

ESTIMASI EMISI KARBON DARI KONSUMSI LISTRIK DAN SAMPAH:**STUDI KASUS PASAR BULU****Yeremia Petra Sigalingging¹, Tegar Hermawan², Talenta Vena Insani³, Penesta Tia Tira****Sinulingga⁴, Melinda Fitria⁵, Clara Febina Tarigan⁶, Yasmien Mumtaz Azzahra⁷, Indah****Susilowati⁸**^{1,2,3,4,5,6,7,8}Universitas Diponegoro, Indonesia[¹](mailto:yeremiapetrasigalingging@gmail.com), [²](mailto:tegarhermawan30@gmail.com),[³](mailto:Venatalenta@gmail.com), [⁴](mailto:Penestatia@gmail.com),[⁵](mailto:melindafitria54@gmail.com), [⁶](mailto:Clarafebina@gmail.com).[⁷](mailto:yasmienmumtazazzahra@gmail.com), [⁸](mailto:indah.susilowati@undip.ac.id))**Abstract**

Traditional markets play an important role in urban economic systems while simultaneously contributing to greenhouse gas emissions through electricity consumption and solid waste generation. Pasar Bulu, a major traditional market in Semarang City with high trading intensity and near-continuous daily operations, represents a significant source of urban carbon emissions. This study aims to quantify carbon emissions originating from electricity consumption and solid waste generation at Pasar Bulu and to analyze the dominant sources contributing to the market's overall carbon footprint. A mixed-methods approach was employed by integrating quantitative measurements and qualitative analysis. Quantitative data were obtained from electricity consumption records of market facilities and traders' stalls, as well as annual waste volume and composition data. Qualitative data were collected through field observations and in-depth interviews with 36 respondents representing academics, business actors, government officials, and community groups (ABGC). Carbon emission estimates were calculated using the IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (2006), applying the energy sector method for indirect emissions from electricity consumption and the First Order Decay (FOD) method for solid waste emissions. The results show that electricity consumption generated 15,522.83 kg CO₂, primarily originating from centralized market installations and stalls using intensive lighting and cooling equipment. Meanwhile, solid waste management produced 1,089.66 tons CO₂ per year, dominated by food waste emissions amounting to 958.83 kg CO₂, driven by methane formation during organic waste decomposition. These findings indicate that although electricity consumption constitutes the largest source of carbon emissions in absolute terms, food waste remains a critical emission component within the waste sector. Therefore, carbon mitigation strategies in Pasar Bulu should prioritize electricity efficiency improvements alongside source-based organic waste management to support sustainable and low-carbon traditional market operations.

Keywords: Traditional Market; Carbon Emissions; Electricity Consumption; Solid Waste; Pasar Bulu; Sustainability

Abstrak

Pasar tradisional berperan penting dalam sistem ekonomi perkotaan, namun juga menjadi sumber emisi gas rumah kaca melalui konsumsi listrik dan timbunan sampah. Pasar Bulu



Copyright (c) 2026. Yeremia Petra Sigalingging, Tegar Hermawan, Talenta Vena Insani, Penesta Tia Tira Sinulingga, Melinda Fitria, Clara Febina Tarigan, Yasmien Mumtaz Azzahra, Indah Susilowati. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International License.

