

ANALISIS KEBUTUHAN LUASAN AREA HIJAU BERDASARKAN DAYA SERAP CO₂ DI KABUPATEN KARANGANYAR JAWA TENGAH (*Analysis of Green Land Area Requirement Based on CO₂ Absorption in Karanganyar Regency, Central Java*)

R. Mohamad Mulyadin¹ & R. Esa Pangersa Gusti²

¹Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan Kehutanan
Jl. Gunung Batu No.5, Bogor 16610 Telp. 0251-8633944, Fax. 0251-8634924
e-mail : rm.mulyadin_ms@yahoo.co.id

²Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan
Jl. Gunung Batu No.5, Bogor 16610 Telp. 0251-8633378, Fax. 0251-8699413

Diterima 9 Juli 2013, direvisi 10 Oktober 2013, disetujui 19 November 2013

ABSTRACT

High urban activities have an impact on the environmental degradation quality. One of causes of the environmental degradation quality is carbondioxide (CO₂) gas pollution. An effort to reduce concentration of CO₂ in the urban air is by applying green area concept or better known as Green Open Space (RTH). One of RTH which appropriate with the urban is city forest.

This study aim to determine suitability of green area with total emission generated in Karanganyar. Four-point of city forest has been analyzed. The total emission seen from four aspect, such as emission from fuel, residents, livestock and rice field. The results showed the extent of green areas has not been able to absorb the total emissions. The addition of 25.739,814 Ha green area is one of appropriate effort to absorb the total emission in this region.

Keywords: Green area, CO₂ emission, CO₂ absorption, ideal green area

ABSTRAK

Tingginya aktivitas suatu wilayah (perkotaan) berdampak pada menurunnya kualitas lingkungan wilayah tersebut. Penurunan kualitas lingkungan salah satunya diakibatkan oleh polusi gas karbondioksida (CO₂). Salah satu upaya untuk menekan konsentrasi CO₂ di udara perkotaan yaitu dengan menerapkan konsep area hijau atau yang lebih dikenal dengan ruang terbuka hijau (RTH). Salah satu RTH yang sesuai dengan perkotaan yaitu hutan kota.

Penelitian ini bertujuan mengetahui kesesuaian luasan area hijau dengan total emisi yang dihasilkan di Kabupaten Karanganyar. Luasan area hijau yang dianalisis yaitu empat titik hutan kota. Total emisi wilayah dilihat dari empat aspek yaitu emisi dari bahan bakar, penduduk, peternakan dan persawahan. Hasil penelitian menunjukkan luasan area hijau saat ini belum mampu menyerap total emisi. Penambahan area hijau seluas 25.739,814 ha merupakan luasan yang sesuai untuk mampu menyerap total emisi di wilayah tersebut.

Kata kunci: Area hijau, emisi CO₂, daya serap CO₂, luasan ideal

I. PENDAHULUAN

Kota merupakan tempat atau pusat aktivitas manusia. Tingginya aktivitas suatu kota atau wilayah menyebabkan meningkatnya arus transportasi sehingga dapat menurunkan kualitas lingkungan. Penurunan kualitas lingkungan ini diakibatkan karena polusi gas karbondioksida (CO₂) yang sebagian besar dihasilkan oleh kendaraan bermotor (Irwan, 2005). Bensin menghasilkan 2,333 g/l emisi karbon dioksida (DEFRA dalam Dahlan, 2007).

Selain kendaraan bermotor, aktivitas bernapas manusia, peternakan dan persawahan juga turut menyumbang emisi karbondioksida.

Gas CO₂ tidak beracun namun bila terakumulasi dalam jumlah yang besar dapat berkumpul di atmosfer sehingga menyebabkan suhu udara bumi meningkat (*global warming*). Salah satu upaya untuk menekan konsentrasi CO₂ di udara yaitu dengan menerapkan penambahan area hijau atau yang dikenal dengan konsep ruang terbuka hijau (RTH). Permendagri No. 1 Tahun 2007 menetapkan luas

ideal untuk Ruang Terbuka Hijau (RTH) Kawasan Perkotaan adalah sebesar 20% (dua puluh) persen dari lahan publik dan 10% dari lahan privat, sedangkan Undang-Undang No. 26 tahun 2007 sebesar 30% dari luas wilayah kota. Proporsi ini merupakan ukuran minimal untuk menjamin keseimbangan ekosistem kota, baik keseimbangan sistem hidrologi dan system iklim, maupun sistem ekologis lain, yang selanjutnya akan meningkatkan ketersediaan udara bersih yang diperlukan masyarakat, serta dapat meningkatkan nilai estetika kota. Salah satu RTH yang sesuai untuk daerah perkotaan yaitu Hutan Kota (Noor aeni, 2011).

Hutan kota merupakan penyerap CO₂ yang sangat penting selain fitoplankton, ganggang dan rumput laut di samudera (Salisbury dan Cleon, 1995). Penyerapan karbon dioksida oleh hutan kota dengan jumlah 10.000 pohon berumur 16-20 tahun mampu mengurangi karbon dioksida sebanyak 800 ton per tahun (Simpson dan McPherson 1999).

