

Perbandingan Berbagai Teknik Estimasi Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau di Kota Bandar Lampung

Comparison of Various Techniques for Estimating Green Open Space in Bandar Lampung City

Rein Susinda Hesty¹, Andi Gunawan², Lilik Budi Prasetyo³, Aris Munandar²

¹ Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor

² Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor

³ Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diterima: 04 Oktober 2018

Direview: 29 Oktober 2018

Disetujui: 19 Februari 2019

Kata kunci:

Ruang terbuka hijau
Populasi
Emisi CO₂
Kota Bandar Lampung

Keywords:

Green open spaces
Population
CO₂ emissions
Bandar Lampung City

Direview oleh:

Anicetus Wihardjaka, Maswar

Abstrak. Meningkatkan kualitas ekologis suatu kota dapat dilakukan dengan membentuk ruang terbuka hijau. Perumusan kebijakan ruang terbuka hijau secara berkelanjutan dipengaruhi oleh berbagai kriteria, di mana indikator-indikator dalam kriteria tersebut saling terkait. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kebutuhan luas ruang terbuka hijau dalam mewujudkan tata kota berkelanjutan di Kota Bandar Lampung. Indikator dalam menentukan kebutuhan ruang terbuka hijau antara lain adalah jumlah populasi, luas lahan, dan emisi CO₂. Berdasarkan populasi pada tahun 2017, kebutuhan ruang terbuka hijau sesuai program pemerintah adalah 2.673 ha, sedangkan luas ruang terbuka hijau hanya ada 2.475 ha sehingga ada perbedaan kekurangan ruang terbuka hijau sebesar 197 ha. Lebih jauh, Kota Bandar Lampung berdasarkan luasnya membutuhkan ruang terbuka hijau seluas 5.916 ha. Tingkat emisi CO₂ di Kota Bandar Lampung pada tahun 2017 adalah sebesar 9.118 Gg CO₂ th⁻¹ sedangkan prediksi total emisi CO₂ pada tahun 2024 adalah 133.202 Gg CO₂ th⁻¹. Sehingga luasan yang ruang terbuka hijau yang dibutuhkan adalah sebesar 156 ha. Angka ini akan meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk. Untuk itu luas ruang terbuka hijau perlu disesuaikan secara berkala untuk penyerapan emisi CO₂ dan keserasian kota.

Abstract. Improving the ecological quality of a city can be done by creating green open space. The formulation of a green open space policy for harmonious city is influenced by various interrelated factors. This study aimed to estimate the area of green open space in realizing sustainable green open space in Bandar Lampung City. Indicators in determining the needs of green open space were the population, land area, and CO₂ emissions. Based on the population in 2017, the green open space requirement as targeted by the local government was 2,673 ha, while the extent of existing green open space was is only 2,475 ha, hence a need for 197 ha more green open space area. Bandar Lampung City based on its area requires a green open space of 5,916 ha. The level of CO₂ emissions in Bandar Lampung City in 2017 was 9,118 Gg year⁻¹, while the predicted total CO₂ emissions in 2024 is 133.202 Gg CO₂ year⁻¹ and hence the city require additional green open space of 156 ha. This number will increase in line with population growth. For this reason, the area of green open space needs to be adjusted regularly for the absorption of CO₂ emissions and the harmony of the city.

Pendahuluan

Perkembangan perkotaan memiliki keterkaitan yang kuat terhadap pertumbuhan fisik kota, hal ini seringkali berbenturan dengan sumber daya alam dan lingkungan hidup. Peningkatan jumlah penduduk di perkotaan merupakan salah satu penyebab pergeseran lahan perkotaan, missal peningkatan jumlah penduduk meningkatkan juga aktivitas ekonomi, kebutuhan masyarakat akan fasilitas dan pelayanan, kebutuhan hunian yang berhubungan dengan ruang perkotaan (Yasmin dan Said 2015). Ruang terbuka hijau merupakan salah satu bagian penting dari suatu kota (Chiesura 2004). Keberadaan ruang terbuka hijau seperti hutan kota, taman kota, dan jalur hijau sangat penting bagi masyarakat kota.

Ruang terbuka hijau juga merupakan bagian dari ruang terbuka perkotaan dengan keberadaan tanaman, perkebunan dan bentuk ruang terbuka hijau lainnya yang secara langsung ataupun tidak langsung memberikan manfaat seperti kesehatan, ketenangan, kenyamanan, keamanan dan nilai estetika dari area perkotaan (Humaida, *et al.* 2016).

Berdasarkan data Bappeda Kota Bandar Lampung, pada tahun 2009 ruang terbuka hijau publik di Kota Bandar Lampung meliputi luasan ± 2.489 ha atau 12,62% dari total luas wilayah Kota Bandar Lampung, namun tahun 2012 luasan ruang terbuka hijau publik mengalami penurunan sebesar 304,21 ha atau menjadi ± 2.185,59 ha dengan luasan RTH privat hanya 289,7 ha. Berkurangnya tutupan lahan bervegetasi akan mempengaruhi kualitas

* Corresponding author: reinnaufal_azmi@yahoo.co.id

lingkungan, dimana berperan penting pada proses fotosintesis, sehingga gas CO₂ dari buangan kendaraan bermotor dan industri akan dimanfaatkan dalam proses tersebut untuk menghasilkan oksigen dan karbohidrat. Bilamana vegetasi berkurang karena akibat alihfungsi menjadi kawasan permukiman, perkantoran, rekreasi, industri dan lainnya yang disertai dengan peningkatan konsentrasi CO₂ dapat menyebabkan efek rumah kaca yang pada akhirnya dapat meningkatkan suhu permukaan bumi.

Selain itu, kebijaksanaan pembangunan suatu kota memerlukan suatu perencanaan kota yang memperhatikan berbagai aspek ekonomi, politik, sosial dan ekologi serta keberlanjutan (Kelly dan Becker 2000). Perubahan lingkungan dapat dilihat dari perubahan lahan. Perubahan lahan diperkotaan, akan cenderung mengubah lahan tidak terbangun menjadi lahan terbangun, baik permukiman maupun kegiatan lainnya. Dalam mewujudkan kota yang berkelanjutan kebijakan penataan ruang harus memperhatikan keseimbangan antara unsur alami dan kawasan terbangun seperti yang diamanatkan oleh Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang agar terwujud keberadaan ruang terbuka hijau untuk kenyamanan bagi masyarakat. Ruang terbuka hijau adalah salah satu unsur kota yang penting khususnya dari fungsi ekologis misal besaran ukuran ruang terbuka hijau kota (*urban green open space*), termasuk halaman rumah, semestinya dapat dimanfaatkan sebagai ruang hijau yang ditanami tetumbuhan. Fungsi ekologis keberadaan RTH meningkatkan kualitas air tanah, mencegah banjir, mengurangi polusi udara, dan mengatur iklim mikro. Kebijakan pembangunan dalam suatu kota memerlukan suatu perencanaan yang memperhatikan berbagai aspek ekonomi, politik, sosial, ekologi, dan keberlanjutan (Maruani dan Cohen 2007). Mengacu pada serangkaian hasil penelitian sebelumnya fungsi pohon mempunyai nilai ekonomi yang dapat dihitung dengan kapasitas layanan terukur (American Forest 2002 dalam Fatimah 2012) dan valuasi Manfaat Ekologis Ruang Terbuka Hijau (Fatimah 2012). Beberapa peneliti menyatakan manfaat ekologis keberadaan ruang terbuka hijau yang sangat tinggi di perkotaan sulit mempertahankan kelestariannya terutama jika berhadapan dengan permasalahan nilai ekonomi lahan, kondisi dan partisipasi masyarakat (Atmanto 1995; Nasution 1995 dalam Nurisjah 2005), dan pengelolaan terhadap ruang terbuka hijau (Nurisjah 2005).

