



Sebaran Biokapasitas Ruang Terbuka Hijau (RTH) Publik dalam Penyerapan Emisi Karbon dioksida (CO₂) di Kecamatan Semarang Timur Kota Semarang

Anita Fransiska Tamba¹, Ananto Aji², Tjaturahono Budi Sanjoto³

^{1,2,3} Jurusan Geografi, Universitas Negeri Semarang

Info Artikel

Article History
Desember

Kata Kunci

Ruang Terbuka Hijau Publik,
Kegiatan transportasi, Emisi Karbon
dioksida, Biokapasitas.

Abstrak

Kecamatan Semarang Timur mengalami tingginya mobilitas kendaraan bermotor yang menyebabkan meningkatnya emisi CO₂. Penyediaan dan penambahan area hijau (RTH) menjadi salah satu solusi untuk mengurangi konsentrasi CO₂ di udara. Penelitian ini bertujuan menganalisis biokapasitas RTH publik dalam penyerapan emisi CO₂ di Kecamatan Semarang Timur. Metode perhitungan emisi CO₂ menggunakan survei *traffic counting* dan wawancara konsumsi bahan bakar. Analisis dilakukan terhadap daya serap RTH publik, dan Biokapasitas penyerapan RTH terhadap emisi CO₂. Hasil penelitian menunjukkan estimasi emisi CO₂ dari transportasi sebesar 8.546,735 ton CO₂/tahun. Total kemampuan daya serap RTH dan vegetasi rawa serta semak belukar sebesar 2.926,074 ton CO₂/tahun. Sebagian besar kelurahan di Kecamatan Semarang Timur memiliki biokapasitas rendah. Biokapasitas rendah menyebabkan tidak semua emisi CO₂ dapat diserap.

Abstract

The Semarang Timur subdistrict experiences high motor vehicle mobility, which causes increased CO₂ emissions. The provision and addition of green areas (RTH) is one solution to reduce CO₂ concentrations in the air. This study aims to analyze the biocapacity of public green areas in absorbing CO₂ emissions in the Semarang Timur subdistrict. The method for calculating CO₂ emissions uses traffic counting surveys and fuel consumption interviews. The analysis focuses on the absorption capacity of public RTH and the biocapacity of RTH in absorbing CO₂ emissions. The study results show an estimated CO₂ emission from transportation of 8,542.904 tons of CO₂ per year. The total absorption capacity of green spaces, peatland vegetation, and shrubbery is 2,926.074 tons of CO₂ per year. Most villages in Semarang Timur District have low biocapacity. Low biocapacity means that not all CO₂ emissions can be absorbed.

* E-mail

anitafransiskatamba@gmail.com

©2026 Published by UNNES. This is an open access

P ISSN: 2252-9195 E-ISSN: 2714-6189

PENDAHULUAN

Salah satu masalah lingkungan utama saat ini adalah pemanasan global. Hal itu dimulai dari emisi gas rumah kaca dari lapisan atmosfer (Martuti et al., 2017). Gas CO₂ mempunyai persentase sebesar 50% dalam total gas rumah kaca, sehingga memiliki pengaruh yang signifikan untuk terjadinya pemanasan global (Rukaesih, 2004). Emisi karbon dioksida yang bersumber dari kegiatan manusia yaitu dari hasil kegiatan transportasi berupa emisi CO₂ gas buang kendaraan bermotor dan emisi CO₂ konsumsi bahan bakar.

Kota Semarang menghadapi berbagai tantangan dalam mengelola pertumbuhan perkotaan, termasuk mobilitas yang semakin padat dan kompleks. Sebagaimana yang termuat dalam RTRW Kota Semarang Tahun 2011-2031, pengembangan fungsi utama Kawasan BWK I yaitu Kecamatan Semarang Timur adalah sebagai perkantoran, perdagangan dan jasa akan mengalami banyak perkembangan di bidang pembangunan. Kecamatan Semarang Timur juga merupakan kawasan perkantoran dan pertokoan sehingga memperlihatkan volume lalu lintas yang tinggi pada jam puncak pagi, siang, dan sore. Dalam melakukan semua kegiatannya, sebagian besar masyarakat sering menggunakan kendaraan. Kondisi inilah yang mendorong peningkatan mobilitas penduduk setiap tahunnya. Mobilitas penduduk yang massif mengakibatkan jumlah kendaraan bermotor terus meningkat, sehingga konsumsi bahan bakar fosil dan emisi gas buang kendaraan juga meningkat (Faryansyah, 2024).

Penyediaan dan penambahan area hijau, atau konsep ruang terbuka hijau (RTH) adalah salah satu cara untuk mengurangi konsentrasi karbon dioksida di udara (Mulyadin & Pangersa Gusti, 2013). Ruang terbuka hijau (RTH) memiliki peranan yang penting dalam mengurangi dampak terjadinya pemanasan global sebagaimana diketahui tumbuhan melakukan fotosintesis untuk membentuk zat makanan atau energi yang dibutuhkan tanaman tersebut. Dalam fotosintesis tersebut tumbuhan menyerap CO₂ dan air yang kemudian diubah menjadi glukosa dan oksigen dengan bantuan sinar matahari. Peran tumbuhan dalam daur CO₂ perlu dimanfaatkan dengan maksimal (Prinajati, 2019). Namun Keberadaan RTH menjadi terancam seiring dengan peningkatan jumlah penduduk. Dampak yang paling nyata akibat pesatnya pembangunan yaitu berkurangnya ruang terbuka hijau (Miharja et al., 2018). Tingginya pertumbuhan penduduk dan

aktivitas kota yang semakin kompleks mengakibatkan permintaan terhadap lahan kota meningkat pula, sementara luas kota tetap tidak bertambah (terbatas).