Kabupaten Karanganyar merupakan salah satu dari 140 kota dan kabupaten penerima penghargaan adipura pada 2010. Adipura merupakan penghargaan dari pemerintah Indonesia untuk kota dan kabupaten yang dinilai berhasil mengelola lingkungan sesuai dengan prinsip *good governance* (Alamendah, 2011). Tulisan ini bertujuan untuk memaparkan potensi penyerapan karbondioksida sebagai bentuk pengelolaan lingkungan di empat titik hutan kota di Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah dan membandingkannya dengan jumlah emisi karbondioksida yang dikeluarkan baik oleh kendaraan bermotor, penduduk, peternakan dan areal persawahan serta menganalisis kebutuhan luas areal hijau berdasarkan emisi di kota tersebut.

II. METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan dengan mengambil empat titik hutan kota di Kabupaten Karanganyar, Propinsi Jawa Tengah. Empat titik hutan kota tersebut yaitu Monumen Hari Aksara Internasional (HAI), Monumen Gerakan Sayang Ibu (GSI), Taman Pancasila dan Kawasan sebelah Badan Kepegawaian Daerah (BKD). Proses pengumpulan data dilakukan pada bulan Mei 2012.

B. Pengumpulan Data

2.1. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam kegiatan ini yaitu data statistik Kabupaten Karanganyar yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Karanganyar. Alat yang digunakan dilapangan yaitu *Geographical Position System* (GPS), kamera digital, *tally sheet*, tali, pita meter, dendrometer dan alat tulis.

2.2. Pengumpulan Data

Data yang diperoleh dalam kegiatan ini berupa primer dan sekunder. Data primer diperoleh dengan cara melakukan pengukuran di lapangan. Data primer meliputi jenis dan jumlah pohon (inventarisasi tegakan) yang ada di empat titik hutan kota. Kegiatan inventarisasi ini dilakukan secara sensus dengan menggunakan metode jalur sepanjang 50 m dengan lebar jalur 20 m (10 m kiri dan 10 m kanan). Data sekunder diperoleh dari referensi yang berkaitan dengan kegiatan penelitian baik studi literatur maupun data dari instansi atau lembaga terkait. Jenis data dan sumber data lebih lengkap tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis dan sumber data

Table 1. Type and source of data

Jenis Data (<i>type of data</i>)	Bentuk Data (<i>form of data</i>)	Sumber Data (<i>source</i>)
Keadaan geografis (<i>geographical condition</i>)	Deskripsi	BPS
Jumlah penduduk (<i>population</i>)	Deskripsi	BPS
Jumlah kendaraan bermotor (<i>number of vehicle</i>)	Deskripsi	BPS
Jumlah hewan ternak (sapi, kerbau, dan lain sebagainya) (<i>number of livestock</i>)	Deskripsi	BPS
Inventarisasi vegetasi (<i>vegetation inventory</i>)	Deskripsi	Data pengamatan

C. Analisis Data

Data yang diperoleh kemudian dilakukan analisis meliputi analisis emisi CO₂ yang berasal dari bahan bakar (jumlah kendaraan bermotor), peternakan, pernapasan manusia, dan persawahan. Analisis daya serap karbon dilakukan terhadap vegetasi (jenis pohon) yang ada di lapangan. Kemudian dilakukan analisis kebutuhan luas lahan hutan kota yang sesuai berdasarkan total emisi yang dihasilkan. Perhitungan analisis tersebut adalah sebagai berikut:

1 Analisis emisi CO₂

Emisi yang diukur berasal dari empat aspek yaitu emisi dari bahan bakar, penduduk, peternakan dan areal persawahan. Analisis emisi selengkapnya adalah sebagai berikut:

1.1 Analisis emisi CO₂ dari bahan bakar

Asumsi yang dilakukan dalam perhitungan ini yaitu seluruh jumlah kendaraan bermotor menggunakan bahan bakar bensin dengan konsumsi rata-rata 10 liter/hari. Emisi CO₂ dan gas

lainnya yang dihasilkan bensin sebesar 2.333 gr/liter (DEFRA dalam Dahlan, 2007). Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$B = a \times b \times c$$

Keterangan:

B = Total emisi CO₂ dari bahan bakar (Gg/tahun)

a : nilai emisi bensin (g/liter)

b : jumlah konsumsi bensin (liter/tahun)

c : jumlah kendaraan bermotor (unit)

1.2 Analisis emisi CO₂ dari peternakan

Analisis emisi CO₂ dari hewan ternak meliputi sapi potong, kerbau, kuda, kambing dan domba. Metana merupakan salah satu produk yang dihasilkan oleh hewan ternak pada saat proses fermentasi di dalam tubuhnya serta pada saat pengelolaan pupuk. Perhitungan emisi metana dari fermentasi dan pengelolaan pupuk ternak diperoleh dengan mengalikan jumlah hewan dengan faktor emisi metana (CH₄). Faktor emisi berdasarkan proses fermentasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Faktor emisi CH₄ dari proses fermentasi berdasarkan jenis ternak