Kota Bandar Lampung sebagaimana dengan kota-kota besar lainnya yang ada di Indonesia mengalami perkembangan fisik perkotaan untuk memenuhi kebutuhan warga kota dengan berbagai permasalahan perkotaan, misal penurunan keberadaan proporsi ruang terbuka hijau dengan meningkatnya populasi dan kepadatan penduduk

yang mengakibatkan terganggunya keseimbangan antara sistem alam dan manusia. Keberadaan ruang terbuka hijau di Kota Bandar Lampung sangat dibutuhkan warga kota selain berfungsi secara ekologis kota juga mampu menampung kebutuhan sosial dan ekonomi dalam pemanfaatannya. Perencanaan ruang terbuka hijau di Kota Bandar Lampung merupakan bagian strategi kota untuk mengatasi pembangunan dan dampak ekologis berbagai aktivitas manusia terkait gangguan proses alam di lingkungan perkotaan. Peningkatan jumlah penduduk dari 790.895 jiwa (tahun 2003) sebesar 997.728 jiwa (tahun 2016), tentu membutuhkan ruang dalam melakukan kegiatan/aktivitasnya. Hal ini juga merupakan bagian dari salah satu faktor pendorong terjadinya perubahan penggunaan lahan yang cenderung akan melakukan konversi ruang terbuka hijau sebagai alternatif yang dianggap lebih mudah. Fungsi ruang terbuka hijau di Kota Bandar Lampung sangat penting bagi keberlangsungan kehidupan masyarakat meski masih terdapat upaya-upaya yang kontradiktif terhadap keberadaannya.

Peningkatan terhadap jumlah penduduk berimplikasi terhadap kebutuhan tempat tinggal yakni kebutuhan akan perumahan dengan menggeser penggunaan lahan perkotaan yang sudah terencana menjadi sesuatu yang seringkali bertentangan dengan rencana yang dibuat. Permasalahan-permasalahan terhadap lingkungan perkotaan di Kota Bandar Lampung sudah dapat terlihat dimulai dari kawasan pinggiran kota yang telah terkonversi secara bertahap seperti konversi lahan pertanian, hutan dan perkebunan menjadi kawasan terbangun sehingga terjadi penurunan kualitas dan kuantitas air. Rata-rata penurunan ruang terbuka hijau di Kota Bandar Lampung cukup tinggi, seperti hasil penelitian Tridarmayanti (2010) yang melaporkan bahwa penurunan luasan ruang terbuka hijau (kebun, sawah, dan hutan) sebesar 7,35% (1.449 ha) pada kurun waktu 2000-2007, sedangkan kawasan sekitar Kota Bandar Lampung sebesar 7,2% (8.935 ha) Perubahan dari penggunaan lahan terbuka menjadi lahan terbangun tidak hanya terjadi pada lahan dan kebun saja akan tetapi hutan lindung dan register yang sering dilakukan tanpa izin. Ditinjau dari jumlah dan ketersediaan ruang terbuka hijau kawasan perkotaan Kota Bandar Lampung masih tercukupi yaitu 63,4% dari luas wilayah pada tahun 2010, tetapi distribusi penyebaran ruang terbuka hijau di Kota Bandar Lampung tidak merata terutama pada kawasan padat penduduk dan kawasan kritis atau rentan (bantaran sungai, kawasan pesisir, pinggir rel dan kereta api). Persada (2015) menjelaskan bahwa permukiman berkembang ke kawasan pertanian yang menjadi daerah tangkapan air sehingga apabila musim hujan menjadi banjir. Selain itu, adanya pergeseran lahan yang semula merupakan ruang terbuka hijau dengan luasan 12 ha menjadi kawasan perdagangan (*mall*). Berkurangnya

penggunaan lahan ruang terbuka hijau akan mempengaruhi kualitas lingkungan perkotaan, sebagaimana diketahui bahwa keberadaan ruang terbuka hijau memiliki peranan dan fungsi yang tinggi terhadap kelangsungan ekologi perkotaan.



Gambar 1. Peta Wilayah Penelitian
Figure 1. Map of research area

Telah dilakukan estimasi ruang terbuka hijau dengan berbagai pendekatan berdasarkan penambahan jumlah penduduk, berdasarkan luas wilayah kota dan emisi karbondioksida yang dihasilkan oleh kegiatan manusia, hewan, kendaraan dan areal pertanian di Kota Bandar Lampung. Tujuan dari penelitian ini adalah mencari teknik pendekatan estimasi ruang terbuka hijau yang paling tepat.

Metode Penelitian

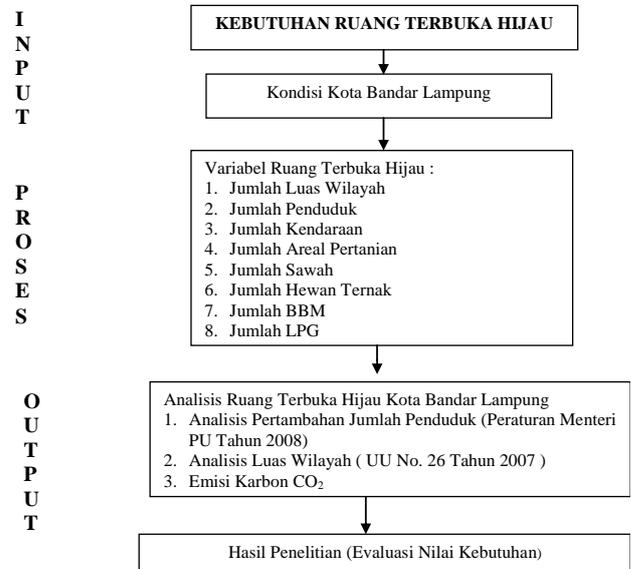
Waktu dan Lokasi Penelitian

Waktu penelitian dimulai bulan Mei 2017 sampai bulan Mei 2018. Lokasi penelitian terletak di Kota Bandar Lampung.

Desain Penelitian

Penelitian ini dirancang dengan mengumpulkan data primer dan sekunder untuk menjawab pertanyaan penelitian. Desain penelitian yang meliputi tujuan penelitian, analisis kebutuhan ruang terbuka hijau di Kota

Bandar Lampung dengan menggunakan pendekatan jumlah penduduk, aturan perundang-undangan dan penyerapan CO₂ yang digunakan untuk memprediksi kebutuhan ruang terbuka hijau dalam skala waktu dalam tahun (Gambar 2).



Gambar 2. Desain penelitian
Figure 2. Research design

Data sekunder yang dikumpulkan berasal dari data statistik yang diambil dari studi pustaka berupa pengambilan informasi yang diperlukan mengenai keadaan umum areal, ruang terbuka hijau yang diperoleh dari instansi-instansi yang terkait. Jenis, bentuk, dan sumber data terlihat pada Tabel 1.

Pengolahan Data

Kebutuhan Ruang terbuka hijau berdasarkan jumlah penduduk

Penentuan kebutuhan RTH mengacu pada ketentuan Peraturan Menteri PU Tahun 2008 untuk luas minimal RTH per jiwa yaitu seluas 20 m² per jiwa. Perhitungan estimasi kebutuhan RTH berdasarkan jumlah penduduk:

Tabel 1. Jenis, bentuk dan sumber data
Table 1. Type, format, and source of data

No	Jenis Data	Bentuk Data	Sumber Data	Tahun
1	Demografi penduduk Kepadatan dan jumlah penduduk	Deskripsi	BPS	2017
2	Tingkat konsumsi bahan bakar bensin, solar, LPG, <i>Industrial Fuel Oil</i> dan minyak tanah	Deskripsi	Pertamina	2017
3	Jumlah dan jenis hewan ternak	Deskripsi	Dinas Pertanian	2017
4	Kendaraan bermotor Jenis dan jumlah	Deskripsi	Dinas Perhubungan	2017

$$\text{Kebutuhan RTH (ha)} = \frac{\text{Jumlah Penduduk (jiwa)} \times \text{Luas Minimal RTH / jiwa}}{\dots\dots\dots} \quad (1)$$

Kebutuhan berdasarkan luas wilayah

Kebutuhan berdasarkan luas wilayah memperhatikan ketentuan luas minimal RTH untuk kota menurut Undang-undang Penataan Ruang No. 26 Tahun 2007 yaitu minimal 30% dari luas wilayah kota. Rumus kebutuhan RTH berdasarkan luas wilayah adalah :

$$\text{Kebutuhan RTH (ha)} = \text{Luas wilayah kota (ha)} \times 30\% \quad \dots\dots\dots(2)$$

Analisis kebutuhan RTH berdasarkan luas wilayah dibagi berdasarkan proporsi jenis RTH yaitu RTH publik sebesar 20% dan RTH privat sebesar 10%. Kebutuhan RTH berdasarkan proporsi luas wilayah kecamatan untuk terciptanya distribusi RTH yang seimbang.

