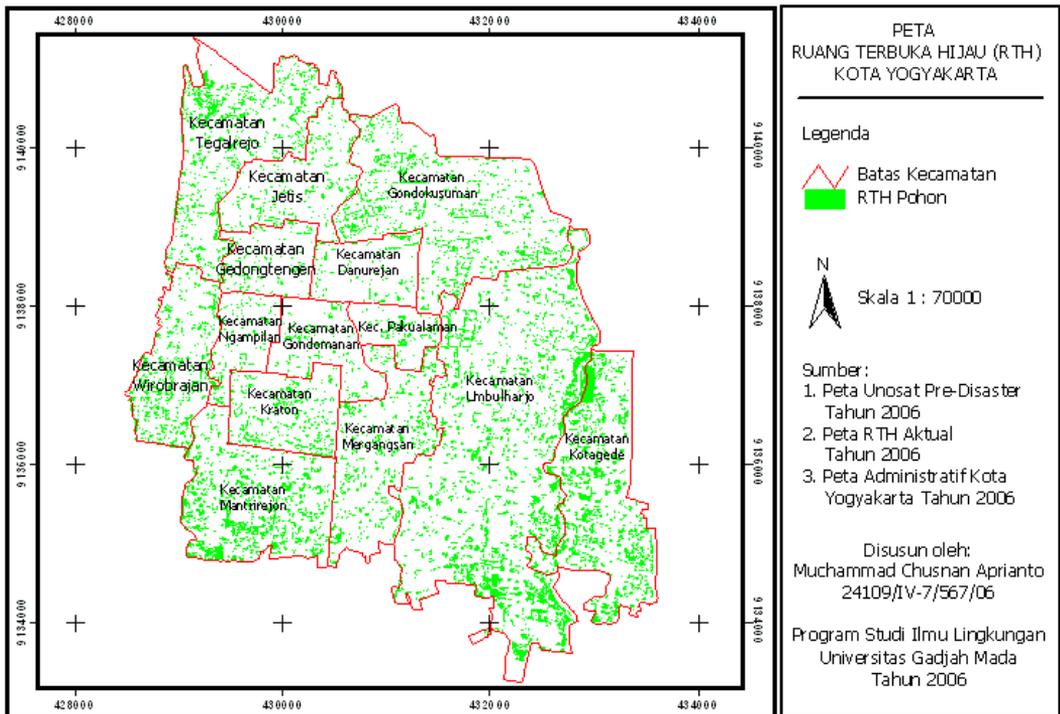
Penggunaan lahan Kota Yogyakarta pada tahun 2005, dominasi penggunaan lahan adalah lahan bukan sawah yaitu seluas 3.250 Ha (96,25%) (Pemerintah Kota Yogyakarta, 2005). Ruang terbuka hijau yang sempit menyebabkan terjadinya efek pulau bahang atau *urban heat island*. Seiring dengan bertambahnya penduduk akan menambah jumlah kendaraan bermotor yang masuk ke Yogyakarta. Tahun 2001 sampai dengan 2005, perkembangan kendaraan bermotor di DIY rerata 11,9 % per tahun. (Kompas, 2006). Kendaraan bermotor merupakan sumber pencemaran udara yang menyebabkan penurunan kualitas kesehatan penduduk kota.

Salah satu ruang bervegetasi adalah hutan kota. Hutan kota bermanfaat untuk mensuplai kebutuhan oksigen, menyerap molekul karbon di udara, dan sebagai medium serapan air. Luas hutan kota yang dibangun tidak terlepas dari peraturan dan perundang-undangan. Peraturan terbaru yaitu Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 menyatakan bahwa luas ruang terbuka hijau kawasan perkotaan minimal 30% dari luas kawasan perkotaan. Penetapan luas ini belum tentu sesuai dengan kondisi masing-masing kawasan perkotaan, sehingga perlu dilakukan kajian luas hutan kota.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsumsi dan produksi kebutuhan oksigen, karbon, dan kebutuhan air. Selain itu, bertujuan untuk memberikan rekomendasi luas hutan kota yang harus ditambahkan untuk meningkatkan kualitas lingkungan, menentukan distribusi hutan kota dan jenis pohon yang harus ditambahkan pada tingkat kecamatan, menentukan kesesuaian luas hutan kota berdasarkan Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 dengan kebutuhan oksigen, karbon tersimpan dan kebutuhan air, dan memperkirakan kebutuhan luas hutan kota pada tahun 2010.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian adalah Kota Yogyakarta. Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif. Variabel yang akan diukur langsung pada penelitian ini adalah volume oksigen, berat jenis pohon dan diameter batang setinggi dada (sekitar 1,3 m dari permukaan tanah). Variabel yang diambil dari data sekunder adalah data jumlah dan pertumbuhan penduduk, kapasitas suplai perusahaan air minum, data curah hujan tahunan, jumlah kendaraan bermotor, dan jumlah hewan ternak.



Gambar 1. Peta RTH Kota Yogyakarta Sebagai Wilayah Penelitian.

Sampel diambil secara purposif dengan karakteristik yang diambil adalah hutan kota yang berupa jalur dan kawasan. Berdasarkan kriteria tersebut, maka lokasi sampel yang diambil adalah Kebun Binatang Gembira Loka, komunitas pohon perindang jalan di Jl. Jenderal Sudirman, Jl. Gayam, dan Jl. Timoho. Untuk pengukuran volume oksigen, dipilih 9 spesies pohon terbanyak berdasarkan data dari Badan Lingkungan Hidup dan yang terdapat di *Green House* Fakultas Kehutanan yaitu Kenari, Bungur, Fisilium, Asam Jawa, Angsana, Akasia, Tanjung, Flamboyan dan Gayam.