Table 2. CH₄ emission factor from fermentation process based on type of livestock

Jenis ternak (<i>type of livestock</i>)	Faktor emisi CH ₄ (CH ₄ emission factor, Kg/head/year), (Kg/ekor/tahun)
Sapi potong (<i>beef cattle</i>)	44
Kerbau (<i>buffalo</i>)	55
Kuda (<i>horse</i>)	18
Kambing (<i>goat</i>)	5
Domba (<i>sheep</i>)	8

Sumber (*Source*): IPCC (1996)

Perhitungan emisinya adalah sebagai berikut:

$$Mf = e \times f$$

Keterangan:

Mf = Emisi CH₄ dari proses fermentasi (Kg/tahun)

e : Jumlah hewan ternak (ekor)

f : Faktor emisi CH₄ berdasarkan hewan ternak (Kg/ekor/tahun)

CH₄ yang dihasilkan dari kegiatan pengelolaan pupuk terjadi akibat dekomposisi pada kondisi anaerobik. Faktor emisi dari pengelolaan pupuk ditentukan berdasarkan temperatur daerahnya, untuk Indonesia termasuk daerah dengan temperatur hangat. Faktor ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Faktor emisi dari pengelolaan pupuk berdasarkan temperature

Table 3. Emission factor from manure management based on temeprature

Jenis ternak (type of livestock)	Faktor emisi CH ₄ (CH ₄ emission factor, Kg/ head/year), (kg/ekor/tahun)
Sapi potong (beef cattl)	2
Kerbau (buffalo)	3
Kuda (horse)	2,27
Kambing (goat)	0,23
Domba (sheep)	0,37

Sumber (Source) : IPCC (1996)

Perhitungan emisinya adalah sebagai berikut :

$$M_p = e \times f$$

Keterangan :

M_p = Emisi CH₄ dari pengelolaan pupuk (Kg/tahun)

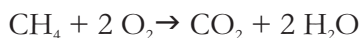
e : Jumlah hewan ternak (ekor)

f : Faktor emisi CH₄ berdasarkan hewan ternak (Kg/ekor/tahun)

Sehingga, total emisi CH₄ yang dihasilkan ternak yaitu :

$$M = M_f + M_p$$

CH₄ yang dihasilkan teroksidasi menjadi CO₂ dengan reaksi kimia :



Sehingga massa emisi CH₄ dikonversi menjadi massa emisi CO₂ dengan persamaan berikut :

$$T = (M/M_r CH_4) \times M_r CO_2$$

Keterangan :

T = Emisi CO₂ dari ternak (Kg/tahun)

M = Massa CH₄ (Kg/tahun)

M_r = CH₄ sebesar 16 ; CO₂ sebesar 44

1.3 Analisis emisi CO₂ dari pernapasan manusia

Karbon dioksida yang dihasilkan dari aktivitas manusia adalah sama yaitu 0,3456 ton CO₂/jiwa/tahun (Grey dan Deneke, 1978). Perhitungan gas CO₂ yang dihasilkan oleh penduduk adalah sebagai berikut :

$$P = J_p \times C_{manusia}$$

Keterangan :

P = Total emisi CO₂ dari penduduk (ton/tahun)

J_p = Jumlah penduduk (jiwa)

C_{manusia} = Jumlah CO₂ yang dihasilkan manusia yaitu 0,3456 (ton/jiwa/tahun)

1.4 Analisis emisi CO₂ dari persawahan

Dekomposisi anaerobik dari bahan organik di areal persawahan menghasilkan CH₄ yang melimpah. CH₄ yang dihasilkan dari persawahan tersebut dapat diketahui dari luas areal yang dijadikan persawahan dan jumlah musim panen. Perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$M_s = L_s \times N \times f \times \text{masa panen}$$

Keterangan :

M_s = Total emisi CH₄ dari persawahan (Gg/tahun)

L_s = Luas areal persawahan (m²)

N = Nilai ukur faktor emisi CH₄

f = Faktor emisi (18 g/m²)

masa panen = 2 kali/tahun

Sehingga massa emisi CH₄ dikonversi menjadi massa emisi CO₂ dengan persamaan berikut :

$$S = (M_s/M_r CH_4) \times M_r CO_2$$

Keterangan :

S = Total emisi CO₂ dari persawahan (Gg/tahun)

M_s = Massa CH₄ dari persawahan (Gg/tahun)

M_r = CH₄ sebesar 16 ; CO₂ sebesar 44

3.2 Analisis daya serap CO₂ vegetasi

Analisis daya serap CO₂ pada vegetasi yang ada di hutan kota di Kabupaten Karanganyar dilakukan dengan cara mengalikan jumlah pohon dengan kemampuan pohon tersebut dalam menyerap gas CO₂. Kemampuan pohon dalam menyerap gas CO₂ diperoleh dari literatur.