Kebutuhan ruang terbuka hijau kota dengan emisi karbon

Kebutuhan akan luasan optimum ruang terbuka hijau dihitung berdasarkan daya serap CO₂ dapat diperoleh dari kemampuan RTH dalam menyerap produksi emisi CO₂ yang dihasilkan. Pendekatan yang digunakan untuk menentukan luasan tersebut adalah dengan memprediksikan kebutuhan RTH berdasarkan tiga daya serap CO₂ serta membandingkannya dengan kondisi RTH eksisting. Kebutuhan RTH diperoleh dari jumlah emisi CO₂ yang terdapat di Kota Bandar Lampung dibagi dengan kemampuan RTH dalam menyerap CO₂ berdasarkan daya serap berbagai macam tipe vegetasi terhadap karbondioksida.

Metode yang digunakan untuk mengetahui total emisi adalah metode yang dari *Intergovernmental Panel on Climate Change Guideline* (IPCC) tahun 2006 yakni sumber emisi yang diperhitungkan berasal dari energi (bahan bakar fosil), ternak, sawah, dan penduduk. Penghitungan untuk memperkirakan emisi CO₂ yang dikeluarkan oleh sumber emisi dapat terlihat pada Tabel 2.

Penentuan luas ruang terbuka hijau berdasarkan fungsi sebagai penyerap CO₂

Kebutuhan terhadap luasan optimal dari ruang terbuka hijau berdasarkan daya serap CO₂ dapat diperoleh dari kemampuan RTH dalam menyerap CO₂. Pendekatan yang digunakan untuk menentukan luasan RTH tersebut adalah dengan memprediksikan kebutuhan RTH berdasarkan daya serap CO₂ serta membandingkan dengan kondisi ruang terbuka tahun 2016 (eksisting). Kebutuhan RTH diperoleh dari jumlah emisi CO₂ yang terdapat di Kota Bandar Lampung dibagi dengan kemampuan RTH dalam

menyerap CO₂ melalui rumus :

$$L \text{ (ha)} = \frac{w \text{ (ton CO}_2 \text{ th}^{-1}) + x \text{ (ton CO}_2 \text{ th}^{-1}) + y \text{ (ton CO}_2 \text{ th}^{-1}) + z \text{ (ton CO}_2 \text{ th}^{-1})}{K \text{ (ton th}^{-1} \text{ ha}^{-1})} \quad \dots\dots\dots(3)$$

di mana:

- L = Kebutuhan luasan ruang terbuka hijau (ha)
- w = Total emisi CO₂ dari energi (ton CO₂ th⁻¹)
- x = Total emisi CO₂ dari ternak (ton CO₂ th⁻¹)
- y = Total emisi CO₂ dari areal persawahan (ton CO₂ th⁻¹)
- z = Total emisi dari manusia (ton CO₂ th⁻¹)
- K = Nilai serapan CO₂ oleh hutan (pohon) sebesar 58 (ton CO₂ ha⁻¹ th⁻¹) menurut Inverson, 1993 diacu dalam Tinambunan, 2006).

Setelah mendapatkan nilai kebutuhan luasan RTH berdasarkan daya serap CO₂ maka akan diketahui luasan RTH yang harus disediakan oleh Kota Bandar Lampung. Penambahan luasan RTH yang harus disediakan dilakukan dengan rumus:

$$L \text{ (ha)} = A \text{ (ha)} - B \text{ (ha)} \quad \dots\dots\dots(4)$$

di mana:

- L = Penambahan luasan ruang terbuka hijau (ha)
- A = Kebutuhan ruang terbuka hijau (ha)
- B = Luas ruang terbuka hijau sekarang (ha)

Prediksi kebutuhan ruang terbuka hijau Kota Bandar Lampung

Penentuan kebutuhan luasan dari RTH di Kota Bandar Lampung didasarkan pada perubahan emisi CO₂ yang terdapat di Kota Bandar Lampung pada tahun 2016. Data perkiraan emisi ini diperoleh dari penghitungan sumber emisi yang berasal dari energi, ternak, sawah, dan manusia, dengan cara :

- a. Pendugaan jumlah konsumsi bahan bakar diperoleh dari Pertamina. Perhitungan untuk memperkirakan tingkat konsumsi didasarkan atas penghitungan laju rata-rata pertambahan konsumsi bahan bakar, dengan menggunakan rumus bunga berganda (Mc Cutcheon dan Scoot 2005 dalam Aenni 2011) yaitu:

$$Kt = K_0 (1 + r)^t \quad \dots\dots\dots(5)$$

di mana:

- Kt = Tingkat konsumsi bahan bakar pada akhir periode waktu ke t
- K₀ = Tingkat konsumsi bahan bakar pada awal periode waktu ke t
- r = Rata-rata persentase pertambahan jumlah konsumsi bahan bakar
- t = Selisih tahun

Tabel 2. Metode perhitungan emisi berdasarkan sumbernya (IPCC 1996)
 Table 2. Methods of emission calculation by source (IPCC 1996)

No.	Sumber Emisi	Rumus	Keterangan
1.	Energi	$C = a \times b$ $E = C \times d$ $G = E \times f$ $H = G \times \frac{44}{12}$	C = Jumlah konsumsi bahan bakar berdasarkan jenis bahan bakar (TJ tahun ⁻¹) a = Konsumsi bahan bakar berdasarkan jenis bahan bakar (10 ³ ton tahun ⁻¹) b = Nilai kalori bersih/faktor konversi berdasarkan jenis bahan bakar (TJ/10 ³ ton) E = Kandungan karbon berdasarkan jenis bahan bakar (t C tahun ⁻¹) d = Faktor emisi karbon berdasarkan jenis bahan bakar (t C/TJ) G = Emisi karbon aktual berdasarkan jenis bahan bakar (GgC tahun ⁻¹) f = Fraksi CO ₂ , fraksi CO ₂ untuk bahan bakar minyak adalah 0,99 sedangkan un bahan bakar adalah 0,995 H = Emisi CO ₂ aktual berdasarkan jenis bahan bakar (Gg CO ₂ tahun ⁻¹)
2.	Ternak	$C = a \times b$ $E = a \times d$ $F = C + E$	C =Emisi gas metan dari proses fermentasi berdasarkan jenis ternak (ton tahun ⁻¹) a = Populasi ternak berdasarkan jenis ternak (ekor) b = Faktor emisi CH ₄ dari hasil fermentasi berdasarkan jenis ternak (kg ekor ⁻¹ tahun ⁻¹) E =Emisi gas metan dari proses pengelolaan pupuk berdasarkan jenis ternak (ton tahun d = Faktor emisi CH ₄ dari pengelolaan pupuk berdasarkan jenis ternak (kg ekor ⁻¹ tahu F = Total Emisi gas metan berdasarkan jenis ternak (Gg tahun ⁻¹)
3.	Areal Sawah	$D = a \times b \times c \times d$	D =Total emisi gas metan dari areal persawahan (Gg tahun ⁻¹) a = Luas areal persawahan (m ²) b = Nilai ukur faktor emisi CH ₄ c = Faktor emisi (18 g/m ²) a = Jumlah masa panen per tahun (tahun)
4.	Penduduk	$KKp(t) = JPT(t) \times KPt$	KKp(t) = Karbondioksida yang dihasilkan penduduk pada tahun ke t (ton CO ₂ tahun ⁻¹) JPT(t) = Jumlah penduduk terdaftar pada tahun ke t (jiwa) KPt = Jumlah karbondioksida yang dihasilkan manusia yaitu 0,96 kg CO ₂ jiwa ⁻¹ ha (0,3456 ton CO ₂ jiwa ⁻¹ tahun ⁻¹)

b. Pendugaan luasan pertanian (areal persawahan)