Setiap kriteria menggunakan analisa yang berbeda. Pada konsumsi oksigen, variabel yang diperhitungkan adalah konsumsi oksigen oleh penduduk, kendaraan bermotor, dan hewan ternak. Sedangkan pengukuran produksi oksigen menggunakan metode volumetrik. Produksi volume oksigen total adalah volume oksigen sampel dikalikan dengan luas keseluruhan daun di kota LA . LA dihitung menggunakan LAI (*Leaf Area Index*). LAI adalah *leaf area index* yaitu perbandingan antara luas permukaan daun dengan luas area pohon. Nilai LAI dapat dihitung dari persamaan kuadrat yaitu $9991 NDVI^{1,7742}$ (Kantirach dan Ditsariyakul, 2006). $NDVI$ adalah *normalized*

differential vegetation index yang berasal dari interpretasi citra landsat. Band yang digunakan adalah band 4 sebagai infra merah dekat dan band 3 sebagai sinar tampak (Wang *et.al.*, 2004).

Produksi karbon dihitung menggunakan hukum penggabungan volume oleh Gay Lussac (Petrucci, 1987). Massa karbon dihitung menggunakan perbandingan mol pada senyawa CO₂ dan CO yaitu 1 mol CO ~ 1 mol C ~ 1 mol O dan 1 mol CO₂ ~ 1 mol C ~ 2 mol O. Sedangkan pada perhitungan biomassa pohon dilakukan menggunakan persamaan allometrik. Perhitungan ini dilakukan pada setiap pohon yang ada di dalam plot. Pada pohon bercabang, perhitungan biomassa melalui persamaan (Ketterings *et.*

$$BK = 0,11 \rho D^{2,62}$$

al., 2001):

BK adalah berat kering. *D* adalah diameter pohon setinggi dada (*dbh*). ρ adalah masa jenis kayu. Selanjutnya biomassa seluruh pohon yang ada dalam plot direratakan, sehingga diperoleh total biomassa pohon per satuan luasan lahan *Wt* dalam satuan ton/ha.

Luas hutan kota ideal untuk kebutuhan oksigen dihitung menggunakan Metode Gerarkis. Sedangkan untuk perhitungan estimasi luas berdasarkan kebutuhan karbon dikembangkan dari Metode Gerarkis yaitu:

$$L_s = \frac{A_t + B_t + C_t}{(e)(0,46)} \text{ m}^2$$

A_t adalah produksi karbon oleh kendaraan bermotor. *B_t* adalah produksi karbon oleh proses respirasi penduduk. *C_t* adalah produksi karbon oleh proses respirasi hewan ternak. *e* adalah berat kering rata-rata yang dihasilkan pada hutan kota per m². *e* diperoleh dari perhitungan berat kering sampel. Konstanta 0,46 adalah persentase konsentrasi karbon yaitu 46% dari setiap kilogram berat kering (Hairiah *et.al.*, 2006).

Luas hutan kota berdasarkan kebutuhan air dihitung menggunakan persamaan yang dikemukakan oleh Fakuara (Dahlan, 1992):

$$L_{\infty} = \frac{P K(1+r-c)^t - PAM - P}{z}$$

L_a adalah luas hutan yang harus dibangun (ha) dan P_0 adalah Jumlah penduduk. K adalah konsumsi air per kapita (liter/hari) dan r adalah laju peningkatan pemakaian air. c adalah faktor pengendali, PAM adalah kapasitas suplai air minum (m^3 /tahun), dan t adalah tahun. P_a adalah potensi air tanah dan z adalah kemampuan hutan kota dalam menyimpan air (m^3 /ha/tahun).

Hasil dari analisa data di atas kemudian dibandingkan dengan peraturan dan perundang-undangan. Peraturan terbaru yang berkaitan tentang hutan kota adalah Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang. Hasilnya kemudian menjadi rekomendasi tentang besar luas hutan kota yang harus dibangun di Kota Yogyakarta.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsep hutan kota yaitu ruang terbuka hijau yang dapat mempengaruhi kondisi iklim mikro di sekitarnya digunakan dalam menentukan kriteria hutan kota. Vegetasi yang sesuai dengan konsep ini adalah pepohonan. Perhitungan luas Ruang Terbuka Hijau Pohon Kota Yogyakarta menggunakan Peta *Pre-Disaster* tahun 2006 dari Unosat. Peta ini menggunakan citra satelit dari Quickbird bulan Juli tahun 2003. Selain Peta *Pre-Disaster*, peta lain yang digunakan sebagai peta dasar adalah Peta Ruang Terbuka Hijau Aktual tahun 2006 karya Feber Antarius Ginting. Berdasarkan hasil perhitungan, estimasi luas Ruang Terbuka Hijau Pohon sebesar $4.938.679,01 m^2$ (493,88 Ha) atau 15,20% dari luas kota dengan tingkat kesalahan $2661,86 m^2$ (0,27 Ha).