Oleh karena itu perlu dan penting dilakukan penelitian yang bertujuan untuk (1) Menghitung jumlah emisi karbon dioksida (CO₂) dari hasil kegiatan transportasi berupa gas buang kendaraan bermotor dan konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor serta (2) Menganalisis sebaran biokapasitas ruang terbuka hijau (RTH) publik dalam penyerapan emisi karbon dioksida (CO₂) di Kecamatan Semarang Timur.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data meliputi observasi lapangan, wawancara, penginderaan jauh dan sistem informasi geografis, serta studi dokumentasi. Observasi lapangan dilakukan untuk mengamati secara langsung terkait kondisi jumlah dan jenis kendaraan pada ruas Jalan Raden Patah mewakili jalan arteri, Jalan Dr. Cipto mewakili jalan kolektor, dan Jalan Sidodadi Timur mewakili jalan lokal pada jam puncak kendaraan. Wawancara dilakukan kepada masyarakat khususnya pada setiap Kepala Keluarga untuk dapat mengetahui jumlah dan konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor. Teknik penginderaan jauh digunakan untuk memperoleh informasi spasial tentang citra yang digunakan untuk mengetahui luasan dan sebaran RTH publik, sedangkan studi dokumentasi dilakukan untuk menghimpun data yang kemudian dianalisis sehingga akan membantu memahami lebih dalam tentang solusi yang dilakukan. Penelitian ini menggunakan teknik analisis data meliputi teknik analisis emisi CO₂ dari gas buang kendaraan bermotor, emisi CO₂ dari konsumsi bahan bakar, analisis daya serap RTH Publik serta analisis biokapasitas RTH publik. Emisi CO₂ dari gas buang aktivitas kendaraan bermotor dihitung menggunakan metode (IPCC, 2006) Guidelines Tier 2 dalam (Nst et al., 2023) dengan memperhitungkan jumlah kendaraan dalam satuan SMP, faktor emisi pada setiap jenis kendaraan, konsumsi energi spesifik, serta panjang jalan yang dilalui. Rumus perhitungan emisi CO₂ gas buang kendaraan yang digunakan dalam penelitian sebagai berikut.

$$Q = n \times FE \times K \times L$$

Keterangan :

Q = Jumlah emisi (gr CO₂/Hari)

n = Jumlah kendaraan (SMP/Hari)

FE = Faktor emisi (gr/Liter)

K = Konsumsi energi spesifik (Liter/100 km)

L = Panjang jalan (Km)

Perhitungan emisi CO_2 hasil konsumsi bahan bakar dari kendaraan bermotor (Moses & Hariyanto, 2021) dengan menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut.

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

Keterangan :

B = Total emisi CO_2 dari bahan bakar
(ton CO_2 /tahun)

a = Nilai emisi bensin (g/liter)

b = Jumlah konsumsi bensin (liter/tahun)

c = Jumlah kendaraan bermotor (unit)

Perhitungan daya serap ruang terbuka hijau (Tinambunan, 2006) dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Daya serap vegetasi RTH} = \text{Luas vegetasi (Ha)} \times 58,2576 \text{ (Ton/CO}_2\text{/Ha/Tahun)}$$

Perhitungan biokapasitas (Adhianti et al., 2020) dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Biokapasitas ruang terbuka hijau} = \text{Total Serapan RTH} - \text{Total Emisi CO}_2$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kecamatan Semarang Timur berada di dataran rendah dengan curah hujan 2000-3000 mm per tahun dan suhu udara rata-rata lebih dari 29 hingga 30°C. Kecamatan Semarang Timur terbagi menjadi 10 kelurahan. Batas batas Kecamatan Semarang Timur yaitu sebelah utara berbatasan dengan Kecamatan Semarang Utara,

sebelah selatan berbatasan dengan Kecamatan Semarang Selatan, sebelah timur berbatsan dengan Kecamatan Gayamsari, dan sebelah barat berbatasan dengan Kecamatan Semarang Tengah.

1. Hasil Emisi CO_2 dari Gas Buang Kendaraan Bermotor dan Konsumsi Bahan Bakar

Emisi CO_2 dari gas buang kendaraan pada penelitian ini dilakukan dengan perhitungan jumlah volume lalu lintas (*traffic counting*) dalam waktu 1 minggu berturut-turut pada tanggal 21 hingga 27 April 2025 pada jam sibuk atau jam puncak yaitu jam puncak pagi pada pukul 07.00-09.00 WIB, jam puncak siang pada pukul 11.00-13.00 WIB, dan pada jam puncak sore pada pukul 16.00-18.00 WIB. Perhitungan dilakukan di waktu yang bersamaaan pada ketiga ruas jalan yang dipilih dengan kondisi lalu lintas normal dan kondisi cuaca yang cerah. Data volume lalu lintas masih dalam satuan kendaraan/jam. Untuk mengkonversi data tersebut menjadi satuan SMP/Jam Puncak maka dilakukan perkalian setiap jenis kendaraan dengan faktor ekivalen atau Ekvivalensi Mobil Penumpang (EMP) yang sesuai dengan (MKJI, 1997). Perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan rumus berikut.