Data luasan areal persawahan diperoleh dari hasil interpretasi spasial penutupan lahan wilayah Kota Bandar Lampung.

c. Pendugaan populasi ternak

Data populasi ternak diperoleh dari Dinas Pertanian Kota Bandar Lampung. Perhitungan yang akan digunakan untuk memperkirakan populasi ternak pada tahun 2023 didasarkan pada perhitungan laju rata-rata pertumbuhan populasi ternak. Penentuan tahun perkiraan ditentukan oleh ketersediaan data, perhitungan populasi ternak diprediksi dengan rumus berikut:

$$Pt = Po (1 + r) ^t \dots\dots\dots(6)$$

di mana:

- Pt = Populasi ternak pada akhir periode waktu ke t
- Po = Populasi ternak pada awal periode waktu ke t
- r = Rata-rata persentase pertambahan populasi
- t = Selisih tahun

d. Pendugaan jumlah penduduk

Data jumlah penduduk diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kota Bandar Lampung tahun 2016. Penghitungan yang digunakan untuk memperkirakan jumlah penduduk pada tahun berikutnya adalah dengan perhitungan laju

rata-rata pertumbuhan penduduk dengan rumus prediksi :

$$Pt = Po (1 + r) ^t \dots\dots\dots(7)$$

dengan,

- Pt = Populasi penduduk pada akhir periode waktu ke t
- Po = Populasi penduduk pada awal periode waktu ke t
- r = Rata-rata persentase pertambahan jumlah penduduk
- t = Selisih Tahun

Prediksi kebutuhan ruang terbuka hijau pada tahun ke t didapat dari perkiraan jumlah emisi CO₂ yang terdapat di Kota Bandar Lampung dibagi dengan kemampuan RTH dalam menyerap CO₂ .

e. Perubahan luasan RTH

Perubahan luasan ruang terbuka hijau yang terjadi dapat menggunakan data sekunder pada tahun-tahun sebelumnya. Data yang digunakan adalah data jumlah penduduk, konsumsi bahan bakar (transportasi) dan luasan areal persawahan. Rumus untuk mengetahui rata-rata perubahan luasan ruang terbuka hijau pada periode tertentu yaitu :

$$MD = \frac{|L - \bar{L}|}{N} \dots\dots\dots(8)$$

di mana:

- MD = Perubahan luasan
- L = Luas ruang terbuka hijau pada akhir periode waktu t
- \bar{L} = Luas ruang terbuka hijau pada awal periode waktu t
- N = Jumlah waktu (tahun)

Hasil dan Pembahasan

Demografi Penduduk

Berdasarkan sensus dari BPS (2016), Kota Bandar Lampung memiliki populasi penduduk sebanyak 1.251.642 jiwa (sensus 2014) dengan luas wilayah sekitar 197,22 km², maka Bandar Lampung memiliki kepadatan penduduk 8.316 jiwa/km² dan tingkat pertumbuhan penduduk 1.79 % per tahun. Jumlah dan tingkat pertumbuhan penduduk Kota Bandar Lampung dapat ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Jumlah dan tingkat pertumbuhan penduduk Kota Bandar Lampung

Table 3. Total and rate of population growth in Bandar Lampung City

Tahun	2008	2011	2016	2030
Jumlah Penduduk	822.880	922.808	1.251.642	2.400.000

Sumber : BPS (2017)

Sebaran penduduk di Kota Bandar Lampung tidak merata, terlihat dari jumlah penduduk Kota Bandar Lampung tiap kecamatan (Tabel 4).

Kebutuhan Ruang terbuka hijau berdasarkan jumlah penduduk

Kebutuhan ruang terbuka hijau menurut Peraturan Menteri PU nomor Tahun 2008 tentang luas minimal ruang terbuka hijau per jiwa yaitu seluas 20 m² per jiwa. Sesuai dengan peraturan tersebut, tahap awal analisis memperhatikan data jumlah penduduk eksisting. Hasil penelitian di Kota Bandar Lampung menunjukkan bahwa setiap tahun jumlah penduduk Kota Bandar Lampung akan mengalami penambahan kebutuhan akan ruang terbuka hijau sesuai dengan penambahan penduduk yang terjadi. Luasan terhadap penggunaan RTH di Kota Bandar Lampung semakin menurun. Kebutuhan RTH berdasarkan jumlah penduduk dilakukan analisis terhadap prediksi pertumbuhan jumlah penduduk. Jumlah penduduk dan kebutuhan ruang terbuka hijau seharusnya juga bertambah setiap tahunnya.

Tabel 4. Jumlah penduduk per kecamatan

Table 4. Total of population per district

No	Nama Kecamatan	Jumlah Penduduk
		jiwa
1	Kedaton	72.953
2	Sukarame	73.443
3	Tanjung Karang Barat	74.157
4	Tanjung Karang Pusat	72.195
5	Tanjung Karang Timur	56.284
6	Teluk Betung Utara	62.611
7	Teluk Betung Barat	35.951
8	Teluk Betung Selatan	49.916
9	Teluk Betung Timur	52.765
10	Bumi Waras	68.030
11	Kedamaian	49.840
12	Enggal	40.660
13	Langkapura	29.024
14	Panjang	96.287
15	Kemiling	81.122
16	Rajabasa	81.122
17	Labuhan Ratu	60.692
18	Sukabumi	69.621
19	Tanjung Senang	54.873
20	Way Halim	92.163
	Jumlah	1.251.642

Sumber : BPS (2016)

Kebutuhan ruang terbuka hijau berdasarkan jumlah penduduk di Kota Bandar Lampung pada tahun 2017 sebesar 2.673 ha dengan jumlah penduduk 1.251.642 jiwa sedangkan luasan ruang terbuka hijau yang ada hanya sebesar 2.475 ha, terdapat selisih luasan ruang terbuka hijau sebesar 197 ha sehingga perlu dilakukan penambahan ruang terbuka hijau.

Tabel 5. Kebutuhan ruang terbuka hijau Kota Bandar Lampung berdasarkan jumlah penduduk

Table 5. Need for green open space in Bandar Lampung City based on total population

Tahun	Jumlah penduduk	Kebutuhan Luas RTH
	orang	ha
2010	881.801	17.636
2011	922.808	18.456
2012	939.326	18.787
2013	1.101.101	22.022
2014	1.120.811	22.416
2015	1.166.761	23.335
2016	1.251.642	25.033
2017	1.255.887	25.118
2018	1.336.503	26.730
2019	1.409.029	28.181
2020	1.580.846	31.617
2021	1.773.613	35.472
2022	1.989.886	39.798
2023	2.232.532	44.651
2024	2.504.765	50.095

Kebutuhan ruang terbuka hijau berdasarkan luas wilayah

Kebutuhan berdasarkan luas wilayah berdasarkan ketentuan luas minimal ruang terbuka hijau untuk perkotaan berdasarkan Undang-undang Penataan Ruang No. 26 Tahun 2007 yaitu sebesar minimal 30% dari luas wilayah kota. Analisis kebutuhan RTH menurut luas wilayah dibagi proporsi jenis ruang terbuka hijau yaitu RTH publik sebesar 20% dan ruang terbuka hijau privat sebesar 10%. Luas wilayah Kota Bandar Lampung adalah sebesar 197,22 km².