Konsumsi oksigen penduduk berasal dari penduduk asli, pedagang, dan rerata jumlah wisatawan per hari. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Kota Yogyakarta (2007), bahwa jumlah penduduk asli pada tahun 2006 sebesar 538.253 jiwa termasuk jumlah pedagang dan wisatawan. Total bobot hewan ternak di Kota Yogyakarta sebesar 242.221,8 kg. Jumlah kendaraan bermotor di Kota Yogyakarta sebesar 240.075 untuk sepeda motor, 5.329 untuk bus, 12.730 untuk truk dan 32.332 untuk sedan dan station wagon. Berdasarkan data tersebut maka total konsumsi oksigen sebesar 4,5 milyar liter/hari. Konsumsi oksigen yang tinggi harus diimbangi dengan produksi oksigen oleh hutan kota. Hutan kota sangat berperan dalam memproduksi oksigen dibandingkan dengan ruang terbuka hijau lainnya. Hal ini disebabkan oleh jumlah daun dan luas daun pada pohon hutan kota lebih besar daripada vegetasi lainnya. Tabel 1 merupakan hasil analisis pengukuran produksi oksigen pada sampel daun.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa rerata produksi oksigen pada permukaan daun sebesar $0,24 \text{ mm}^2/\text{menit.cm}^2$ Nilai rerata *LAI* (*Leaf Area Index*) pada hutan kota sebesar $0,5037 \text{ m}^2/\text{m}^2$, sehingga estimasi luas daun pada hutan kota sebesar $2.487.612,6 \text{ m}^2$. Proses fotosintesis pada wilayah tropis berlangsung selama 8 jam setiap hari (Jones, 1992). Berdasarkan hasil analisis data ini maka jumlah produksi oksigen pada hutan kota sebesar 2,9 juta liter/hari. Jumlah produksi ini tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan oksigen di kota. Secara aktual kota memperoleh pasokan oksigen dari wilayah kabupaten sekitarnya. Distribusi konsumsi dan produksi oksigen perlu dihitung untuk menentukan wilayah yang memerlukan penambahan hutan kota. Tabel 2 menunjukkan distribusi konsumsi dan produksi oksigen pada setiap kecamatan.

Tabel 1. Rekapitulasi Volume Oksigen pada 9 Spesies Sampel

Jenis Daun	($\text{mm}^3/\text{menit.cm}^2$)
Kenari	0,26
Bungur	0,20
Fisilium	0,27
Asam Jawa	0,24
Angsana	0,22
Akasia	0,17
Tanjung	0,31
Flamboyan	0,26
Gayam	0,23
	0,24

Sumber: Hasil analisa data primer.

Tabel 2. Konsumsi dan Produksi Oksigen per Kecamatan

Kecamatan	Konsumsi O ₂ (liter/hari)	Produksi O ₂ (liter/hari)
Danurejan	436.342.618,9	43.271,1
Gedongtengen	394.034.861,4	45.936,6
Gondokusuman	825.024.826,5	305.639,7
Gondomanan	310.290.503,4	47.211,8
Jetis	492.433.255,5	84.462,6
Kotagede	446.977.395,9	420.814,9
Kraton	423.007.051,6	116.151,0
Mantrijeron	523.084.475,9	342.324,9
Mergangsan	534.038.554,0	162.494,0
Ngampilan	365.311.609,6	50.673,4

Pakualaman	288.863.379,4	37.757,6
Tegalrejo	529.155.037,1	267.538,4
Umbulharjo	816.998.790,0	769.319,6
Wirobrajan	437.837.274,9	180.181,8
Jumlah	4.511.144.402,1	2.859.438,2

Sumber: Analisis Data Primer dan Sekunder.

Tabel 3. Rerata Berat Kering (BK) pada Area Sampel

Area Sampel	Total BK (kg)	Ukuran Plot (m ²)	BK per Luas Plot (kg/m ²)
Jl. Timoho	8.031,8	5 x 40	40,2
Jl. Jend. Sudirman	14.953,9	5 x 40	74,8
Jl. Gayam	6.672,8	5 x 40	33,4
Kebun Binatang Gembira Loka	58.136,2	20 x 50	58,1
	Jumlah		206,5
	Rerata		51,6

Tabel 2 menunjukkan bahwa pada tingkat kecamatan masih tampak ketidakseimbangan konsumsi dan produksi oksigen. Semua kecamatan kekurangan oksigen yang berasal dari hutan kota. Artinya hutan kota pada setiap kecamatan tidak mampu untuk memenuhi kebutuhan oksigen.

Faktor penyebabnya adalah besarnya jumlah penduduk dan tingginya penggunaan kendaraan bermotor. Hasil analisis menunjukkan bahwa konsumsi O₂ oleh penduduk adalah 2,4 milyar liter/hari dan konsumsi O₂ oleh kendaraan bermotor adalah 2,1 milyar liter/hari. Nilai konsumsi tertinggi pada Kecamatan Umbulharjo diikuti oleh Kecamatan Gondokusuman. Berdasarkan hasil analisis ini, maka pemerintah perlu untuk mempertahankan dan menambah hutan kota.