$$n = m \times FK$$

Keterangan :

n = Jumlah Kendaraan (SMP) saat jam puncak

m = Jumlah kendaraan saat jam puncak

Fk = Faktor konversi

Tabel 1. Total Kendaraan SMP/Jam Puncak

Nama Jalan	Panjang Jalan	Lebar Jalan	Dari Node - Ke Node	Tipe Jalan	Total Kendaraan				
	(Km)	(M)			(SMP/Jam Puncak)				
Jl. Raden Patah (Arteri)	1,21	15	Jl. Kaligawe Raya - Jl. Letjen Suprpto (Kota Lama)	3/1 UD	Hari	KR	KB	SM	Jumlah
					Senin	4.253	1.565	4.784	10.601
					Selasa	4.200	1.506	4.638	10.344
					Rabu	4.320	1.626	4.788	10.734
					Kamis	4.260	1.560	4.718	10.538
					Jumat	4.140	1.446	4.563	10.149
					Sabtu	4.049	1.385	3.922	9.356
					Minggu	3.550	948	3.125	7.623
					Jumlah	28.772	10.036	30.535	69.343
Jl. Dr. Cipto (Kolektor)	2,82	12	Jl. Pattimura - Jl. Brigjend Katamso (Java Mall)	3/1 UD	Senin	5.522	599	3.714	9.834
					Selasa	5.560	685	4.332	10.577
					Rabu	5.511	476	4.126	10.113
					Kamis	5.217	532	4.282	10.030
					Jumat	5.509	488	4.207	10.204
					Sabtu	4.073	607	2.875	7.555
					Minggu	3.729	308	2.835	6.872
					Jumlah	35.121	3.696	26.370	65.187
Jl. Sidodadi Timur	0,27	5	Jl. Maluku - Jl. Sidodadi	2/2 UD	Senin	1.039	47	2.368	3.453
					Selasa	1.045	39	2.348	3.432
					Rabu	1.013	48	2.332	3.393

Nama Jalan	Panjang Jalan	Lebar Jalan	Dari Node - Ke Node	Tipe Jalan	Total Kendaraan				
	(Km)	(M)			Kamis	1.028	40	2.350	3.418
			Barat (UPGRIS)		Jumat	1.095	51	2.404	3.550
					Sabtu	747	21	1.545	2.313
					Minggu	890	26	2.196	3.112
					Jumlah	6.857	272	15.542	22.671
Total Kendaraan				72.447					

Sumber : Hasil Penelitian, 2025

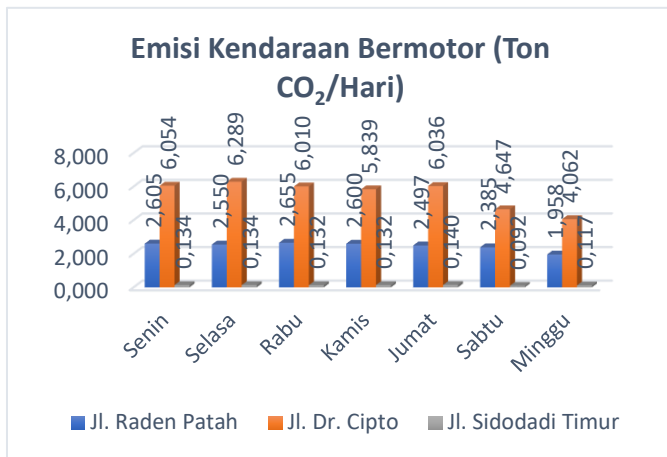
Menurut hasil perhitungan konversi jumlah kendaraan menjadi Satuan Mobil Penumpang/jam puncak kendaraan pada tiga ruas jalan yang ditampilkan pada Tabel 1 diketahui bahwa jumlah kendaraan dalam Satuan Mobil Penumpang terbanyak terjadi pada hari kerja atau *weekdays* terutama jumlah kendaraan paling banyak yaitu di hari selasa dan rabu. Pada hari *weekend* atau hari

libur kerja mengalami penurunan jumlah kendaraan terutama pada hari minggu. Jenis kendaraan dari ketiga ruas jalan diketahui bahwa jenis kendaraan sepeda motor merupakan jenis kendaraan paling banyak yang melintas yaitu sebesar 46% dari total jenis kendaraan yang melintas.

Tabel 2. Total Emisi CO₂ Gas Buang Kendaraan Bermotor

Nama Jalan	Emisi CO ₂				Total Emisi CO ₂
	(Kg/CO ₂ /Hari)				(Ton CO ₂ /Tahun)
Jl. Raden Patah (Arteri)	Hari	KR	KB	SM	900,14
	Senin	1.576,20	629,12	399,97	
	Selasa	1.556,55	605,48	387,76	
	Rabu	1.601,03	653,73	400,31	
	Kamis	1.578,79	627,19	394,45	
	Jumat	1.534,32	581,36	381,49	
	Sabtu	1.500,59	556,75	327,92	
	Minggu	1.315,66	381,14	261,30	
	Total	10.663,14	4.034,76	2.553,20	
Jl. Dr. Cipto (Kolektor)	Senin	4.769,52	561,07	723,65	2.031,83
	Selasa	4.802,35	642,03	844,13	
	Rabu	4.760,02	446,39	804,04	
	Kamis	4.506,09	498,11	834,39	
	Jumat	4.758,30	457,63	819,82	
	Sabtu	3.517,98	568,94	560,30	
	Minggu	3.220,85	288,97	552,36	
	Total	30.335,11	3.463,14	5.138,69	
Jl. Sidodadi Timur (Lokal)	Senin	85,92	4,20	44,17	45,99
	Selasa	86,42	3,50	43,81	
	Rabu	83,77	4,32	43,51	
	Kamis	85,01	3,62	43,85	
	Jumat	90,55	4,55	44,85	
	Sabtu	61,78	1,87	28,82	
	Minggu	73,60	2,33	40,97	
	Total	567,06	24,37	289,99	