Berdasarkan peraturan tersebut Kota Bandar Lampung harus memiliki luas ruang terbuka hijau sebesar 5.946 ha untuk mencukupi kebutuhan ruang terbuka hijau di Kota Bandar Lampung. Hasil analisis kondisi ruang terbuka hijau di Kota Bandar Lampung tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan kota. Ruang terbuka hijau yang harus disediakan oleh Kota Bandar Lampung sebesar 5.946 ha, sedangkan luas ruang terbuka hijau yang ada di Kota Bandar Lampung hanya sebesar 1.503 ha. Berdasarkan hal tersebut selisih luasan ruang terbuka hijau

yang dibutuhkan adalah 4.417 ha yang harus disediakan oleh Kota Bandar Lampung untuk memenuhi kebutuhan ruang terbuka hijau sesuai dengan amanat peraturan UU No. 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang. Luasan kebutuhan tiap kecamatan dapat ditunjukkan pada Tabel 7 berikut ini. Kebutuhan ruang terbuka hijau untuk masing-masing kecamatan dapat diketahui dengan menggunakan asumsi yang mengacu pada ketentuan peraturan undang-undang, yakni Undang-undang No. 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang untuk daerah perkotaan yang membutuhkan ruang terbuka hijau sebesar 30% dari luas wilayah per kecamatan.

Berdasarkan dari perhitungan Tabel 6 bahwa sebaran ruang terbuka hijau di setiap kecamatan tidak merata. Selanjutnya, luas kebutuhan ruang terbuka hijau pada setiap kecamatan yang ada di Kota Bandar Lampung saat ini tidak mencukupi, sehingga perlu dilakukan penambahan ruang terbuka hijau di setiap kecamatannya. Total kekurangan ruang terbuka hijau adalah 4.417 ha dari luas total wilayah Kota Bandar Lampung.

Tabel 6. Kebutuhan RTH pada masing-masing kecamatan Kota Bandar Lampung

Table 6. *The need for green open space in districts of Bandar Lampung City*

No	Kecamatan	Luas Kecamatan	Kebutuhan RTH	Luas RTH	Penambahan Luasan
----- ha -----					
1	Teluk Betung Barat	1.102	331	122	-208
2	Teluk Betung Timur	1.483	445	164	-281
3	Teluk Betung Selatan	379	114	42	-72
4	Bumi Waras	375	113	42	-71
5	Panjang	1.575	473	175	-298
6	Tanjung Karang Timur	203	61	23	-38
7	Kedamaian	821	246	91	-155
8	Teluk Betung Utara	433	130	48	-82
9	Tanjung Karang Pusat	405	122	45	-77
10	Enggal	349	105	39	-66
11	Tanjung Karang Barat	1.499	450	166	-284
12	Kemiling	2.424	757	269	-459
13	Langkapura	612	184	68	-116
14	Kedaton	479	144	53	-91
15	Rajabasa	1.353	406	150	-256
16	Tanjung Senang	1.063	319	118	-201
17	Labuhan Ratu	797	239	88	-151
18	Sukarame	1.475	443	163	-279
19	Sukabumi	2.360	708	262	-446
20	Way Halim	535	161	59	-101
TOTAL		19.722	5.917	2.186	-3.731

*Pendugaan Faktor Penghasil Emisi Karbon*1) *Penduduk*

Dampak dari pemanasan global mulai dirasakan di kota-kota besar di Indonesia, termasuk Kota Bandar Lampung. Pemanasan global merupakan fenomena peningkatan temperatur global dari tahun ke tahun karena terjadinya efek rumah kaca di atmosfer yang disebabkan oleh peningkatan konsentrasi gas rumah kaca. Manusia ikut berperan dalam pemanasan global sejak pertengahan abad ke 20 (IPCC 2007). Pemanasan global ini akan terus meningkat dengan percepatan yang tinggi dan tidak terkendali pada abad ke 21 jika tidak ada penanggulangannya. Tingginya kepadatan penduduk dengan laju pertumbuhan penduduk mendorong peningkatan kebutuhan akan lahan permukiman, bersamaan dengan bertambahnya elemen-elemen pendukung kegiatan sosial ekonomi dalam masyarakat dengan membangun sarana infrastruktur lain seperti pertokoan, perkantoran, pabrik, jalan, sekolah dan lainnya. Besarnya permintaan bahan pangan khususnya dari daerah perkotaan mendorong pula terjadinya lahan untuk pertanian sehingga berdampak pada terjadinya alih fungsi kawasan pinggiran yang umumnya merupakan kawasan hutan. Tabel 7 memperlihatkan perbedaan hasil dari analisis kebutuhan ruang terbuka hijau di Kota Bandar Lampung berdasarkan luas wilayah, kebutuhan berdasarkan emisi karbon dan kebutuhan per penduduk pada setiap kecamatan di Kota Bandar Lampung menunjukkan hasil dalam luasan yang berbeda.

Tabel 7. Perbandingan kebutuhan ruang terbuka hijau (RTH) tahun 2017 Kota Bandar Lampung untuk public dan privat

Table 7. The need for green open space in Bandar Lampung City 2017 for public and private

Nama Kecamatan	Luas Kecamatan	Kebu-tuhan RTH*	Kebu-tuhan RTHpi **	Kebu-tuhan RTH ***	
				RTH Publik (20%)	RTH Privat (10%)
----- ha -----					
Teluk Betung Barat	1.102	8	149	220	110
Teluk Betung Timur	1.483	11	200	296	148
Teluk Betung Selatan	379	3	51	75	37
Bumi Waras Panjang	375	2	50	75	37
Tanjung Karang Timur	1.575	12	213	315	157
Kedamaian	203	1	27	40	20
Teluk Betung Utara	821	6	111	164	82
Tanjung Karang Pusat	433	3	58	86	43
Enggal	405	3	54	81	40
Tanjung Karang Barat	349	2	47	69	34
Kemiling	1.499	11	203	299	149
Langkapura	2.424	19	328	484	242
Kedaton	612	4	82	122	61
Rajabasa	479	3	64	95	47
Tanjung Senang	1.353	10	183	270	135
Labuhan Ratu	1.063	8	144	212	106
Sukarame	797	6	108	159	79
Sukabumi	1.475	11	199	295	147
Way Halim	2.360	18	319	472	236
Total	535	4	72	107	53
Total	19.722	156	2.673	3.944	1.972

Sumber : Hasil Penelitian, dengan * berdasarkan emisi karbon, ** berdasarkan Permen PU, ***berdasarkan UU No. 26 Tahun 2007

2) Sumber Energi

Sektor energi berkontribusi dalam menghasilkan emisi karbon. Saat ini kebutuhan energi di Indonesia sekitar 95% yang masih bergantung pada energi fosil sebagai penyumbang emisi yang sangat besar. Indonesia berkomitmen untuk mengurangi emisinya hingga 29% pada tahun 2030, maka transisi dari energi fosil menuju energi terbarukan harus dilakukan sesegera mungkin sebagai bagian dari upaya percepatan pembangunan yang rendah karbon. Oleh karena itu perlu adanya konsisten yang kuat dan partisipasi seluruh pemangku kepentingan baik dari tingkat pemerintah, swasta dan masyarakat. Data sumber energi berupa bahan bakar diperoleh dari BUMN Pertamina daerah Kota Bandar Lampung Tahun 2017. Pendugaan jumlah bahan bakar yang digunakan di Kota Bandar Lampung terlihat pada Tabel 8.

Hasil perhitungan penggunaan bahan bakar premium, solar dan LPG di Kota Bandar Lampung sebagian besar mengalami peningkatan pada setiap tahunnya, hal ini

menunjukkan bahwa kebutuhan akan jenis bahan bakar di Kota Bandar Lampung sangat tinggi/ sangat dibutuhkan. Kebutuhan bahan bakar juga dipengaruhi bertambahnya populasi penduduk di Kota Bandar Lampung yang juga berdampak pada perekonomian.