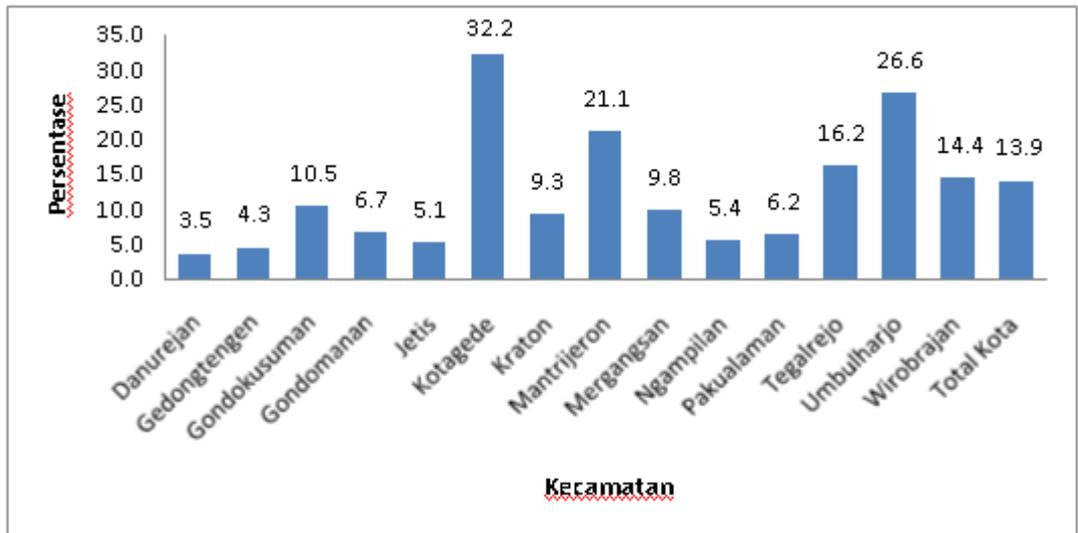
Kendaraan bermotor, penduduk dan hewan memproduksi karbon. Kendaraan bermotor memproduksi karbon dari hasil proses pembakaran bahan bakar minyak. Penduduk dan hewan ternak memproduksi karbon dari hasil proses respirasi. Kendaraan bermotor menghasilkan senyawa CO dan CO₂, sedangkan penduduk dan hewan ternak menghasilkan senyawa CO₂. Massa total karbon yang diproduksi oleh Kota Yogyakarta adalah penjumlahan massa karbon pada senyawa CO dan CO₂ yaitu 1.300.692.089,04 kg.

Karbon tersimpan menggambarkan kemampuan pohon untuk menyerap karbon. Karbon yang diserap akan disimpan ke seluruh bagian pohon, sehingga pohon akan mengakumulasi karbon (*C sequestration*) (Nowak, *et al.* 2007). Karbon yang tersimpan dapat diukur berdasarkan berat kering pohon. Tabel 3 menunjukkan rata-rata berat kering pohon pada daerah sampel.

Tabel 3 menunjukkan rata-rata berat kering pohon per satuan luas yaitu 51,61 kg/m². Berat kering pohon bukan merupakan berat konsentrasi karbon. Rata-rata konsentrasi karbon adalah 46% dari berat keringnya (Hairiah dan Raharu, 2007). Berdasarkan Tabel 3, maka rata-rata konsentrasi karbon pada berat kering sampel sebesar 23,74 kg/m². Hasil ini dapat digunakan untuk menghitung karbon tersimpan pada hutan kota. Karbon tersimpan diperoleh dengan mengalikan rata-rata konsentrasi karbon dengan luas hutan kota yaitu sebesar 117.241.069,07 kg. Kemampuan hutan kota untuk menyerap karbon berbeda pada setiap kecamatan. Serapan karbon ini tergantung pada luas hutan kota dan jumlah produksi karbon dari penduduk, hewan ternak dan kendaraan bermotor.

Berdasarkan Gambar 2, Kecamatan Umbulharjo dan Kotagede mampu menyerap karbon di atas 25% dari emisi karbon. Meskipun demikian, belum tentu daerah yang memiliki ruang terbuka hijau yang tinggi mampu menyerap persentase karbon lebih tinggi. Hal ini dikarenakan ada perbedaan antara produksi dan serapan karbon. Sebagai contoh, Kecamatan Umbulharjo memiliki luas ruang terbuka hijau paling besar yaitu 132,9 ha, tetapi hanya mampu menyerap karbon di atas 26.6%. Namun, Kecamatan Kotagede hanya memiliki luas hutan kota 72,7 ha tetapi ia mampu menyerap emisi karbon lebih dari 32,2%. Kondisi ini dikarenakan Kecamatan Kotagede memproduksi karbon lebih sedikit daripada Kecamatan Umbulharjo.

Pada Kota Yogyakarta, distribusi penduduk dan hewan ternak yang berbeda menyebabkan perbedaan produksi karbon pada setiap kecamatan. Kecamatan Umbulharjo memiliki jumlah penduduk 74423 jiwa, sedangkan Kecamatan Kotagede hanya memiliki jumlah penduduk 32501 jiwa (BPS Kota Yogyakarta, 2007). Data ini telah membuktikan bahwa jumlah produksi karbon yang sedikit dengan luas hutan kota yang besar mampu menyerap karbon lebih besar.



Gambar 2. Persentase Karbon yang Diserap oleh Hutan Kota.

Kota Yogyakarta membutuhkan air untuk memenuhi kebutuhan penduduknya. Penduduk kota memerlukan air untuk kebutuhan domestik dan non domestik. Penduduk kota mengkonsumsi air sebanyak 150 liter/orang/hari, sedangkan penduduk desa mengkonsumsi air sebanyak 80 liter/orang/hari (Pemerintah Kota Yogyakarta, 2007). Kebutuhan air penduduk kota dapat didekati dengan kebutuhan air tanah penduduk. Tabel 4 berikut ini adalah kebutuhan air tanah penduduk Kota Yogyakarta.

Tabel 4. Kebutuhan Air Tanah Penduduk per Kecamatan

Kecamatan	Kebutuhan Air Tanah (m ³ /tahun)	Volume Air yang Dapat Diturap (m ³ /tahun)
Danurejan	1.186.597	396.000
Gedongtengen	1.072.662	345.600
Gondokusuman	2.910.510	1.436.400
Gondomanan	833.405	1.436.400
Jetis	1.559.280	612.000
Kotagede	1.675.788	1.105.200
Kraton	1.188.075	504.000
Mantriheron	1.955.561	939.600
Mergangsan	1.884.824	831.600

Ngampilan	1.054.595	295.200
Pakualaman	636.250	226.800
Tegalrejo	2.111.215	812.050
Umbulharjo	4.160.781	2.923.200
Wirobrajan	1.599.631	633.600
Jumlah	23.192.924	12.497.650

Sumber: Pemerintah Kota Yogyakarta, 2007.