Sumber : Hasil Penelitian, 2025



Gambar 1. Diagram Emisi CO₂ Gas Buang Kendaraan Bermotor

Sumber : Hasil Penelitian, 2025

Hasil penelitian yang dilakukan selama 7 hari berturut-turut dari hari senin hingga hari minggu pada ruas jalan yang dipilih berdasarkan pertimbangan yang komprehensif yaitu kriteria pemilihan jalan berdasarkan fungsinya yang dibagi menjadi fungsi arteri, fungsi kolektor, dan fungsi lokal. Selain itu sampel jalan yang dipilih berdasarkan keterjangkauan pelayanan yang tinggi. Diketahui dari Tabel 2 dan Gambar 1 bahwa emisi CO₂ tertinggi terjadi di hari kerja (*weekdays*) dibandingkan dengan hari libur atau akhir pekan (*weekends*), hal ini disebabkan karena pada hari kerja, banyak orang menggunakan kendaraan pribadi untuk menuju tempat kerja atau aktivitas harian lainnya menyebabkan volume kendaraan yang bergerak di jalan raya meningkat secara signifikan, terutama pada jam-jam tertentu seperti pagi (berangkat) dan sore (pulang kerja) aktivitas ekonomi seperti kegiatan perkantoran, industri, dan sekolah berjalan penuh sehingga memicu mobilitas yang tinggi. Sedangkan di akhir pekan, aktivitas ini cenderung menurun, sehingga volume lalu lintas juga berkurang.

Peningkatan jumlah kendaraan bermotor di jalan raya secara langsung meningkatkan konsumsi bahan bakar fosil seperti bensin atau solar. Setiap kendaraan yang beroperasi, baik sepeda motor maupun mobil, menghasilkan gas buang berupa karbon dioksida (CO₂) sebagai hasil pembakaran mesin. Semakin banyak kendaraan yang melintas, semakin besar pula jumlah bahan bakar yang dikonsumsi dan semakin banyak emisi CO₂ yang dilepaskan ke atmosfer. Dengan demikian, tingginya jumlah kendaraan di jalan jelas menjadi faktor utama tingginya emisi CO₂ yang berdampak pada pencemaran udara dan perubahan iklim. Penelitian menunjukkan bahwa

kendaraan bermotor terutama jenis kendaraan ringan dan sepeda motor merupakan penyumbang utama emisi CO₂ di jalan raya karena jumlahnya yang dominan dan frekuensi penggunaannya yang tinggi. Jika volume kendaraan di jalan meningkat, maka total emisi CO₂ yang dihasilkan juga akan meningkat secara signifikan karena hubungan antara jumlah kendaraan dan emisi CO₂ bersifat berbanding lurus yaitu semakin tinggi volume lalu lintas, semakin besar pula emisi CO₂ yang dihasilkan. Hal ini diperkuat oleh studi (Sudarti et al., 2022) yang menyatakan bahwa penggunaan kendaraan bermotor berperan dalam peningkatan polusi udara terutama gas CO₂.

Berdasarkan hasil penelitian bahwa Jalan Raden Patah sebagai jalan arteri adalah jalan dengan jumlah kendaraan paling banyak dari kedua jalan lainnya, namun menghasilkan emisi yang lebih sedikit jika dibandingkan dengan Jalan Dr. Cipto hal ini dikarenakan Jalan Dr. Cipto lebih panjang dari Jalan Raden Patah sehingga akan lebih banyak terjadi proses pembakaran bahan bakar. Jalan Sidodadi Timur dengan volume kendaraan yang lebih sedikit dari Jalan Arteri dan Jalan Kolektor sehingga menghasilkan emisi CO₂ yang jauh lebih rendah dibandingkan kedua jalan lainnya, karena panjang jalan juga akan berpengaruh pada waktu tempuh yang dibutuhkan, sehingga semakin panjang jalan maka semakin lama waktu tempuh perjalanan sehingga semakin banyak pula jumlah emisi yang dihasilkan (Muziansyah et al., 2015).

Pada penelitian emisi CO₂ untuk mengetahui hasil konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor digunakan metode wawancara oleh 100 responden penelitian di Kecamatan Semarang Timur. Dari data wawancara maka selanjutnya dilakukan perhitungan emisi CO₂ hasil konsumsi bahan bakar dari kendaraan bermotor pada Tabel 2 berikut.

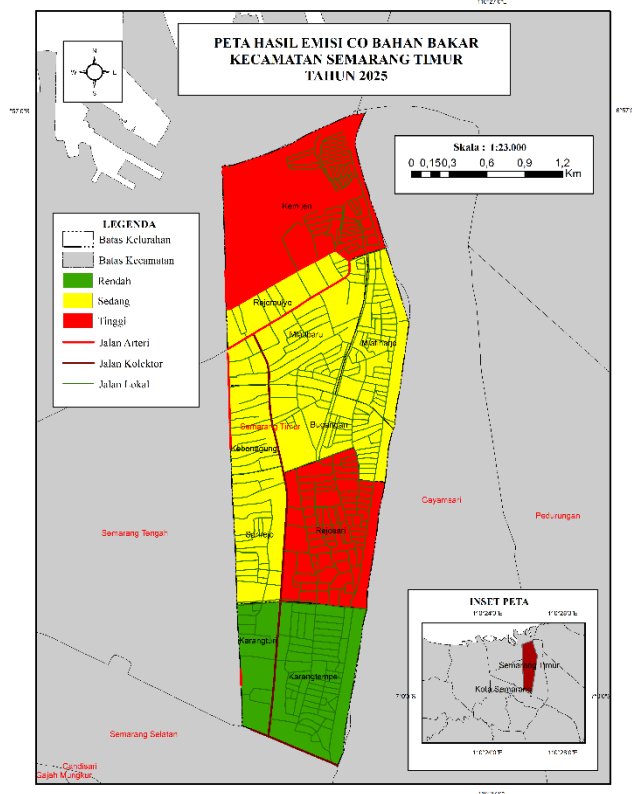
Tabel 2. Total Emisi CO₂ dari Konsumsi Bahan Bakar