Kota Semarang, sebagai pasar tradisional utama dengan intensitas aktivitas perdagangan yang tinggi dan operasional hampir sepanjang hari, memiliki potensi emisi karbon yang signifikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi emisi karbon yang bersumber dari konsumsi listrik dan timbunan sampah di Pasar Bulu serta mengidentifikasi sumber emisi dominan berdasarkan hasil pembahasan kuantitatif. Penelitian ini menggunakan pendekatan *mixed methods* dengan mengombinasikan analisis kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif diperoleh dari pengukuran konsumsi listrik fasilitas pasar dan kios pedagang serta data volume dan komposisi sampah tahunan, sedangkan data kualitatif dikumpulkan melalui observasi lapangan dan *in-depth interview* terhadap 36 responden yang mewakili unsur akademisi, pelaku usaha, pemerintah, dan komunitas (ABGC). Estimasi emisi karbon mengacu pada *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (2006), menggunakan metode sektor energi untuk emisi tidak langsung dari konsumsi listrik dan metode *First Order Decay* (FOD) untuk emisi dari limbah padat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsumsi listrik di Pasar Bulu menghasilkan emisi sebesar 15.522,83 kg CO₂, yang terutama berasal dari instalasi pusat pasar serta kios yang menggunakan pencahayaan dan peralatan pendingin secara intensif. Sementara itu, sektor persampahan menghasilkan emisi sebesar 1.089,66 ton CO₂ per tahun, dengan sampah makanan sebagai kontributor terbesar mencapai 958,83 kg CO₂ akibat proses dekomposisi organik yang menghasilkan gas metana. Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun emisi dari konsumsi listrik lebih dominan, pengelolaan sampah organik tetap menjadi faktor penting dalam strategi mitigasi emisi karbon. Oleh karena itu, pengelolaan pasar tradisional yang berkelanjutan perlu difokuskan pada peningkatan efisiensi energi listrik serta pemilahan dan pengolahan sampah organik dari sumber.

Kata Kunci: Pasar Tradisional, Emisi Karbon, Konsumsi Listrik, Timbunan Sampah, Pasar Bulu, Keberlanjutan

A. Pendahuluan

Indonesia tengah mendorong transformasi menuju pembangunan berkelanjutan dengan menempatkan penurunan emisi karbon sebagai salah satu agenda strategis nasional. Peningkatan kebutuhan energi listrik dan pertumbuhan volume limbah domestik serta komersial di kawasan perkotaan telah mendorong peningkatan emisi gas rumah kaca

(GRK), khususnya dari sektor energi dan pengelolaan sampah. Pemerintah Indonesia menegaskan komitmen mitigasi perubahan iklim melalui berbagai kerangka kebijakan, antara lain *Long-Term Strategy for Low Carbon and Climate Resilience* (LTS-LCCR) 2050 dan *Enhanced Nationally Determined Contribution* (ENDC), yang menekankan pentingnya efisiensi energi dan pengurangan timbunan



sampah sebagai instrumen utama penurunan emisi karbon (KLHK, 2022).

Dalam konteks perkotaan, pasar tradisional memiliki peran strategis sebagai pusat aktivitas ekonomi rakyat sekaligus ruang interaksi sosial masyarakat. Namun, aktivitas operasional pasar tradisional umumnya ditandai oleh konsumsi listrik yang relatif tinggi untuk penerangan, pendinginan, dan operasional kios, serta produksi sampah harian dalam jumlah besar, terutama dari aktivitas perdagangan bahan pangan. Kondisi ini menjadikan pasar tradisional sebagai sumber emisi karbon potensial yang hingga kini masih relatif kurang mendapat perhatian dalam kajian mitigasi emisi di tingkat lokal. Pasar Bulu, sebagai salah satu pasar utama di Kota Semarang, merepresentasikan kawasan ekonomi dengan intensitas aktivitas perdagangan yang tinggi dan timbunan sampah signifikan, sehingga relevan untuk dijadikan objek kajian empiris (BPS Kota Semarang, 2023).

Emisi karbon dari konsumsi listrik merujuk pada emisi CO₂ ekuivalen yang dihasilkan dari penggunaan energi listrik, yang besarnya sangat dipengaruhi oleh bauran energi pembangkit dan tingkat konsumsi energi di suatu wilayah. Studi Ling et al. (2021) menunjukkan bahwa konsumsi listrik merupakan kontributor utama emisi karbon pada berbagai sistem aktivitas, terutama di wilayah yang masih bergantung pada sumber energi fosil. Temuan ini mengindikasikan bahwa peningkatan efisiensi penggunaan listrik di sektor-sektor intensif energi, termasuk pasar tradisional, memiliki potensi signifikan dalam menekan emisi karbon.