Tabel 8. Simulasi bahan bakar yang digunakan di Kota Bandar Lampung

Table 8. Simulation of fuel used in Bandar Lampung City

Tahun	Jenis Bahan Bakar		
	Premium	Solar	LPG
	----- KL th ⁻¹ -----		t th ⁻¹
2012	498.519	353.304	106.303
2013	474.579	330.735	127.203
2014	704.509	381.942	145.625
2015	1.045.839	441.079	155.277
2016	1.552.542	509.372	168.186
2017	2.304.739	588.238	288.259
2018	3.421.371	679.316	494.056
2019	5.079.004	784.495	846.777
2020	7.539.750	905.959	145.1317
2021	11.192.712	1.046.229	2.487.457
2022	16.615.510	1.208.217	4.263.328
2023	24.665.621	1.395.287	7.307.047
2024	36.615.958	1.611.320	12.523.769

Hasil perhitungan penggunaan bahan bakar premium, solar dan LPG di Kota Bandar Lampung sebagian besar mengalami peningkatan pada setiap tahunnya, hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan akan jenis bahan bakar di Kota Bandar Lampung sangat tinggi/ sangat dibutuhkan. Kebutuhan bahan bakar juga dipengaruhi bertambahnya populasi penduduk di Kota Bandar Lampung yang juga berdampak pada perekonomian.

3) Ternak

Ternak yang ada di Kota Bandar Lampung terdiri dari sapi, kerbau, kambing, babi, dan unggas. Jumlah ternak di Kota Bandar Lampung menurut BPS (2016) cenderung menurun, sehingga pendugaan ternak pada tahun berikutnya cenderung turun karena akibat alih fungsi lahan seperti lahan permukiman, kurangnya pakan ternak seperti rerumputan liar sebagai salah satu pakannya. Simulasi jumlah ternak di Kota Bandar Lampung dapat ditunjukkan pada Tabel 9.

Berdasarkan Tabel 9 menunjukkan bahwa sebagian besar jumlah ternak di Kota Bandar Lampung tidak mengalami kenaikan tetapi sebaliknya banyak terjadi penurunan jumlah beberapa jenis ternak dengan angka yang tidak signifikan.

4) Areal Persawahan

Kawasan ini memiliki nilai penting dalam wilayah perkotaan. Salah satu fungsinya di perkotaan adalah dapat menyimpan dan mengatur keluarnya air semasa hujan lebat misalnya rerata tinggi pematang sawah padi 30 cm, kedalaman air ntuk tumbuhnya padi 4,5 cm, koefesien

resapan air 1,5 mm hari⁻¹ dan rerata masa banjir tiga hari maka didapatkan jumlah air yang dapat ditahan oleh areal persawahan adalah 3000 m³ ha⁻¹. Persawahan juga berfungsi sebagai nilai ekonomi, yang dapat dipergunakan masyarakat sekitar untuk melakukan cocok tanam. Selain itu, areal persawahan memberikan nilai estetika. Areal persawahan merupakan areal yang digunakan dalam hal pertanian. Data areal persawahan yang didapatkan dari BPS Kota Bandar Lampung menunjukkan penurunan setiap tahunnya (Tabel 10).

Tabel 9. Simulasi Jumlah Ternak di Kota Bandar Lampung

Table 9. Simulation of total livestock in Bandar Lampung City

Tahun	Sapi	Kerbau	Kambing	Babi	Unggas
2012	7.451	31	5.348	2.625	166.670
2013	6.640	37	2.426	2.565	177.710
2014	7.418	36	2.889	2.633	371.000
2015	7.713	30	4.555	2.028	200.300
2016	7.678	28	4.394	2.419	214.800
2017	7.804	24	1.252	2.094	54.072
2018	7.932	21	357	1.813	43.171
2019	8.063	18	102	1.570	34.468
2020	8.195	16	29	1.359	27.519
2021	8.330	13	8	1.177	21.972
2022	8.467	12	2	1.019	17.542
2023	8.606	10	1	882	14.006
2024	8.747	9	0	763	11.182

Tabel 10. Simulasi areal persawahan di Kota Bandar Lampung

Table 10. Simulation of agricultural in Bandar Lampung City

Tahun	Luas Areal Sawah
	ha
2010	1.784
2011	1.617
2012	1.261
2013	1.685
2014	1.655
2015	1.675
2016	1.440
2017	1.238
2018	1.064
2019	915
2020	787
2021	676
2022	582
2023	500
2024	430

Emisi Karbon Kota Bandar Lampung

1) Penduduk

Kota yang berkelanjutan berkaitan erat dengan kemampuan dari suatu kota untuk bertahan serta tumbuh

dan berkembang sejalan dengan penambahan penduduk yang terus bertambah di Kota Bandar Lampung. Setiap makhluk hidup mengalami proses respirasi yakni suatu proses menghirup oksigen (O₂) dan pembakaran zat-zat makanan (metabolisme) didalam tubuh manusia melalui bantuan dari oksigen dalam menghasilkan karbondioksida, uap air, dan energi (White *et al.* 1959). Selanjutnya, manusia mengoksidasi 3000 kalori per hari dari makanannya dan menggunakan sekitar 600 liter O₂ dan memproduksi sekitar 480 liter CO₂. Pertambahan jumlah penduduk juga berdampak terhadap peningkatan jumlah emisi CO₂ diudara, sehingga konsentrasi gas rumah kaca akan bertambah. Karbondioksida yang dihasilkan oleh aktivitas manusia sebesar 0.96 kg hari⁻¹ (Grey dan Deneke 1978). Penduduk merupakan salah satu faktor yang menghasilkan emisi karbon. Bertambahnya jumlah penduduk menunjukkan semakin banyak juga emisi karbon yang dihasilkan setiap tahunnya (Tabel 11).

Tabel 11. Simulasi emisi CO₂ yang dihasilkan oleh penduduk Kota Bandar Lampung

Table 11. Simulation of CO₂ emission by population of Bandar Lampung City

Tahun	Jumlah penduduk	KKp(t) (Gg CO ₂ th ⁻¹)
2010	881.801	846
2011	891.374	855
2012	902.885	866
2013	942.039	904
2014	960.695	922
2015	1.041.846	940
2016	1.129.852	957
2017	1.225.291	1.074
2018	1.328.793	1.205
2019	1.441.038	1.352
2020	1.562.764	1.517
2021	1.694.772	1.702
2022	1.837.931	1.910
2023	1.993.183	2.143
2024	2.232.532	2.404

2) Sumber Transportasi

Emisi karbondioksida antropogenik juga dihasilkan dari Sektor transportasi. Sumber emisi karbon terbesar salah satunya yaitu energi berupa bahan bakar. Penggunaan kendaraan bermotor di Kota Bandar Lampung mengalami kenaikan setiap tahunnya. Salah satu faktor bertambahnya jumlah kendaraan bermotor di Kota Bandar Lampung adalah jumlah penduduk yang bertambah, kebutuhan akan transportasi meningkat seiring dengan kemudahan dalam memperoleh kendaraan bermotor. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, emisi yang dihasilkan tiap tahunnya bertambah (Tabel 12). Hal ini dipengaruhi oleh penggunaan bahan bakar oleh penduduk di Kota Bandar Lampung.

Tabel 12. Simulasi emisi CO₂ dari sumber energi di Kota Bandar Lampung

Table 12. Simulation of CO₂ emission from energy sources in Bandar Lampung City

Tahun	Jenis Bahan Bakar			Emisi CO ₂ aktual		
	Premium	Solar	LPG	Premium	Solar	LPG
	Gg CO ₂ th ⁻¹					
2012	498.519	353.304	106.303	1.225	785	315
2013	474.579	330.735	127.203	1.166	735	377
2014	704.509	381.942	145.625	1.732	849	432
2015	1.045.839	441.079	155.277	2.571	980	460
2016	1.552.542	509.372	168.186	3.817	1.132	499
2017	2.304.739	588.238	288.259	5.667	1.308	855
2018	3.421.371	679.316	494.056	8.412	1.510	1.466
2019	5.079.004	784.495	846.777	12.488	1.744	2.513
2020	7.539.750	905.959	1.451.317	18.539	2.014	4.308
2021	11.192.712	1.046.229	2.487.457	27.521	2.326	7.384
2022	16.615.510	1.208.217	4.263.328	40.855	2.687	12.656
2023	24.665.621	1.395.287	7.307.047	60.649	3.103	21.692
2024	36.615.958	1.611.320	12.523.769	90.034	3.583	37.180

Kebutuhan akan bahan bakar di Kota Bandar Lampung meningkat. Analisis ini juga dilakukan dengan metode yang dikeluarkan oleh *Intergovernmental Panel on Climate Change Guideline* (IPCC) tahun 2006 yakni sumber emisi yang diperhitungkan berasal dari energi (bahan bakar fosil). Keberadaan gas CO₂ yang tidak seimbang akan dapat merusak bumi serta juga dapat merusak jenis-jenis spesies lainnya. Oleh karena itu, kadar konsentrasi karbondioksida yang sesuai harus dipertahankan, yakni dalam komposisi karbondioksida dalam udara bersih seharusnya bernilai 314 ppm.