Tabel 4 menunjukkan bahwa sebagian besar kecamatan masih mengalami kekurangan air tanah. Kekurangan air tanah ini akibat dari banyaknya kebutuhan air penduduk, sehingga melebihi daya dukung air tanah. Kecamatan yang mengalami kekurangan air tanah adalah Kecamatan Danurejan, Gedongtengen, Gondokusuman, Jetis, Kotagede, Kraton, Mantrijeron, Mergangsan, Ngampilan, Pakualaman, Tegalrejo, Umbulharjo, dan Wirobrajan. Sedangkan kecamatan yang tidak mengalami kekurangan air tanah hanya Kecamatan Gondomanan. Pemerintah melakukan upaya untuk mengatasi masalah ini yaitu dengan pendistribusian air dari Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Marta. Pendistribusian meliputi seluruh wilayah Kota Yogyakarta.

Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Marta memiliki kapasitas produksi netto air sebesar 10.355.870 m³ pada tahun 2006. Berdasarkan Tabel 4, jumlah air yang mampu diproduksi oleh kota sebesar 22.853.520 m³. Jika dibandingkan dengan jumlah kebutuhan air tanah, maka pada tahun 2006 penduduk Kota Yogyakarta masih kekurangan air bersih sebesar 339.404 m³.

Berdasarkan hasil konsumsi oksigen dan persamaan Gerarkis, maka luas hutan kota yang harus ada berdasarkan kebutuhan oksigen sebesar 11.496,40 ha atau 350% dari luas wilayah. Luas hutan kota Yogyakarta sebesar 493,88 ha, sehingga hutan kota yang kurang sebesar 11.002,52 ha atau 338% dari luas wilayah. Nilai ini melebihi luas Kota Yogyakarta, artinya daya dukung lingkungan terhadap kebutuhan oksigen telah melampaui batas. Namun, pada kenyataannya kota telah memperoleh pasokan oksigen dari wilayah sekitarnya sehingga kebutuhan oksigen selalu tercukupi..

Berdasarkan karbon tersimpan, luas hutan kota yang harus ada adalah 5.479,83 ha atau 168,6% dari luas Kota Yogyakarta. Kota Yogyakarta telah memiliki hutan kota sebesar 493,88 ha, sehingga hutan kota yang perlu ditambahkan adalah 4.985,95 ha. Nilai ini melebihi luas kota sehingga daya dukung lingkungan terhadap produksi karbon telah melampaui batas.

Estimasi luas hutan berdasarkan kebutuhan air mengambil dasar pada jumlah penduduk. Pertumbuhan penduduk setiap tahun sebesar 1,01. Setiap penduduk memerlukan air untuk memenuhi kebutuhannya. Hutan kota mampu menyerap air maksimal 35% dari air hujan (King, 2003). Berdasarkan data ini maka luas hutan kota yang perlu disediakan untuk memenuhi kebutuhan air sebesar 713,3 ha atau sekitar 22% dari luas wilayah kota. Pada tahun 2006, Kota Yogyakarta memiliki luas hutan kota 493,88 ha, sehingga luas yang harus dibangun oleh pemerintah kota adalah 219,4 ha. Jumlah luas ini akan bertambah seiring dengan penambahan penduduk setiap tahunnya.

Pemerintah Kota Yogyakarta sendiri telah pernah mengeluarkan Peraturan Walikota Nomor 5 Tahun 2007 Tentang Ruang Terbuka Hijau. Namun, pada peraturan walikota ini tidak mencakup luas ruang terbuka hijau minimal yang harus dibangun di Kota Yogyakarta. Peraturan ini hanya mencakup ruang terbuka hijau aktual permukiman dan penyerahan tugas dan wewenang pemeliharannya ke Dinas Lingkungan Hidup yang sekarang menjadi Badan Lingkungan Hidup. Regulasi yang terbaru adalah Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007, sehingga dengan keluarnya regulasi ini maka regulasi lain yang terkait dengan luas RTH tidak berlaku kembali. Oleh karena itu, evaluasi hasil penelitian ini hanya mengacu pada Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007.

Berdasarkan hasil perbandingan, regulasi yang memenuhi syarat adalah Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007. Oleh karena itu, Pemerintah Kota Yogyakarta perlu memaksimalkan luas hutan kota agar tercapai nilai luas hutan kota 30% dari luas wilayah perkotaan. Cara yang ditempuh adalah dengan memanfaatkan *publicspace* sebagai taman kota dengan menyertakan unsur pohon. Cara lain adalah dengan mengeluarkan regulasi dalam pembangunan perumahan dan tempat usaha agar wajib membangun ruang terbuka hijau.

Estimasi luas hutan kota minimal telah melebihi luas kota sendiri untuk kebutuhan oksigen. Meskipun demikian, Kota Yogyakarta masih memperoleh pasokan oksigen dari wilayah sekitarnya. Demikian pula pada kebutuhan karbon tersimpan. Luas hutan kota minimal yang dibutuhkan melebihi luas kota. Karbon yang tidak terserap ini sebagian akan diserap oleh hutan kota di luas batas administratif Kota Yogyakarta.