Selain konsumsi listrik, pengelolaan sampah juga berkontribusi terhadap emisi karbon, khususnya melalui proses dekomposisi sampah organik yang menghasilkan gas metana (CH₄) serta emisi sepanjang siklus hidup sampah anorganik. Benavides et al. (2020) menegaskan bahwa sistem pengelolaan akhir sampah, seperti



landfill dan composting, sangat menentukan besaran emisi gas rumah kaca yang dihasilkan, bergantung pada jenis material dan metode pengelolaan yang diterapkan. Oleh karena itu, estimasi emisi karbon dari sampah perlu dilakukan secara terintegrasi dengan aktivitas konsumsi energi untuk memperoleh gambaran yang lebih utuh mengenai jejak karbon suatu kawasan.

Meskipun demikian, kajian empiris yang secara kuantitatif mengestimasi emisi karbon dari konsumsi listrik dan timbunan sampah dalam satu kesatuan sistem aktivitas pasar tradisional masih terbatas, khususnya di tingkat lokal. Keterbatasan informasi kuantitatif mengenai besaran dan struktur sumber emisi berpotensi menghambat perumusan kebijakan pengelolaan pasar yang berkelanjutan dan rendah karbon. Kondisi ini juga tercermin di Pasar Bulu, di mana tingginya konsumsi listrik pada kios dengan penggunaan pendingin serta dominasi

sampah organik berpotensi memberikan kontribusi signifikan terhadap total emisi karbon kawasan pasar. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi emisi karbon yang dihasilkan dari konsumsi listrik dan timbunan sampah di Pasar Bulu Kota Semarang, serta mengidentifikasi sumber emisi utama yang berkontribusi terhadap total emisi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar perumusan strategi pengelolaan pasar tradisional yang lebih efisien energi, berwawasan lingkungan, dan selaras dengan target penurunan emisi karbon di tingkat daerah.

B. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan *mixed method*, yaitu pendekatan yang menggabungkan metode pengumpulan dan analisis data kuantitatif serta kualitatif dalam satu penelitian. Pendekatan ini dipilih agar peneliti dapat memahami lebih dalam karena data kuantitatif membantu mengukur jumlah listrik yang



digunakan dan volume sampah secara angka, sedangkan data kualitatif memberikan penjelasan lebih lanjut melalui wawancara dan pengamatan langsung di lapangan, Creswell & Plano Clark (2011).

Pendekatan kualitatif yang digunakan dalam penelitian ini bertujuan untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang penggunaan listrik dan praktik pengelolaan sampah yang berkontribusi terhadap emisi karbon melalui wawancara dengan mendalam kepada 36 responden yang mewakili ABGC (Academics, Business, Government, Community), meliputi akademisi, pelaku bisnis di Pasar Bulu, perwakilan pemerintah daerah sebagai pengelola pasar, serta tokoh kelompok swadaya masyarakat yang bertujuan untuk mengumpulkan informasi tentang penggunaan listrik di setiap kios, pola operasional pasar, dan praktik pengelolaan sampah yang diterapkan. Observasi dilakukan untuk mendokumentasikan kondisi aktual di

lapangan, seperti intensitas konsumsi listrik, volume sampah harian, serta karakteristik sampah yang dihasilkan di area penelitian. Analisis kualitatif dilakukan secara tematik dengan bantuan perangkat lunak ATLAS.ti dan diperkuat melalui triangulasi sumber serta metode untuk meningkatkan kredibilitas dan keandalan hasil penelitian, sekaligus menilai efektivitas kolaborasi antaraktor ABGC terhadap penanganan emisi karbon di Pasar Bulu. Pendekatan kualitatif penting karena memungkinkan peneliti memahami makna, proses, dan konteks sosial yang melatarbelakangi munculnya data numerik, sebagaimana dikemukakan oleh John W. Creswell (2014). Sedangkan metode kuantitatif digunakan dalam penelitian ini untuk mendapatkan angka-angka mengenai penggunaan listrik dan jumlah sampah, yang nantinya menjadi dasar dalam menghitung emisi karbon. Semua data berupa angka dari wawancara tersebut digunakan sebagai bahan untuk menghitung emisi karbon



dengan mengacu pada panduan Intergovernmental Panel on Climate Change tahun 2006 tentang inventaris gas rumah kaca nasional, baik untuk emisi dari penggunaan listrik maupun emisi dari sampah. Dengan rumus sebagai berikut.