Salah satu cara untuk dapat mereduksi keberadaan kadar karbondioksida yang berlebih adalah dengan melakukan reboisasi (penghijauan) kembali. Beberapa tanaman yang dapat menyerap CO₂ dengan sangat baik adalah damar (*agathis alba*), daun kupu-kupu (*bauhinia prupurea*), lamtoro gung (*leucaena leucocephala*), akasia (*acacia auricoliformis*), dan beringin (*ficus javanica*) yang dapat tumbuh dengan baik di Kota Bandar Lampung. Selain itu menurut Dahlan (1992) terdapat jenis tanaman yang mampu menyerap bahan pencemaran dari kendaraan bermotor adalah angsana, asam londo, flamboyan, trembesi, krey payung, glodokan, kaliandra, kenanga, mahoni dan jenis tanaman lainnya yang memiliki daun yang tebal dan pohon yang tinggi.

3) Ternak

Ternak merupakan salah satu sumber emisi CO₂, yang bersumber pada sendawa dan fermentasi feses. Emisi karbon yang dihasilkan oleh ternak bergantung pada jumlah ternak yang ada (Tabel 13).

Jumlah populasi ternak di Kota Bandar Lampung semakin menurun. Salah satunya faktor yang menyebabkan penurunan jumlah populasi ternak adalah

alih fungsi lahan dan kurangnya lahan yang menghasilkan pakan ternak sehingga hal ini menyebabkan jumlah populasi menurun. Selain itu, kurang minat dari masyarakat Kota Bandar Lampung dalam memelihara ternak harena faktor ekonomi yang tidak begitu menghasilkan.

Tabel 13. Simulasi emisi CO₂ (Gg th⁻¹) dari ternak Kota Bandar Lampung

Table 13. Simulation of CO₂ (Gg year⁻¹) emission from livestock in Bandar Lampung City

Tahun	Sapi	Kerbau	Kambing	Babi	Unggas
2012	0,343	0,001	0,246	0,121	7,667
2013	0,305	0,002	0,112	0,118	8,175
2014	0,341	0,002	0,133	0,121	17,066
2015	0,355	0,001	0,210	0,093	9,214
2016	0,353	0,001	0,202	0,111	9,881
2017	0,359	0,001	0,058	0,096	2,487
2018	0,365	0,001	0,016	0,083	1,986
2019	0,371	0,001	0,005	0,072	1,586
2020	0,377	0,001	0,001	0,063	1,266
2021	0,383	0,001	0,000	0,054	1,011
2022	0,389	0,001	0,000	0,047	0,807
2023	0,396	0,000	0,000	0,041	0,644
2024	0,402	0,000	0,000	0,035	0,514

4) Areal Persawahan

Faktor yang mempengaruhi emisi karbon selain penduduk, sumber energi, dan ternak yaitu areal persawahan. Areal persawahan menghasilkan emisi karbon dari proses panen dan berdasarkan luas areal persawahan tersebut. Luas areal persawahan berbanding lurus dengan jumlah emisi yang dihasilkan (Tabel 14).

Tabel 14. Simulasi emisi dari areal persawahan Kota Bandar Lampung

Table 14. Simulation of CO₂ emission from paddy field area in Bandar Lampung City

Tahun	Emisi CO ₂
	Gg tahun ⁻¹
2010	1,766
2011	1,601
2012	1,248
2013	1,668
2014	1,638
2015	1,658
2016	1,426
2017	1,226
2018	1,054
2019	0,906
2020	0,779
2021	0,670
2022	0,576
2023	0,495
2024	0,426

Tabel 15. Total emisi karbondioksida yang dihasilkan Kota Bandar Lampung

Table 15. Total carbondioxide emission in Bandar Lampung City

Sumber Emisi CO ₂	Emisi Gg CO ₂ th ⁻¹	Persentase %
Ternak	8	0,09
Areal Persawahan	1	0,01
Energi	7.831	86
Penduduk	1.283	14
Total	9.124	100

Berdasarkan dari hasil penelitian pertambahan jumlah penduduk di Kota Bandar Lampung meningkatkan emisi CO₂. Beragam macam aktivitas perkotaan juga dihasilkan oleh konsumsi energi perkotaan, lahan persawahan/pertanian, peternakan dan dari aktivitas penduduk. Pada Tabel 15 terlihat bahwa jumlah emisi karbondioksida yang dihasilkan dari aktivitas perkotaan yang terbesar adalah bersumber dari energi yakni 7.831 Gg CO₂ th⁻¹. Produksi emisi yang dihasilkan energi berasal dari pembakaran bahan bakar fosil. Selanjutnya dari hasil aktivitas manusia (jumlah penduduk) sebesar 1.283 Gg CO₂ th⁻¹, sehingga total produksi emisi CO₂ yang dihasilkan Kota Bandar Lampung tahun 2017 adalah 9.118 Gg CO₂ th⁻¹ nya atau setara dengan 9.118 Gg th⁻¹.

Ruang terbuka hijau di Kota Bandar Lampung juga memiliki manfaat kehidupan yang tinggi, berbagai fungsi

yang terkait dengan keberadaannya (fungsi ekologis, sosial, ekonomi, maupun arsitektural) dan nilai estetika yang dimilikinya tidak hanya mampu dalam meningkatkan kualitas lingkungan dan untuk kelangsungan hidup perkotaan akan tetapi dapat menjadi nilai kebanggaan dan identitas kota Bandar Lampung sendiri. Untuk mendapatkan RTH yang fungsional dan estetik maka luasa, pola dan struktur, serta bentuk dan distribusinya mesti menjadi pertimbangan dalam membangun dan mengembangkannya. Karakter ekologis, kondisi dan keinginan warga kota serta arah dan tujuan pembangunan dan perkembangan kota merupakan determinan utama dalam menentukan besaran RTH ini.

Dari Tabel 16 bahwa kebutuhan ruang terbuka hijau di Kota Bandar Lampung menurut luas wilayah Kota Bandar Lampung saat ini masih mencukupi. Selanjutnya, hasil dari analisis kebutuhan RTH tiap penduduk bahwa jumlah penduduk Kota Bandar Lampung saat ini sebesar 1.333.503 jiwa sehingga membutuhkan luasan ruang terbuka hijau sebesar 2.673 ha, sedangkan luasan ruang terbuka hijau tahun 2009 sebesar 2.185 ha. Ini menunjukkan bahwa kebutuhan RTH pada tahun 2017 berdasarkan jumlah penduduk tidak mencukupi, terdapat kekurangan luasan sebesar 487 ha.