3.3 Analisis kebutuhan luas lahan hutan kota

Kebutuhan akan luasan optimum hutan kota berdasarkan daya serap CO₂ dapat diperoleh dari kemampuan hutan kota (vegetasi) dalam menyerap CO₂. Pendekatan yang digunakan untuk

menentukan luasan tersebut adalah dengan menghitung kebutuhan hutan kota berdasarkan daya serap CO₂ serta membandingkannya dengan luasan hutan kota sekarang.

Kebutuhan hutan kota diperoleh dari jumlah emisi CO₂ yang terdapat di Kabupaten Karanganyar dibagi dengan kemampuan hutan kota dalam menyerap CO₂.

$$L_1 = \frac{B + T + P + S}{K}$$

Keterangan :

- L₁ = Kebutuhan luasan area hijau (ha)
- B = Total emisi CO₂ dari bahan bakar (ton/tahun)
- T = Total emisi CO₂ dari hewan ternak (ton/tahun)
- P = Total emisi CO₂ dari penduduk (ton/tahun)
- S = Total emisi CO₂ dari persawahan (ton/tahun)
- K = Kemampuan/nilai serapan Co₂ oleh hutan (pohon) sebesar 58,2576 (ton CO₂/tahun/ha) (Inversion 1993 diacu dalam Tinambunan, 2006)

Setelah mendapatkan nilai kebutuhan luasan area hijau, maka dapat diketahui seberapa luas area hijau yang harus disediakan oleh Kabupaten Karanganyar. Penambahan luasan area hijau yang

harus disediakan diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut :

$$L = L_1 - L_0$$

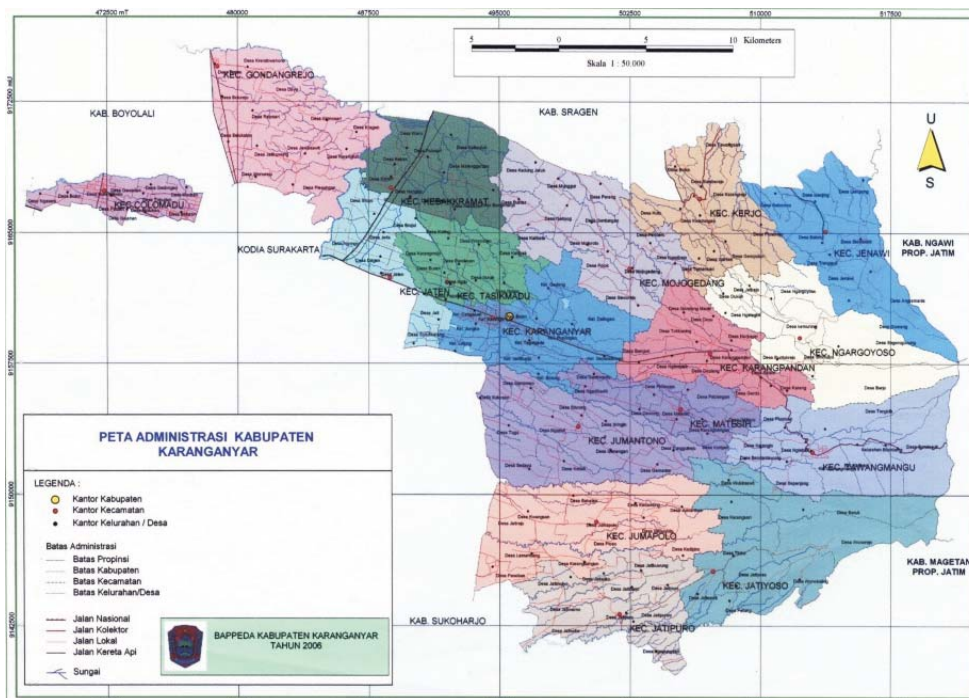
Keterangan :

- L = Penambahan luasan area hijau (ha)
- L₁ = Kebutuhan luasan area hijau (ha)
- L₀ = Luas area hijau (hutan) sekarang (ha)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Umum Kabupaten Karanganyar

Kabupaten Karanganyar merupakan salah satu kabupaten di Propinsi Jawa Tengah yang terletak antara 110°40"-110°70" Bujur Timur dan 7°28"-7°46" Lintang Selatan dengan ketinggian rata-rata 511 meter di atas permukaan laut serta beriklim tropis dengan temperatur 22-31 °C dengan rata-rata curah hujan 2.601 mm. Wilayahnya berbatasan dengan Kabupaten Ragen di sebelah utara, Propinsi Jawa Timur di sebelah timur, Kabupaten Wonogiri dan Sukoharjo di sebelah selatan serta Kota Surakarta dan Kabupaten Boyolali di sebelah barat.