Kota Yogyakarta hanya memiliki peruntukan lahan untuk pertanian sebesar 4,3% dan lahan kosong sebesar 0,6% dari luas wilayah. Penggunaan paling besar adalah untuk perumahan yaitu 64,7% dari luas wilayah (Pemerintah Kota Yogyakarta, 2007), sehingga tidak mungkin Kota Yogyakarta menambahkan hutan kotanya menjadi lebih dari 30%. Berdasarkan pertimbangan di atas, maka perlu meningkatkan luas hutan kota menjadi 22% dari luas wilayah agar kualitas lingkungannya menjadi lebih baik dari saat ini. Peningkatan hutan kota ini dengan cara menanam pohon-pohon di area perindang jalan dan di area perumahan. Pemerintah Kota Yogyakarta memerlukan pertimbangan sebaran luas yang harus ditambahkan pada setiap kecamatan. Berdasarkan pertimbangan kebutuhan oksigen, karbon tersimpan dan kebutuhan air, maka setidaknya terdapat 7 kecamatan yang ditambahkan luas hutan kota yaitu Danurejan, Gedongtengen, Gondomanan, Jetis, Kraton, Ngampilan dan Pakualaman. Ekspetasinya adalah agar luas yang sekarang dapat meningkat menjadi 22% dan kualitas lingkungan kota menjadi lebih baik sisi ketersediaan oksigen, serapan karbon dan serapan air hujan. Jenis pohon yang harus ditanam juga perlu menjadi pertimbangan pemerintah. Tabel 5 menunjukkan jenis pohon sesuai dengan peruntukannya di kota.

Tabel 5. Jenis Pohon Sesuai Peruntukannya.

Jenis Pohon	Keterangan
Penyerap Karbon dan Penghasil Oksigen	
<i>Agathis alba</i> (damar)	Tidak ada di Kota Yogyakarta
<i>Bauhinia purpurea</i> (kupu-kupu)	Tidak ada di Kota Yogyakarta
<i>Acacia auriculiformis</i> (akasia)	Ada di Kota Yogyakarta
<i>Ficus benyamina</i> (beringin)	Ada di Kota Yogyakarta
Pelestarian Air Tanah	
<i>Casuarina equisetifolia</i> (cemara laut)	Tidak ada di Kota Yogyakarta
<i>Hevea brasiliensis</i> (karet)	Tidak ada di Kota Yogyakarta
<i>Garcinia mangostana</i> (manggis)	Tidak ada di Kota Yogyakarta
<i>Lagerstroemia speciosa</i> (bungur)	Ada di Kota Yogyakarta
<i>Cocos nucifera</i> (kepala)	Ada di Kota Yogyakarta

Sumber: Permenhut No. 4 Tahun 2004; Pemerintah Kota Yogyakarta, 2007.

Tabel 5 menunjukkan bahwa berdasarkan kebutuhan oksigen dan serapan karbon, Kota Yogyakarta telah memiliki 2 jenis pohon yaitu akasia dan beringin. Jumlah akasia adalah 241 pohon dan beringin 281 pohon. Pada kriteria pelestarian tanah, Kota Yogyakarta telah memiliki 2 jenis pohon yaitu bungur dan kepala. Pohon bungur berjumlah 261 pohon dan kepala berjumlah 9 pohon.

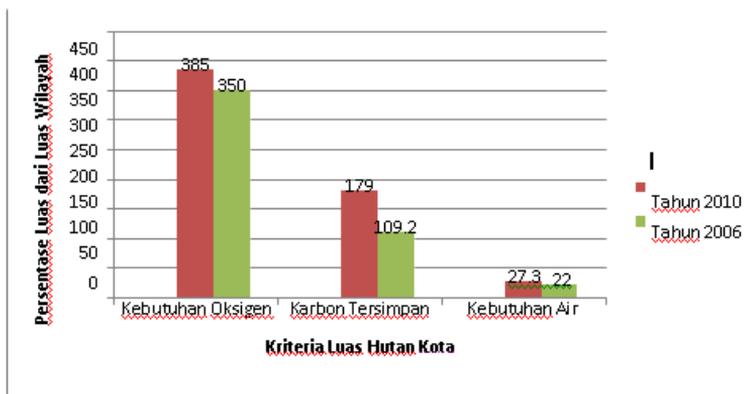
Pohon kepala tidak cocok untuk ditempatkan di kota karena buah kelapa yang jatuh dapat membahayakan keselamatan penduduk kota. Ketiga jenis pohon yang ada di kota akan lebih mudah untuk diperoleh bibitnya dan ditanam kembali. Oleh karena itu, maka rekomendasi pohon yang perlu ditanam adalah akasia, beringin dan bungur.

Produksi oksigen, serapan karbon dan air pada hutan kota memiliki hubungan yang tak terpisahkan satu dengan lainnya. Hubungan ini terlihat pada proses fotosintesis pohon. Reaksi fotosintesis dapat direpresentasikan melalui persamaan di bawah ini (Jones, 1992).



Berdasarkan reaksi di atas, pada setiap proses fotosintesis memerlukan air dan karbondioksida. Hasil akhir reaksi ini adalah oksigen, glukosa dan air. Karbondioksida, air dan oksigen merupakan bagian yang saling terkait pada proses fotosintesis. Proses ini memerlukan bantuan sinar tampak. Artinya, proses fotosintesis hanya berlangsung pada siang hari atau jika terdapat cahaya. Cahaya dan karbondioksida berfungsi untuk menguraikan senyawa karbondioksida menjadi oksigen.

Dasar untuk menentukan estimasi luas hutan kota pada tahun 2010 adalah pertambahan penduduk dan kendaraan bermotor. Rerata pertambahan bobot hewan ternak relatif konstan pada tahun 2003 sampai 2006, sehingga bobot tidak dijadikan dasar untuk memperkirakan luas hutan kota. Estimasi luas hutan kota untuk tahun 2010 berdasarkan pada data tahun 1999 sampai 2006.