Kelurahan	Jumlah Sampel	Total	Total
	(KK)	Kg CO ₂ /Minggu	Ton CO ₂ /Tahun
Karangturi	4	1.392,12	72,64
Karantempel	5	1.499,19	78,23
Rejosari	21	40.610,75	2.119,01
Sarirejo	11	6.420,00	334,99
Kebunagung	6	2.591,48	135,22

Kelurahan	Jumlah Sampel	Total	Total
	(KK)	Kg CO ₂ /Minggu	Ton CO ₂ /Tahun
Bugangan	11	9.092,16	474,42
Mlatiharjo	7	6.597,36	344,24
Mlatibaru	9	10.314,15	538,18
Rejomulyo	6	5.765,76	300,85
Kemijen	20	22.484,08	1.173,19
Total	100	106.767,05	5.570,96

Sumber : Hasil Penelitian, 2025

Perhitungan emisi CO₂ dilakukan dengan mengalikan nilai emisi dengan jumlah konsumsi bensin, jumlah kendaraan bermotor, dan faktor emisi dari penggunaan bahan bakar. Pada setiap Kelurahan di Kecamatan Semarang Timur dilakukan perhitungan dengan menghasilkan total emisi 5.570,96 Ton CO₂/Tahun.



Gambar 2. Peta Sebaran Emisi CO₂ Konsumsi Bahan Bakar

Sumber : Hasil Penelitian, 2025

Kelurahan yang menghasilkan emisi CO₂ paling tinggi adalah Kelurahan Rejosari sebesar 2.119,02 Ton CO₂/Tahun, sedangkan Karangturi menghasilkan emisi CO₂ yang paling sedikit yaitu 72,64 Ton CO₂/Tahun. Tingginya emisi CO₂ salah satunya disebabkan oleh banyaknya penduduk sehingga jumlah kendaraan juga akan meningkat di Kelurahan tersebut. Hal ini

diperkuat dengan penelitian (Putra, 2022) yang menyatakan bahwa terdapat hubungan positif dan signifikan antara jumlah penduduk dan jumlah kendaraan. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya kebutuhan mobilitas dan aktivitas penduduk, terutama di wilayah perkotaan, yang mendorong kepemilikan kendaraan bermotor. Selain itu, meningkatnya jumlah kendaraan berdampak langsung terhadap emisi CO₂ dari konsumsi bahan bakar yang digunakan kendaraan bermotor. Semakin banyak kendaraan yang beroperasi, maka emisi CO₂ yang dihasilkan juga semakin tinggi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa semakin banyak jumlah penduduk, maka semakin banyak pula jumlah kendaraan yang digunakan, dan emisi CO₂ yang dikeluarkan ke lingkungan juga akan semakin meningkat.

Peningkatan jumlah kendaraan bermotor di suatu wilayah secara langsung memengaruhi konsumsi bahan bakar, baik bensin maupun solar. Setiap kendaraan yang beroperasi memerlukan pasokan bahan bakar untuk bergerak, sehingga semakin banyak kendaraan yang digunakan, semakin tinggi pula kebutuhan bahan bakar yang harus dipasok untuk memenuhi kebutuhan mobilitas masyarakat. Volume konsumsi yang tinggi akibat banyaknya kendaraan akan memperbesar total emisi CO₂ yang dikeluarkan ke atmosfer. Dengan demikian, semakin banyak jumlah kendaraan dan semakin tinggi konsumsi bahan bakar (baik bensin maupun solar), maka semakin besar pula emisi CO₂ yang dihasilkan. Hal ini menegaskan bahwa pertumbuhan jumlah kendaraan dan peningkatan konsumsi bahan bakar merupakan salah satu penyumbang utama peningkatan emisi CO₂ di sektor transportasi. Faktor lainnya yaitu konsumsi liter bensin yang digunakan oleh penduduk yang menggunakan kendaraan hampir setiap hari untuk bekerja dan keperluan lainnya terutama jika didukung oleh jarak tempuh. Kendaraan yang digunakan setiap hari akan mengkonsumsi bahan bakar dalam jumlah yang signifikan, terutama karena frekuensi dan durasi pemakaian yang tinggi, sehingga penggunaan kendaraan setiap hari akan meningkatkan konsumsi bahan bakar secara kumulatif (Ramli et al., 2015).

Dalam kenyataannya, CO₂ yang diemisikan di satu wilayah akan berdifusi dan bercampur dengan udara di sekitarnya, bahkan dapat berpindah ke wilayah lain melalui angin dan proses atmosferik lainnya. Dengan demikian, upaya pengendalian dan pengelolaan emisi CO₂ harus dilakukan secara lintas wilayah dan kolaboratif, karena dampaknya bersifat global dan tidak mengenal batas administrasi.

2. Biokapasitas RTH Publik dalam Penyerapan Emisi CO₂

Selisih serapan vegetasi dan emisi karbon dioksida diperoleh berdasarkan pendugaan sebaran serapan karbon dioksida. Dengan memperkirakan nilai sebaran dan luas ruang terbuka hijau publik diketahui biokapasitas vegetasi untuk menyerap karbon dioksida.