Gambar 1. Peta Wilayah Karanganyar
Figure 1. Regional map of Karanganyar

Luas wilayah Kabupaten Karanganyar adalah 77.378,64 Ha, yang terdiri dari luas tanah sawah 22.465,11 Ha dan luas tanah kering 54.912,53 Ha. Tanah sawah terdiri dari irigasi teknis 12.922,74 Ha, non teknis 7.586,76 Ha, dan tidak berpengairan 1.955,61 Ha. Sementara itu luas tanah untuk pekarangan/bangunan 21.197,69 Ha dan luas untuk tegalan/kebun 17.847,48 Ha. Di Kabupaten Karanganyar terdapat hutan negara seluas 9.729,50 Ha dan perkebunan seluas 3.251,50 Ha.

Jumlah Penduduk di Kabupaten Karanganyar sebanyak 872.821 jiwa, terdiri dari laki-laki 433.840 jiwa dan perempuan 438.981 jiwa. Sebagian besar penduduk mempunyai mata pencaharian di sektor pertanian (petani sendiri dan buruh tani), yaitu 222.811 orang (30,58%), buruh industri 105.536 orang (14, 49%), buruh bangunan 49.619 orang (6,81 %), pedagang 45.320 orang (6,22 %) dan selebihnya sebagai pengusaha, di sektor pengangkutan, PNS/TNI/Polri, pensiunan, jasa-jasa dan lain-lain (BPS,2010).

B. Emisi CO₂ di Kabupaten Karanganyar

1. Emisi CO₂ dari bahan bakar

Penurunan kualitas lingkungan perkotaan dipengaruhi oleh jumlah kendaraan bermotor yang terdapat di kota tersebut. Banyaknya kendaraan bermotor mengindikasikan banyaknya konsumsi bahan bakar. Sebagian besar gas CO₂ dihasilkan dari

proses pembakaran bahan bakar. Dengan asumsi jumlah kendaraan bermotor sebanyak 203.409 unit seluruhnya memakai bahan bakar bensin dengan konsumsi rata-rata 10 liter/hari serta nilai emisi bensin 2.333 gr/liter, maka polusi udara berupa gas CO₂ yang dihasilkan dari asap kendaraan bermotor mencapai 1.732,12 Gg/tahun (asumsi 1 tahun = 365 hari).

2. Emisi CO₂ dari peternakan

Hewan ternak di Kabupaten Karanganyar didominasi oleh lima jenis yaitu sapi potong, kerbau, kuda, kambing dan domba. Dari kelima jenis ternak tersebut, domba merupakan yang paling banyak dipelihara oleh masyarakat yaitu sebanyak 115.488 ekor dan yang paling sedikit dipelihara yaitu kuda dengan 268 ekor (BPS, 2010). Total emisi yang dihasilkan oleh hewan ternak tersaji pada Tabel 4.

Polusi metana yang berasal dari hewan ternak mencapai 37%, meskipun efek pemanasan metana di atmosfer lebih kuat daripada CO₂, tetapi umur paruhnya di atmosfer hanya sekitar 8 (delapan) tahun dibandingkan CO₂ mencapai 100 tahun. Pengurangan pemeliharaan hewan ternak akan mengurangi efek gas rumah kaca secara lebih cepat dibandingkan dengan menerapkan kebijakan dalam efisiensi energi dan penggunaan energi terbarukan (FAO, 2006).

Tabel 4. Total emisi CO₂ yang berasal dari hewan ternak pada 2009

Table 4. Total CO₂ emission from livestock in 2009

Jenis ternak (<i>type of livestock</i>)	Jumlah ternak (<i>number of livestock</i>), (ekor)	Emisi CH ₄ dari fermentasi (<i>CH₄ emission from fermentation</i>), (Gg CH ₄ /tahun)	Emisi CH ₄ dari pengelolaan pupuk (<i>CH₄ emission from manure mangement</i>), (Gg CH ₄ /tahun)	Total emisi CH ₄ dari ternak (<i>Total of CH₄ emission from livestock</i>) (Gg CH ₄ /tahun)	Kandungan emisi CO ₂ (<i>CO₂ emission</i>) (Gg/thn)
Sapi potong (<i>beef cattl</i>)	49.498	2,177	0,099	2,276	6,248
Kerbau (<i>buffalo</i>)	720	0,039	0,002	0,041	0,113
Kuda (<i>horse</i>)	268	4,824 x10 ⁻³	0,608 x10 ⁻³	5,432x10 ⁻³	0,015
Kambing (<i>goat</i>)	22.185	0,111	0,005	0,116	0,319
Domba (<i>sheep</i>)	115.488	0,923	0,042	0,965	2,64
Total kandungan emisi CO ₂ dari ternak (<i>Total CO₂ emission from livestock</i>)					9,335

Metana yang dihasilkan dari hewan ternak bila teroksidasi dapat menghasilkan gas CO₂. Kandungan emisi CO₂ yang dihasilkan akan berbeda dari setiap jenis ternak, karena nilai faktor emisi yang berbeda pada tiap jenis ternak. Meskipun jumlah ternak terbanyak yang dipelihara di Kabupaten Karanganyar adalah domba, namun kandungan emisi CO₂ terbesar yang dihasilkan dari hewan ternak berasal dari sapi potong sebesar 6,248 Gg CO₂/tahun dan terendah adalah kuda dengan 0,015 Gg CO₂/tahun (Tabel 4).