Gambar 3. Perbandingan Estimasi Luas Hutan Kota

Persamaan untuk memperkirakan pertambahan penduduk adalah $y = 140.3x - 265480$. Berdasarkan persamaan ini, maka kepadatan penduduk pada tahun 2010 adalah 16.523 jiwa/km², sehingga jumlah penduduk pada tahun 2010 sebesar 536.998 jiwa. Berdasarkan estimasi jumlah penduduk ini, maka konsumsi oksigen penduduk adalah 2.373.960.758 liter/hari dan produksi karbon sebesar 835.202.557,6 kg. Berdasarkan estimasi jumlah kendaraan bermotor, maka konsumsi oksigen pada bensin sebesar 1.812.834.000 liter/hari sedangkan pada solar sebesar 708.818.930 liter/hari. Jadi jumlah konsumsi oksigen oleh kendaraan bermotor adalah 2.521.652.929 liter/hari dan jumlah karbon yang dihasilkan dari proses pembakaran bensin dan solar sebesar 541.924.370 kg. Jumlah bobot hewan ternak hampir sama setiap tahunnya. Oleh karena itu, prediksi bobotnya adalah 242.221,8 kg. Dari bobot ini, maka perkiraan konsumsi oksigennya adalah 12.242.858,66 liter/hari, sedangkan produksi karbon oleh hewan ternak adalah 4.307.260,2 kg. Berdasarkan perkiraan data pada tahun 2010, maka dapat ditentukan luas hutan kota untuk tahun 2010. Gambar 3 menunjukkan perkiraan luas hutan kota pada tahun 2006 dan 2010.

Gambar 3 menunjukkan bahwa perkiraan luas hutan kota berdasarkan 3 kriteria mengalami peningkatan dari tahun 2006 ke tahun 2010. Faktor penyebabnya adalah laju peningkatan penduduk dan kendaraan bermotor yang terus meningkat. Peningkatan jumlah penduduk dan kendaraan bermotor akan meningkatkan kebutuhan oksigen, kebutuhan air dan produksi karbon kota. Oleh karena itu, hutan kota sebagai salah satu penyeimbang kebutuhan ini perlu ditingkatkan. Pemerintah setidaknya meningkat luas hutan kota menjadi 27,3% di tahun 2010, agar kualitas lingkungan tetap terjaga.

Peningkatan luas hutan kota ini merupakan tantangan bagi pemerintah. Persentase pemilikan tanah privat yang tinggi dan penggunaan lahan bukan ruang terbuka hijau menjadi hambatan untuk memperluas hutan kota. Salah satunya adalah perumahan. Penggunaan lahan untuk perumahan pada tahun 2007 sebesar 64,7% dari luas wilayah (BPS Kota Yogyakarta, 2007). Nilai ini tidak berubah dari tahun 2006. Pemerintah dapat memanfaatkan lahan privat ini untuk meningkatkan luas hutan kota dengan menerapkan Undang-Undang No. 26 Tahun 2007 yaitu 10% ruang terbuka hijau kota adalah milik privat.

KESIMPULAN

Konsumsi oksigen lebih besar daripada produksi oksigen hutan kota. Konsumsi oksigen sebesar 2,4 milyar liter/hari, sedangkan produksi oksigen hutan kota hanya sebesar 2,8 juta liter/hari. Konsumsi oksigen tertinggi pada Kecamatan Umbulharjo sebesar 817 juta liter/hari. Produksi karbon kota lebih besar daripada serapan karbonnya. Produksi karbon kota sebesar 1,3 milyar kg, sedangkan serapan karbonnya hanya 117 juta kg. Persentase karbon terserap paling besar ada di Kecamatan Umbulharjo sebesar 32,2%. Kota Yogyakarta kekurangan suplai air. Kebutuhan air penduduk sebesar 23 juta m³/tahun, sedangkan air yang dapat diturap hanya 22,5 juta m²/tahun.

Luas hutan kota yang harus ditambahkan adalah 22% dari luas wilayah perkotaan untuk meningkatkan pemenuhan kebutuhan oksigen, karbon tersimpan dan kebutuhan air. Berdasarkan penilaian kebutuhan oksigen, karbon tersimpan dan kebutuhan air, maka ada 7 kecamatan yang perlu ditambahkan luas hutan kotanya yaitu Danurejan, Gedongtengen, Gondomanan, Jetis, Kraton, Ngampilan, dan Pakualaman. Jenis pohon yang ditanam adalah akasia, beringin dan bungur. Kebutuhan luas hutan kota untuk 2010 telah diprediksi akan meningkat menjadi 27,3% dari luas wilayah Kota Yogyakarta.

Berdasarkan kajian konsumsi dan produksi oksigen, karbon tersimpan dan kebutuhan air dari hutan kota, maka jumlah hutan kota perlu ditingkatkan menjadi 22%. Peningkatan luas ini dilakukan agar menambah produksi oksigen, serapan karbon, dan serapan air hujan di Kota Yogyakarta. Hutan kota yang baru, dibangun pada 7 kecamatan yaitu Danurejan, Gedongtengen, Gondomanan, Jetis, Kraton, Ngampilan, dan Pakualaman dengan jenis pohon yang ditanam adalah akasia, beringin dan bungur. Jumlah kebutuhan oksigen, serapan karbon dan kebutuhan air penduduk semakin meningkat setiap tahun. Oleh karena itu, luas hutan kota untuk memenuhi kebutuhan ini akan semakin meningkat. Berdasarkan fakta ini, pemerintah perlu untuk menjaga keberadaan hutan kota aktual dan meningkatkan jumlahnya supaya mencapai 27,3% pada akhir tahun 2010.