Pada lokasi penelitian jenis ruang terbuka hijau publik terdiri dari ruang terbuka hijau fungsi tertentu berupa sempadan sungai, ruang terbuka hijau jalur hijau jalan, ruang terbuka hijau taman kecamatan dengan total luas 44,251 Ha dengan jenis pohon paling banyak ditanam adalah trembesi, angkana, mahoni dan pucuk merah besar. Beberapa jenis vegetasi pada wilayah administrasi penelitian juga memiliki kemampuan dalam menyerap emisi karbon dioksida secara efektif. Beberapa diantaranya ialah tipe vegetasi semak dengan kemampuan serapan sebesar 3,2976 Ton CO₂/Tahun (Iverson et al., 1993) dalam (Tinambunan, 2006). Berdasarkan identifikasi penggunaan lahan di wilayah kajian terdapat jenis penggunaan lahan berupa rawa dengan tumbuhan utama berupa eceng gondok, bahwa eceng gondok dapat menyerap CO₂ dengan laju 3,4 g C-CO₂ per meter persegi per hari di perairan tropis (Oliveira Junior et al., 2021).

Diketahui dari Tabel 3 bahwa dengan luas rawa 31,553 Ha dapat menyerap emisi CO₂ sebanyak 345,726 CO₂/Tahun. Selain itu semak belukar dengan luas 0,719 Ha dapat menyerap emisi CO₂ sebanyak 2,372 CO₂/Tahun. Oleh karena itu perhitungan rawa dan semak belukar ikut diperhitungkan dalam penyerapan emisi CO₂.

Tabel 3. Total Daya Serap RTH Publik dan Vegetasi Lainnya

Jenis RTH	Luas	Konstanta nilai Serap Vegetasi	Total Daya Serap Vegetasi
	(Ha)	Ton CO ₂ /Tahun	Ton CO ₂ /Tahun
1	2	3	4=(2*3)
RTH Fungsi Tertentu	16,832	58,258	980,573
RTH Jalur Hijau Jalan	24,660		1.436,649

Jenis RTH	Luas	Konstanta nilai Serap Vegetasi	Total Daya Serap Vegetasi
	(Ha)	Ton CO ₂ /Tahun	Ton CO ₂ /Tahun
Taman Kecamatan	2,759		160,754
Semak Belukar	2,372	3,297	7,821
Rawa	31,553	10,957	345,726
Total	78,176	72,512	2.931,523

Sumber : Hasil Penelitian, 2025

Perhitungan biokapasitas dengan membandingkan nilai total daya serap CO₂ oleh ruang terbuka hijau publik atau vegetasi eksisting dengan nilai total emisi CO₂. Total perhitungan biokapasitas RTH publik atau vegetasi lainnya dalam penyerapan emisi CO₂ konsumsi bahan bakar dapat ditampilkan pada Tabel 4.

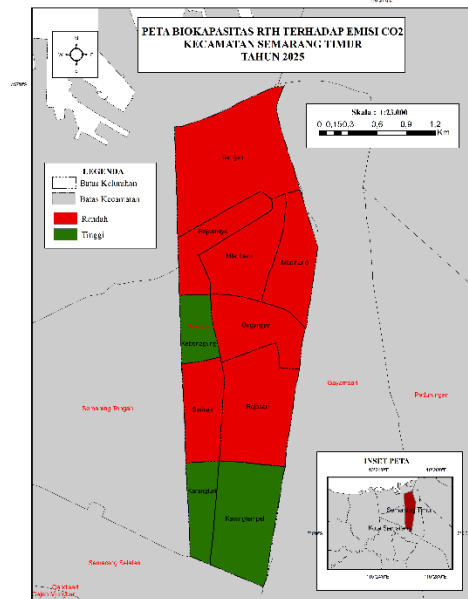
Tabel 4. Total Biokapasitas RTH Publik terhadap Emisi CO₂ Konsumsi Bahan Bakar

Kelurahan	Emisi CO ₂ Konsumsi Bahan Bakar	Daya serap	Biokapasitas (Ton CO ₂ /Tahun)
Mlatibaru	538,18	265,65	Tinggi
Mlatiharjo	344,24	114,77	Tinggi
Bugangan	474,42	255,46	Rendah
Karangtempel	78,23	356,48	Tinggi
Karangturi	72,64	114,83	Tinggi
Kebonagung	135,22	147,92	Tinggi
Kemijen	1.173,19	797,17	Rendah
Rejomulyo	300,85	276,32	Rendah
Rejosari	2.119,01	391,78	Rendah
Sarirejo	334,99	205,18	Rendah
Total	5.570,97	2.925,56	Rendah

Sumber : Hasil Penelitian, 2025

Pada perhitungan total emisi CO₂ yang dihasilkan dari kegiatan transportasi berupa emisi CO₂ dari gas buang kendaraan bermotor yang melewati ruas jalan di Kecamatan Semarang Timur dan emisi CO₂ konsumsi bahan bakar dari kendaraan bermotor yang dihitung per kelurahan di Kecamatan Semarang Timur adalah sebesar 8.546,735 Ton CO₂/Tahun. Perhitungan emisi CO₂ gas buang kendaraan bermotor yang dilakukan di 3 ruas jalan yang dipilih, sehingga diketahui emisi CO₂ yang dihasilkan sebesar 2.975,765 Ton/Tahun. Sedangkan emisi CO₂ yang berasal

dari konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor sebesar 5.570,970 Ton/Tahun.