3. Emisi CO₂ dari aktivitas manusia

Manusia sebagai makhluk hidup akan mengalami respirasi selama masa hidupnya. Respirasi adalah proses menghirup oksigen (O₂) dan mengeluarkan gas CO₂. Oksigen digunakan manusia untuk proses pembakaran makanan didalam tubuh menghasilkan energi, CO₂ dan uap air. Jumlah penduduk Kabupaten Karanganyar saat ini adalah 872.821 jiwa (BPS, 2010). Dengan asumsi gas CO₂ yang dihasilkan dari aktivitas manusia adalah sama yaitu 0,96 Kg/hari (Grey dan Deneke, 1978) maka total emisi gas CO₂ yang dihasilkan oleh penduduk Kabupaten Karanganyar adalah sebesar 305,836 Gg CO₂/tahun, (1 tahun = 365 hari).

4. Emisi CO₂ dari persawahan

Pengolahan lahan sawah berkontribusi pada peningkatan emisi gas rumah kaca. Penanaman padi dalam kondisi genangan air yang terlalu lama dan tinggi akan menghasilkan kondisi anaerob kuat sehingga menjadi sumber gas CH₄. Kabupaten Karanganyar sebagian besar penduduknya bermata pencaharian sebagai petani. Luas persawahan mencapai 22.465,11 ha atau hampir sekitar sepertiga luas wilayah (BPS, 2010).

Dengan asumsi nilai faktor ukur emisi CH₄ (N) bernilai 1, maka luas persawahan tersebut menghasilkan gas CH₄, sebanyak 0,5055 Gg CH₄/tahun. Gas CH₄ yang teroksidasi akan menghasilkan gas CO₂ sehingga kandungan yang terdapat pada areal persawahan di Kabupaten Karanganyar adalah sebesar 22,240 Gg CO₂/tahun.

C. Analisis Daya Serap CO₂ pada Vegetasi Hutan Kota

Perhitungan daya serap CO₂ pada suatu pohon didasarkan pada kadar karbohidrat yang terdapat pada daun pohon tersebut (Dahlan dalam

Abdurrazaq, 2010). Inventarisasi pada vegetasi hutan dilakukan dengan cara sensus jenis dan jumlah pohon pada empat titik hutan kota yang ada di Kabupaten Karanganyar yaitu HAI, GSI, Taman Pancasila dan Kawasan sebelah BKD. Analisis daya serap CO₂ pada empat titik hutan kota tersaji pada Tabel 5.

Vegetasi hutan kota di Kabupaten Karanganyar didominasi oleh jenis Angsana dan Mahoni daun besar. Pohon angšana merupakan pohon dengan jumlah paling banyak pada hutan kota HAI dan Taman Pancasila. Pada hutan kota GSI terbanyak yaitu dadap merah dan pada kawasan BKD paling banyak yaitu mahoni daun besar.

Hutan kota di HAI memiliki tingkat kemampuan daya serap CO₂ yang paling baik dibanding yang lainnya. Hal ini dikarenakan luasnya yang paling besar dan juga variasi jenis pohonnya memiliki tingkat kemampuan daya serap CO₂ yang baik. Hal berbeda terdapat pada hutan kota Kawasan BKD, meskipun memiliki luasan hutan kota yang lebih rendah dibanding hutan kota GSI dan Taman Pancasila, namun kemampuan daya serap CO₂-nya lebih baik dibanding dengan dua hutan kota tersebut. Hal ini dikarenakan meskipun variasi jenis dan jumlah pohonnya lebih terbatas, namun tingkat kemampuan daya serap CO₂ oleh pohon yang ditanam di Kawasan BKD lebih baik dibanding GSI dan Taman Pancasila (Tabel 5).

Tiap jenis pohon memiliki tingkat kemampuan yang berbeda dalam hal daya serap CO₂. Angsana merupakan pohon dengan daya serap CO₂ memiliki peringkat ke-25 dari 31 pohon yang diteliti dengan daya serap 11,12 Kg CO₂/tahun. Mahoni daun besar berada di peringkat 8 dengan daya serap 295,73 Kg CO₂/tahun, sedangkan dadap merah berada tiga level dibawah angšana dengan 4,55 Kg CO₂/tahun. Pada vegetasi di empat titik hutan kota di Kabupaten Karanganyar ini, yang memiliki daya serap CO₂ tertinggi (peringkat 1) yaitu pohon trembesi dengan daya serap mencapai 28.488 Kg CO₂/tahun kemudian diikuti oleh pohon beringin dengan daya serap sebesar 535,90 Kg CO₂/tahun (Dahlan dalam Abdurrazaq, 2010).

Keberadaan jenis-jenis pohon dalam hutan kota tersebut memiliki masing-masing keunggulan selain fungsinya sebagai penyerap gas CO₂. Mahoni merupakan jenis yang pohon yang memiliki kemampuan yang tinggi dalam menurunkan kadar

timbangan di udara. Timbal merupakan sumber utama pencemaran di udara perkotaan yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor (Dahlan, 1989).