Pemerintah perlu menerapkan UU No. 26 Tahun 2007 agar luas hutan kota menjadi meningkat menjadi 20% milik publik dan 10% milik privat. Untuk meningkatkan luas dapat dilakukan dengan memperbanyak pohon perindang jalan dan memberlakukan aturan bahwa penanaman pohon sebagai syarat wajib pada pembangunan perumahan wajib luas minimal 10% dari luas perumahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, 2004. *Model Rencana Induk: Pengembangan Hutan Kota dalam Wilayah DAS-SOP*. Balai Pengelolaan DAS. Yogyakarta.
- Blakely dan Bade., 1991. *Ilmu Peternakan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- BPS Kota Yogyakarta., 2006. *Registrasi Penduduk Pertengahan Tahun 2006*. Badan Pusat Statistik. Yogyakarta.
- BPS Kota Yogyakarta., 2007. *Kota Yogyakarta Dalam Angka Tahun 2006/2007*. Badan Pusat Statistik. Yogyakarta.
- Dahlan, N.E., 1992. *Hutan Kota: untuk Pengelolaan dan Peningkatan Kualitas Lingkungan Hidup*. Asosiasi Pengusaha Hutan Indonesia. Jakarta.
- Darmadja, S.G.N.D., 1993. *Pengantar Peternakan di Daerah Tropis*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Enger, E.D., Ross, F.C., 2003. *Laboratory Manual Concept in Biology*. Mc Graw Hill. New York.
- Fandeli, C., Kaharudin., dan Mukhlison., 2004. *Perhutanan Kota*. Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Hairiah, K.S., Subekti., dan Berlian., 2006. *Layanan Lingkungan Agroforestri Berbasis Kopi: Cadangan karbon dalam biomasa pohon dan bahan organik tanah (studi kasus dari Sumberjaya, Lampung Barat)*. *Agrivita* 28(3):289-309.
- Hairiah, K., S, Rahayu., 2007. *Pengukuran "Karbon Tersimpan" di Berbagai Macam Penggunaan Lahan*. *World Agroforestry Centre, Southeast Asia Regional Office*. Bogor. Terdapat di www.worldagroforestrycentre.org/sea (Diakses 9 Maret 2008).
- Halliday, D. dan Resnick, R., 1998. *Fisika*. Erlangga. Jakarta.

- Jones, H.G., 1992. *Plants and Microclimate: A Quantitative approach to environmental plant physiology*. Cambridge University Press. New York.
- Kantirach, A., Ditsariyakul, P., 2006. *Leaf Area Index Estimation by Using Remote Sensing Technique in Khao Phra Wihan National Park*. Paper on Asian Conference on Remote Sensing Proceedings. Terdapat di www.aars-acrs.org/acrs/proceedings.php (Diakses 1 Desember 2009).
- Ketterings, Q.M., Coe, R., Van Noordwijk, M., Ambagau, Y. dan Palm, C., 2001. *Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equations for predicting above-ground tree biomass in mixed secondary forests*. *Forest Ecology and Management* 146: 199-209.
- Kompas., 2006. *Pertambahan Sepeda Motor di DIY 11 Persen per Tahun*. Sabtu, 23 September 2006. Terdapat di: <http://www.kompas.com/> (Diakses Tanggal 2 November 2007).
- King, W.E., 2003. *Innovative Uses of Engineered Soils and Functional Landscapes in Stormwater Management and Land Planning*. *Proceedings of the 2003 Georgia Water Resources Conference*. Universitas Georgia. Georgia. Terdapat di www.forester.net (Diakses 9 Maret 2008).
- Laboratorium Unggas Universitas Gadjah Mada., 2007. *Sejarah dan Ciri Puyuh*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. Terdapat di <http://chickaholic.wordpress.com/> (Diakses Tanggal 9 Maret 2008).
- NOAA, 2008. *Lead-Free Gasoline Material Safety Data Sheet*. NOAA. Terdapat di <http://www.sefsc.noaa.gov/HTMLdocs/Gasoline.htm>.
- Pemerintah Kota Yogyakarta., 2005., *Lampiran Rencana Pembangunan Jangka Panjang Kota Yogyakarta 2005-2025.*, Yogyakarta. Terdapat di <http://www.jogja.go.id> (Diakses tanggal 1 Desember 2007).
- Pemerintah Kota Yogyakarta., 2007. *Laporan Status Lingkungan Hidup Daerah Kota Yogyakarta*. Pemerintah Kota Yogyakarta. Yogyakarta.
- Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 1 Tahun 2007. *Tentang Penataan Ruang Terbuka Hijau Kawasan Perkotaan*.

Peraturan Pemerintah Nomor 63 Tahun 2002. *Tentang Hutan Kota*. Petrucci, R.H., 1987. *Kimia Dasar*. Erlangga. Jakarta.

Smith, J.G., 2006. *Organic Chemistry*. McGraw-Hill International. New York.

Srigandono, B., 1997. *Produksi Unggas Air*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007. *Tentang Penataan Ruang*.

Wang, Y., Woodcock, C.E., Buermann, W., Stenberg, P., Voipio, P., Smolander, H., Hame, T., Tian, Y., Hu, J., Knyazikhin, Y., Myneni, R.B., 2004. *Evaluation of The MODIS LAI Algorithm At a Coniferous Forest Site in Finland., Remote Sensing of Environment*. 91:114-127.