Gambar 3. Peta Sebaran Biokapasitas RTH Publik atau Vegetasi dalam Penyerapan Emisi CO₂
Sumber : Hasil Penelitian, 2025

Pada penelitian ini emisi CO₂ yang dapat dipetakan ialah emisi yang berasal dari konsumsi bahan bakar, sehingga dapat dilihat pada Gambar 3 sebaran emisi CO₂ per kelurahan di Kecamatan Semarang Timur. Perhitungan sisa emisi menghasilkan angka negatif atau minus hal ini dikarenakan emisi CO₂ dari konsumsi bahan bakar kegiatan transportasi kendaraan bermotor lebih besar dibandingkan dengan jumlah serapan ruang terbuka hijau publik atau vegetasi eksisting yang ada pada wilayah kajian. Pada Tabel 4 diketahui bahwa ruang terbuka hijau atau vegetasi eksisting yang ada belum mampu menyerap semua emisi CO₂. Hal tersebut diketahui dari persentase pengurangan hanya sebesar 52,51% sehingga masih banyak emisi yang belum terserap ruang terbuka hijau publik atau vegetasi yaitu sebesar 2.645,408 Ton/Tahun. Kelurahan Rejosari dan Kemijen memperoleh nilai sisa emisi yang tidak terserap paling besar yaitu secara berturut-turut 1.727,230 Ton/Tahun dan 376,018 Ton/Tahun. Pada hasil penelitian tersebut kelurahan dengan emisi CO₂ konsumsi bahan bakar lebih tinggi daripada kemampuan penyerapannya akan menghasilkan sisa emisi tidak terserap yang mengindikasikan bahwa kemampuan biokapasitas ruang terbuka hijau atau vegetasi yang rendah. Sementara jika kemampuan penyerapan ruang terbuka hijau lebih tinggi daripada emisi CO₂ yang dihasilkan maka kemampuan biokapasitas ruang terbuka hijau atau vegetasi dapat dikatakan tinggi. Hanya 3 dari

10 kelurahan dengan kemampuan biokapasitas ruang terbuka hijau atau vegetasi yang tinggi yaitu secara berturut-turut Kelurahan Karangtempel, Kelurahan Karangturi, dan Kelurahan Kebonagung. Hal ini berarti sebagian besar Kelurahan di Kecamatan Semarang Timur dengan biokapasitas yang rendah tidak dapat menyerap emisi CO₂ yang dihasilkan terutama pada Kecamatan Rejosari dan Kemijen memperoleh nilai sisa emisi yang tidak terserap paling besar yaitu secara berturut-turut 1.727,230 Ton/Tahun dan 376,018 Ton/Tahun.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut tingginya emisi CO₂ dari kendaraan bermotor yang tidak dapat terserap secara optimal oleh RTH publik atau vegetasi eksisting menandakan bahwa biokapasitas yaitu kemampuan vegetasi dan ekosistem untuk menyerap polutan dan gas rumah kaca masih rendah atau tidak memadai dibandingkan dengan jumlah emisi yang dihasilkan. Hal ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh (Gracia, 2016) menyatakan bahwa vegetasi yang ada tidak mampu menyerap seluruh emisi CO₂ yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor. Hal ini mengindikasikan bahwa kapasitas vegetasi eksisting untuk menyerap CO₂ sudah terlampaui, sehingga emisi yang tidak terserap tetap berada di atmosfer dan berpotensi memperburuk kualitas udara serta mempercepat pemanasan global.

Beberapa solusi yang efektif yang dapat dilakukan adalah dengan mendorong penggunaan transportasi publik, melalui peningkatan kualitas, kenyamanan, dan jangkauan transportasi umum seperti bus dan MRT dapat mendorong masyarakat beralih dari kendaraan pribadi, sehingga mengurangi volume lalu lintas dan emisi CO₂. Fasilitas pendukung seperti halte dan stasiun yang terintegrasi juga penting untuk meningkatkan minat masyarakat menggunakan transportasi umum. Tingginya emisi CO₂ yang tidak terserap oleh RTH atau vegetasi eksisting merupakan indikator bahwa biokapasitas ruang terbuka hijau di suatu wilayah masih rendah dan perlu ditingkatkan melalui penambahan vegetasi atau optimalisasi penataan RTH. Beberapa langkah-langkah utama yang dapat dilakukan adalah dengan penambahan dan penataan vegetasi, penanaman pohon dan vegetasi lain yang memiliki daya serap CO₂ tinggi sangat penting, optimalisasi luas dan struktur RTH, memperluas area RTH, baik melalui pengembangan taman kota, hutan kota, jalur hijau jalan, konversi kawasan kumuh menjadi area hijau, serta penegakan zonasi hijau yang ketat, dapat menambah luas dan kualitas RTH di kota.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa total emisi CO₂ dari gas buang kendaraan adalah sebesar 2.977,959 Ton CO₂/Tahun. Hasil penelitian emisi CO₂ dari konsumsi bahan bakar pada setiap kelurahan di Kecamatan Semarang Timur dengan menghasilkan total emisi 5.570,96 Ton CO₂/Tahun. Kelurahan yang menghasilkan emisi CO₂ paling tinggi adalah Kelurahan Rejosari sebesar 38% yaitu sebanyak 2.119,02 Ton CO₂/Tahun, sedangkan Kelurahan Karangturi menghasilkan emisi CO₂ yang paling sedikit yaitu 72,64 Ton CO₂/Tahun. Hal ini menegaskan bahwa pertumbuhan jumlah kendaraan dan peningkatan konsumsi bahan bakar merupakan salah satu penyumbang utama peningkatan emisi CO₂ di sektor transportasi. Total emisi CO₂ yang dihasilkan dari kegiatan transportasi di Kecamatan Semarang Timur adalah sebesar 8.546,735 Ton CO₂/Tahun. Total kemampuan daya serap RTH publik dan rawa dalam menyerap emisi CO₂ adalah sebesar 2.926,074 Ton CO₂/Tahun. Sehingga diketahui sebaran biokapasitas RTH per kelurahan di Kecamatan Semarang Timur. Sebagian besar kelurahan di Kecamatan Semarang Timur dengan biokapasitas yang rendah tidak dapat menyerap emisi CO₂ yang dihasilkan.