a. Perhitungan Emisi Karbon (Listrik)

$$\text{Emisi CO}_2 \text{ (Listrik)} = \text{Data Aktivitas (AD)} \times \text{Faktor Emisi (EF)} \dots\dots\dots (1)$$

b. Perhitungan Emisi Karbon Sampah

$$DDOCmd_{2025} = W_{2025} \cdot DOC \cdot DOC_f \cdot MCF \dots\dots\dots(2)$$

$$CH_4 \text{ generated}_{2025} = DDOCm \text{ decomp}_{2025} \cdot F \cdot 16/12 \dots\dots (3)$$

$$CH_{4emitted_{2025}} = \left[\sum_x CH_4 \text{ generated}_{x,2025} - R_{2025} \right] (1 - OX_{2025}) \dots\dots\dots(4)$$

Dimana $DDOCmd_T$ = massa karbon organik yang dapat terurai yang akan terdekomposisi dalam kondisi anaerobik di lokasi

pembuangan pada tahun 2025 (Gg); W_T = massa limbah yang dibuang pada tahun 2025 (Gg); DOC = Karbon organik yang dapat terdegradasi pada tahun pembuangan (fraksi) (Gg C/Gg limbah); DOC_f = fraksi DOC yang dapat terurai dalam kondisi anaerobik di SWDS (fraksi); MCF = faktor koreksi CH_4 untuk tahun pembuangan (fraksi); $CH_4 \text{ generated}_{2025}$ = jumlah CH_4 yang dihasilkan dari $DDOCm$ yang terurai; $DDOCm \text{ decomp}_{2025}$ = $DDOCm$ yang terurai pada tahun 2025 (Gg); F = fraksi CH_4 , berdasarkan volume, dalam gas TPA yang dihasilkan; $16/12$ = rasio berat molekul CH_4/C ; $CH_{4emitted_{2025}}$ = CH_4 yang dipancarkan pada tahun 2025(Gg); x = jenis/bahan limbah atau kategori limbah; R_{2025} = CH_4 yang dipulihkan pada tahun 2025 (Gg); OX_{2025} = Faktor oksidasi pada tahun 2025 (fraksi).

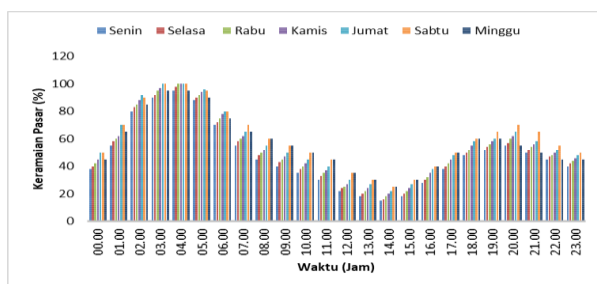
C. Hasil Penelitian Dan Pembahasan

Karakteristik Umum dan Kondisi Pasar Bulu



Pasar Bulu sebagai pasar tradisional utama di Kota Semarang berfungsi sebagai pusat aktivitas ekonomi harian masyarakat perkotaan. Intensitas aktivitas perdagangan yang berlangsung hampir sepanjang hari mendorong peningkatan konsumsi energi listrik untuk penerangan dan operasional kios, serta menghasilkan timbulan sampah harian dalam jumlah signifikan. Kombinasi antara penggunaan energi dan produksi limbah tersebut membentuk jejak karbon pasar, sehingga aktivitas Pasar Bulu berkontribusi langsung terhadap emisi karbon sektor perkotaan melalui jalur konsumsi listrik dan pengelolaan sampah (Hoorneweg et al., 2017).

Gambar 1 Persentase Keramaian Pasar Bulu



Sumber: Kuisioner, diolah, 2025.