Jati merupakan pohon dengan kemampuan evapotranspirasi yang tinggi sehingga baik ditanam di daerah yang sering digenangi air untuk mengatasi penggenangan. Krey payung memiliki ketahanan tinggi terhadap pencemaran debu semen dan

kemampuannya dalam menyerap debu semen sangat baik sehingga banyak ditanam dikawasan pabrik semen (Manan, 1976).

Pohon beringin dan trembesi merupakan salah satu pohon penghasil oksigen yang sangat baik. Beringin juga dapat meredam suara bising dengan tajuknya yang besar dan rapat serta tempat bersarang berbagai jenis satwa (Dahlan, 1989).

Tabel 5. Analisis daya serap CO₂ pada berbagai jenis pohon di empat hutan kota di Kabupaten Karanganyar
Table 5. CO₂ absorption analysis on different types of tree in four urban forest in Karanganyar

Jenis Pohon (Types of tree)	Daya serap CO ₂ kg/tahun (CO ₂ absorption, Kg/year)*	Jumlah pohon (number of tree)			
		HAI (0,81 ha)	GSI (0,55 ha)	Taman Pancasila (0,685 ha)	Kawasan BKD (0,4 ha)
Angsana (<i>Pterocarpus indicus</i>)	11,12	55	8	55	12
Beringin (<i>Ficus benyamina</i>)	535,90	2	-	2	-
Bungur (<i>Lagerstroemia speciosa</i>)	160,14	1	12	6	-
Dadap merah (<i>Erythrina cristagalli</i>)	4,55	1	24	-	-
Flamboyan (<i>Delonix regia</i>)	42,20	2	3	2	2
Jati (<i>Tectona grandis</i>)	135,27	6	3	-	-
Krey Payung (<i>Fellicium decipiens</i>)	404,83	-	2	4	-
Mahoni daun besar (<i>Swietenia macrophylla</i>)	295,73	35	16	-	30
Trembesi (<i>Samanea saman</i>)	28.488	-	1	-	-
Total daya serap CO ₂ (Total absorption of CO ₂)		13.094,66	8.222,08	4.347,96	9.089,74

Sumber (Source) : ⁹ Dahlan dalam Abdurrazaq (2010)

D. Kebutuhan Luas Optimum Hutan Kota

Jumlah penduduk suatu kota memiliki pengaruh terhadap emisi CO₂ di wilayah tersebut. Aktivitas masyarakat yang tinggi berdampak pada meningkatnya konsumsi bahan bakar dan berkurangnya lahan hijau menjadi pemukiman. Proses pembakaran menghasilkan gas CO₂ dan berkurangnya lahan hijau berdampak pada penurunan kualitas lingkungan kota akibat tidak mampu menampung banyaknya polusi yang dihasilkan.

Kandungan emisi CO₂ yang terdapat di Kabupaten Karanganyar dilihat dari empat aspek, yaitu emisi dari bahan bakar, peternakan, penduduk dan areal persawahan. Dari semua aspek tersebut diperoleh nilai total emisi CO₂ sebesar 2.069,531 Gg/tahun (Tabel 6).

Bila kemampuan daya serap CO₂ sebuah vegetasi bernilai 0,0582576 Gg/tahun/ha (Tinambunan, 2006) maka lahan hijau yang dibutuhkan untuk menyerap emisi tersebut yaitu seluas 35.523,794 ha. Luasan hijau yang ada saat ini yaitu hutan Negara 9.729,50 ha (BPS, 2010) ditambah dengan penunjukkan hutan kota seluas 54,48 ha (SK Bupati No. 660.1/465 tahun 2010) maka total area hijau yang ada saat ini seluas 9.783,98 ha. Sehingga, Kabupaten Karanganyar membutuhkan penambahan area hijau seluas 25.739,814 ha untuk mampu menyerap emisi CO₂ di wilayahnya. Bila mengacu pada UU No. 26 tahun 2007, idealnya Kabupaten Karanganyar memiliki areal hijau minimal seluas 23.213,592 ha. Penambahan areal hijau seluas 25.739,814 ha akan menjadikan Kabupaten Karanganyar sebagai daerah yang telah memenuhi kriteria yang sesuai dengan undang-undang penataan ruang (Tabel 6).

Tabel 6. Kebutuhan luas lahan
Table 6. *Land area requirement*

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Total emisi CO ₂ (<i>total of CO₂ emission</i>), (Gg/tahun)	Kemampuan vegetasi dalam menyerap CO ₂ (<i>ability of vegetation to absorb CO₂</i>), (Gg/tahun/ha)	Kebutuhan luasan lahan berdasarkan emisi CO ₂ (<i>land area requirement based on CO₂ emission</i>), (ha)	Luasan hutan saat ini (<i>current forest area</i>) (ha)	Selisih (<i>different</i>) (ha)	Standar luas RTH*
2.069,531	0,0582576	35.523,794	9.783,98	25.739,814	23.213,592

Sumber (*Source*): ⁹ UU no. 26 tahun 2007 RTH pada wilayah kota minimal 30% dari luas wilayah kota

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kabupaten Karanganyar memiliki total emisi sebesar 2.069,531 Gg CO₂. Total emisi tersebut dilihat dari empat aspek yaitu emisi dari bahan bakar, penduduk, peternakan dan areal persawahan. Emisi dari bahan bakar menjadi penyumbang emisi terbesar dengan kisaran 83% dari total emisi.