Menurut hasil penelitian tersebut tingginya emisi CO₂ dari kendaraan bermotor yang tidak dapat terserap secara optimal oleh RTH publik atau vegetasi eksisting lainnya menandakan bahwa biokapasitas yaitu kemampuan vegetasi dan ekosistem untuk menyerap polutan dan gas rumah kaca masih rendah atau tidak memadai dibandingkan dengan jumlah emisi yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhianti, R. A. C., Sari, K. E., & Meidiana, C. (2020). Peningkatan Biokapasitas Rth Publik Dalam Upaya Pengurangan Emisi CO₂ Ruas Jalan Ranugrati Kota Malang. *Planning for Urban Region and Environment Journal (PURE)*, 9(3), 89–100.
- Faryansyah, M. D. (2024). *Analisis Determinan Emisi Co2 Di Pulau Jawa Tahun 2016-2021*. FEB UIN JAKARTA.
- Gracia, A. S. (2016). Kajian Kecukupan Ruang Terbuka Hijau Untuk Menyerap Gas Karbon Dioksida (CO₂) Dari Kendaraan Bermotor Di Jalan Dr. Ir. H. Soekarno, Surabaya (Merr IIC). *No. Merr Iic*, 1–121.
- IPCC. (2006). 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. *Intergovernmental Panel in Climate Change (IPPC)*.
- Iverson, L. R., Brown, S., Grainger, A., Prasad, A., & Liu, D. (1993). Carbon sequestration in tropical Asia: an assessment of technically suitable forest lands using geographic information systems analysis. *Climate Research*, 23–38.
- Martuti, N. K. T., Setyowati, D. L., Nugraha, S. B., & Mutiatari, D. P. (2017). Carbon stock potency of mangrove ecosystem at Tapak Sub-village, Semarang, Indonesia. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 10(6), 1524–1533.
- Miharja, F. J., Husamah, H., & Muttaqin, T. (2018). Analisis kebutuhan ruang terbuka hijau sebagai penyerap emisi gas karbon di kota dan kawasan penyangga Kota Malang. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (Journal of Environmental Sustainability Management)*, 165–174. <https://doi.org/10.36813/jplb.2.3.165-174>
- MKJI. (1997). *Highway Capacity Manual Project Report (Manual Kapasitas Jalan Indonesia)*. 7802112(264).
- Moses, W., & Hariyanto, H. (2021). Analisis Daya Dukung Ruang Terbuka Hijau (RTH) Berdasarkan Penyerapan Karbon Dioksida (Co₂) di Kelurahan Mijen Kecamatan Mijen Kota Semarang. *Geo-Image Journal*, 10(1), 1–6.
- Mulyadin, R., & Pangersa Gusti, R. E. (2013). Analisis Kebutuhan Luasan Area Hijau Berdasarkan Daya Serap Codi Kabupaten Karanganyar Jawa Tengah. *Jurnal Penelitian Sosial Dan Ekonomi Kehutanan*, 10(4), 264–273. <https://doi.org/10.20886/jsek.2013.10.4.264-273>
- Muziansyah, D., Sulistyorini, R., & Sebayang, S. (2015). Model Emisi Gas Buangan Kendaraan Bermotor Akibat Aktivitas Transportasi (Studi Kasus: Terminal Pasar Bawah Ramayana Koita Bandar Lampung). *Journal Rekayasa Sipil Dan Desain (JRSDD)*, 3(1), 2303–2314.
- Nst, E. S., Fitri, Y., Widara, L. S., & Fajri, F. (2023). Prediction of CO₂ emission based on road density approach. *Journal of Aceh Physics Society*, 12(1), 6–20. <https://doi.org/10.24815/jacps.v12i1.27961>
- Prinajati, P. D. (2019). Analisis ruang terbuka hijau terhadap penyerapan emisi karbondioksida. *ENVIROSAN: Jurnal Teknik Lingkungan*, 2(1), 34–41.

- Putra, W. (2022). Pengaruh Jumlah Penduduk dan Panjang Jalan Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Melalui Pertambahan Jumlah Kendaraan. *Prosiding Seminar Nasional Seminar Akademik Tahunan Ilmu Ekonomi Dan Studi Pembangunan*, 5(1), 170–179.
- Ramli, M. I., Hamid, S., Hustim, M., & Aswidinata, A. T. (2015). *Model Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan Pada*. 1(2), 77–84.
- Rukaesih, A. (2004). *Kimia Lingkungan*. Andi Yogyakarta.
- Sudarti, S., Yushardi, Y., & Kasanah, N. (2022). Analisis Potensi Emisi CO₂ Oleh Berbagai Jenis Kendaraan Bermotor di Jalan Raya Kemantren Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 9(2), 70–75.
<https://doi.org/10.21776/ub.jsal.2022.009.02.4>
- Tinambunan, R. S. (2006). Analisis kebutuhan ruang terbuka hijau di Kota Pekanbaru. *Pascasarjana. Bogor Institut Pertanian Bogor*.