Selanjutnya dari hasil perhitungan metode emisi karbon, luasan yang dibutuhkan Kota Bandar Lampung sebesar 156 ha dengan emisi karbondioksida sebesar 9.118 Gg th⁻¹. Emisi karbondioksida yang dihasilkan terbesar adalah

Tabel 16. Perbandingan metode kebutuhan ruang terbuka hijau
Table 16. Comparison of green open space necessity method

Kecamatan	Luas Keca- matan	Kebutuhan RTH	Penduduk	Kebutuhan RTH Permen PU	Kebutuhan RTH dari Emisi karbon	Kebutuhan RTH (UU 26 tahun 2007)	
						RTH Publik (20%)	RTH Privat (10%)
	----- ha -----		jiwa	----- ha -----		----- ha -----	
Teluk Betung Barat	1.102	330,60	74.679	149,36	8,75	220,4	110,2
Teluk Betung Timur	1.483	444,90	100.499	200,10	11,77	296,6	148,3
Teluk Betung Selatan	379	113,70	25.684	51,37	3,01	75,8	37,9
Bumi Waras	375	112,50	25.413	50,83	2,98	75	37,5
Panjang	1.575	472,50	106.733	213,47	12,50	315	157,5
Tanjung Karang Timur	203	60,90	13.757	27,51	1,61	40,6	20,3
Kedamaian	821	246,30	55.637	111,27	6,52	164,2	82,1
Teluk Betung Utara	433	129,90	29.343	58,69	3,44	86,6	43,3
Tanjung Karang Pusat	405	121,50	27.446	54,89	3,21	81	40,5
Enggal	349	104,70	23.651	47,30	2,77	69,8	34,9
Tanjung Karang Barat	1.499	449,70	101.583	203,17	11,90	299,8	149,9
Kemiling	2.424	757,20	164.267	328,54	19,24	484,8	242,4
Langkapura	612	183,60	41.473	82,95	4,86	122,4	61,2
Kedaton	479	143,70	32.460	64,92	3,80	95,8	47,9
Rajabasa	1.353	405,90	91.689	183,38	10,74	270,6	135,3
Tanjung Senang	1.063	318,90	72.036	144,07	8,44	212,6	106,3
Labuhan Ratu	797	239,10	54.010	108,02	6,33	159,4	79,7
Sukarame	1.475	442,50	99.956	199,91	11,71	295	147,5
Sukabumi	2.360	708	159.930	319,86	18,73	472	236
Way Halim	535	160,50	36.255	72,51	4,25	107	53,5
TOTAL	19.722	5.916,60	1.336.503	2.673,01	156,52	3.944,4	1.972,2

berasal dari sumber energi di Kota Bandar Lampung, sehingga perlu dilakukan upaya untuk menekan emisi karbondioksida yang berasal dari energi seperti membuat kebijakan dari pemerintah untuk melakukan pembatasan penggunaan energi di Kota Bandar Lampung. Penggunaan transportasi publik yang efisien perlu untuk memperluas layanan kebutuhan masyarakat sehingga mengurangi penggunaan terhadap kendaraan pribadi. Selain dari penghematan energi aktivitas manusia juga menghasilkan emisi karbondioksida yang berpengaruh di Kota Bandar Lampung, sehingga perlu upaya untuk menekan emisi karbondioksida melalui penerapan perilaku ramah lingkungan seperti penanaman pohon dan terus menjaga keberadaan ekosistem lingkungan serta menghemat penggunaan bahan bakar dan peralatan yang mengurangi emisi karbondioksida.

Kesimpulan

Kebutuhan ruang terbuka hijau berdasarkan jumlah penduduk di Kota Bandar Lampung pada Tahun 2017 sebesar 2.673 ha, sedangkan luasan RTH yang ada hanya sebesar 2.475 ha. Sementara itu, kebutuhan ruang terbuka hijau berdasarkan luas wilayah Kota Bandar Lampung adalah sebesar 5.916 ha sesuai dengan acuan Undang-undang Tahun 2006 tentang Penataan Ruang Perkotaan.

Emisi CO₂ di Kota Bandar Lampung yang berasal dari energi (bahan bakar) adalah 7.831 Gg th⁻¹, 3 Gg th⁻¹ dari ternak, 1 Gg th⁻¹ dari areal persawahan, dan penduduk dengan jumlah emisi 1.283 Gg th⁻¹. Total emisi CO₂ dari keempat sumber tersebut adalah 9.118 Gg th⁻¹. Adapun faktor yang berpengaruh terhadap kebutuhan ruang terbuka hijau adalah peningkatan jumlah penduduk dan peningkatan kebutuhan bahan bakar, sementara luas areal persawahan dan ternak sebagai faktor emisi perkotaan juga jumlahnya pada tahun 2017 semakin menurun.

Nilai emisi CO₂ pada tahun 2024 diperkirakan sebesar 133.202 Gg CO₂ th⁻¹, dan tambahan luas ruang terbuka hijau yang dibutuhkan pada tahun 2024 sebesar 156 ha.

Keberadaan ruang terbuka hijau Kota Bandar Lampung sebesar 15% harus dipertahankan untuk dapat menciptakan kondisi kota yang ideal, dengan mempertimbangkan substansi ekologis dan distribusi ruang terbuka hijau yang merata. Pemerintah Kota Bandar Lampung perlu memperbaiki sistem transportasi karena konsentrasi karbondioksida cukup tinggi serta menata tata ruang berkaitan dengan pola perubahan ruang.

Daftar Pustaka

Aenni N. 2011. Aplikasi SIG dan Penginderaan Jauh Dalam Penentuan kecukupan dan Prediksi Luasan Ruang Terbuka Hijau Sebagai Rosot CO₂ di Kabupaten Kudus, Jawa

Tengah. S.Hut Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia. 97 pp.

Badan Pusat Statistik. 2014 Statistik Daerah Kota Bandar Lampung 2014. Bandar Lampung: Badan Pusat Statistik Kota Bandar Lampung

Badan Pusat Statistik. 2016 Statistik Daerah Kota Bandar Lampung 2016. Bandar Lampung: Badan Pusat Statistik Kota Bandar Lampung

Chiesura A. 2004. The role of urban parks for the sustainable city. *Journal of Landscape and Urban Planning* 68:129-132.

Dahlan EN. 1992. Hutan Kota untuk Pengelolaan dan Peningkatan Kualitas Lingkungan Hidup. Asosiasi Pengusaha Hutan Indonesia (APHI), Jakarta. 92 pp.

Fatimah IS. 2012. Rancang Bangun Sistem Pengelolaan Ruang Terbuka Hijau untuk Pembangunan Kota Hijau. Dr Disertasi. Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia. 178 pp.

Grey GW, Deneke FI. 1978. *Urban Forestry*. John Wiley and Sons, USA. 299 pp.

Humaida N, Prasetyo LB, Rushayati SB. 2016. Priority assessment method of green open space(case study: Banjarbaru City). *Environmental Science* 33:354-355.

Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Workbook.<http://ipccnggip.iges.pr.jp/public/gl/invs5.html>

Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007. *Climate Change 2007 Synthesis Report, Summary for Policy Makers*. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_spm.pdf

Kelly ED, Becker B. 2000. *Community Planning. An Introduction to the Comprehensive Plan*. Island Press, Washington DC.478 pp.

Maruani T, Cohen I. 2007. Open space planning models: A review of approaches and methods. *Journal of Landscape Urban Planning* 81. p 1-13

Nurisjah S. 2005. *Penilaian Masyarakat Terhadap RTH Wilayah Perkotaan: Kasus Kotamadya Bogor*. Dr Disertasi. Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia. 167 pp.

Persada C. 2015. *Model Kebijakan Pembangunan Infrastruktur Berkelanjutan Studi Kasus: Kota Bandar Lampung*. Dr Disertasi. Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia. 216 pp.

Tinambunan RS. 2006. *Analisis Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau di Kota Pekanbaru*. M,Si Tesis. Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia. 109 pp.

Tridarmayanti Y. 2010. *Analisis Perubahan Ruang Terbuka Hijau Dan Strategi Pengembangannya di Kota Bandar Lampung*. M,Si Tesis. Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia. 119 pp.

White A, Smith E, Handler P, Stetten D. 1959. *Principles of Biochemistry, Second Edition*, Mc. Graw Hill Company, Inc, New York. 480 pp.

Yasmin S, Said I. 2015. Knowledge integration between planning and landscape architecture in contributing to a better open space.*Landscape and Urban Planning* 170: 545-547.