Empat titik hutan kota yang diamati sebagian besar pohonnya didominasi jenis angkana dan mahoni daun besar, sebagian kecil terdapat beringin dan trembesi. Dalam hal daya serap CO₂, trembesi merupakan yang paling baik. Namun jumlahnya hanya ditemui pada satu titik hutan kota saja.

Total area hijau di Kabupaten Karanganyar saat ini belum mampu menyerap total emisi yang dihasilkan. Diperlukan penambahan area hijau seluas 25.739,814 ha untuk mampu menyerap total emisi di wilayah tersebut. Dengan penambahan area sejumlah luasan tersebut, maka Kabupaten Karanganyar memenuhi kriteria ideal berdasarkan Undang-Undang penataan ruang daerah.

B. Saran

Pemerintah Kabupaten Karanganyar membutuhkan penambahan area RTH seluas 25.739,814 ha untuk dapat menyerap total emisi yang ada. Langkah yang dapat ditempuh yaitu dengan menanam pohon di area pekarangan/bangunan seluas 21.197 ha dengan pendekatan hutan masyarakat serta sistem agroforestri pada

tegalan/kebun seluas 17.847 ha (BPS, 2010). Pohon beringin dan trembesi merupakan jenis tegakan yang direkomendasikan untuk ditanam pada RTH baru maupun di hutan kota ataupun hutan Negara yang tersedia saat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrazaq. 2010. Daya Serap Pohon terhadap Karbondioksida. <http://ncca19.wordpress.com/2010/02/27/data-daya-serap-pohon-terhadap-karbondioksida/>.
- Aeni, N. 2011. Aplikasi SIG Dan Penginderaan Jauh Dalam Penentuan Kecukupan Dan Prediksi Luasan Ruang Terbuka Hijau Sebagai Rosot CO₂ Di Kabupaten Kudus, Jawa Tengah. *Skripsi*. Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Alamendah. 2011. Daftar Kota Peraih Piala Adipura 2010. <http://alamendah.org/2011/06/07/daftar-kota-penerima-piala-adipura-2011/>
- [BPS] Badan Pusat Statistik Kabupaten Karanganyar. 2010. Karanganyar dalam Angka 2010. Badan Pusat Statistik Kabupaten Karanganyar. Karanganyar.
- Dahlan, E.N. 1989. Studi Kemampuan Tanaman dalam Menyerap Timbal Emisi dari Kendaraan Bermotor. *Tesis*. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

- Dahlan, E.N. 2007. Analisis Kebutuhan Hutan Kota Sebagai Sink gas CO₂ Antropogenik dari BBM dan Gas di Kota Bogor dengan Pendekatan Sistem Dinamik. Disertasi. Program Studi Ilmu Pengetahuan Kehutanan Pascasarjana IPB. Bogor.
- [Depdagri] Departemen Dalam Negeri. 2007. Peraturan Menteri Dalam Negeri No. 1 Tahun 2007 Tentang: Penataan Ruang Terbuka Hijau Kawasan Perkotaan. Jakarta.
- [DPR RI] Dewan Perwakilan Rakyat Republik Indonesia. 2007. Undang-undang Republik Indonesia No. 26 Tahun 2007 Tentang: Penataan Ruang. Jakarta.
- [FAO] Food and Agriculture Organization of The United Nations. 2006. *Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options*. Rome. <http://www.worldwatch.org/ww/livestock> [15 April 2011].
- Grey, G.W. and Denake F.J. 1978. *Urban Forestry*. John Wiley and Sons. New York.
- Irwan Z.D. 2005. *Tantangan Lingkungan dan Lanskap Hutan kota*. Bumi Aksara. Jakarta.
- [IPCC] Intergovernmental Panel on Climate Change. 1996. Revised 1996 IPCC Guidelines for National greenhouse gas Inventories Workbook (Volume 2). <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs5.html>.
- Manan, S. 1976. Pengaruh Hutan dan Manajemen Daerah Aliran Sungai. Diktat Kuliah Fakultas kehutanan. Hal : 228.
- Salisbury, F.B dan Cleon W. R. 1995. Fisiologi Tumbuhan Jilid 2. Penerbit : ITB Bandung.
- Simpson, J.R dan McPherson E.G. 1999. Carbon dioxide Reduction Through Urban Forestry-Guidelines for Professional an Volunteer Tree Planters. Ge. Tech. Rep. PSW-GTR-171. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.
- Tinambunan, RS. 2006. Analisis Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau di Kota Pekanbaru. *Tesis*. Program Pascasarjana IPB. Bogor.