Berdasarkan Gambar 1, tingkat keramaian Pasar Bulu menunjukkan pola fluktuatif harian yang relatif konsisten sepanjang minggu, sebagaimana karakteristik pasar tradisional perkotaan (Rachmawati & Santoso, 2018). Keramaian meningkat sejak dini hari (01.00–04.00) dan mencapai puncak pada pukul 03.00–05.00 dengan persentase mendekati 90–100%, yang berkaitan dengan aktivitas distribusi dan perdagangan bahan pangan segar. Setelah itu, keramaian menurun secara bertahap hingga mencapai titik terendah pada pukul 12.00–14.00 dengan persentase sekitar 20–30%, seiring waktu istirahat pedagang dan berkurangnya kunjungan pembeli. Aktivitas pasar kembali meningkat pada sore hingga malam hari (16.00–20.00) dengan persentase 50–70% akibat aktivitas belanja masyarakat sepulang kerja, sebelum kembali menurun setelah pukul 20.00. Pola dua fase aktivitas harian ini berimplikasi langsung terhadap konsumsi listrik dan



timbulan sampah, sehingga menjadi faktor penting dalam estimasi emisi karbon pasar tradisional. (Chen et al., 2020).

Profil Responden

Aktivitas Pasar Bulu melibatkan pelaku usaha dengan karakteristik sosial ekonomi dan pola kerja yang beragam, tercermin dari perbedaan usia, durasi berjualan, tingkat pendapatan, dan jumlah tanggungan yang disajikan dalam Tabel 1. Variasi karakteristik tersebut memengaruhi intensitas konsumsi listrik dan timbulan sampah sebagai komponen utama dalam estimasi emisi karbon pasar.

Tabel 1 Profil Responden Pasar Bulu

Pasar Bulu (n=36)								
Karakteristik Responden		Frekuensi	%	Keterangan				
Umur	20-29	3	8%	Mean = 41,17	Tingkat Pendapatan (Rp)			
	30-39	12	33%	Max = 59				
	40-49	15	42%	Min = 20				
	>50	6	17%					
Pendidikan Terakhir	Tidak Sekolah	2	6%	Mean = 3,11	Jumlah Tanggungan	0 - 1 Orang	13	43%
	SD	6	17%	Max = 4		2 - 3 Orang	17	47%

Tingkat Pendapatan	SMP	14	39%	Min = 1
	SMA	14	39%	
	< 1.000.000	9	25%	Mean = Rp1.625.000
	1.000.001 - 1.500.000	7	19%	Max = Rp3.000.000
	1.500.001 - 2.000.000	8	22%	Min = Rp500.000
	2.000.001 - 2.500.000	8	22%	
	2.500.001 - 3.000.000	4	11%	
	<10 Tahun	8	22%	Mean = 17,39
	10 - 19 Tahun	14	39%	Max = 39
	20 - 29 Tahun	10	28%	Min = 1
Lama Berjualan (Tahun)	>30 Tahun	4	11%	
	<8 Jam	7	19%	Mean = 9,25
	8 - 10 Jam	17	47%	Max = 12
Waktu Berjualan (Jam)	>10 Jam	12	33%	Min = 5
	Rp1.000.000 – Rp1.999.999	15	42%	Mean = 3.152.778
Tingkat Pendapatan (Rp)	Rp2.000.000 – Rp3.999.999	11	31%	Min = 1.000.000
	Rp4.000.000 – Rp5.999.999	6	17%	Max = 7.999.999
	>Rp6.000.000	4	11%	
	0 - 1 Orang	13	43%	Mean = 2,11
Jumlah Tanggungan	2 - 3 Orang	17	47%	Min = 0



	>3 orang	6	17%	Max = 5
--	----------	---	-----	---------

Sumber: Data Peneliti, 2025

Berdasarkan Tabel 1, pelaku aktivitas Pasar Bulu berada pada rentang usia 20–59 tahun dengan nilai rata-rata 41,17 tahun, yang menunjukkan dominasi kelompok usia produktif dengan tingkat keterlibatan pasar yang rutin dan berkelanjutan. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa konsumsi listrik dan timbulan sampah berlangsung secara kontinu sepanjang tahun, sehingga emisi karbon yang dihasilkan merepresentasikan emisi struktural pasar, bukan bersifat temporer atau musiman. Lama beraktivitas responden yang berkisar antara 1–39 tahun dengan rata-rata 17,39 tahun mencerminkan pola operasional yang relatif mapan dan stabil, yang berdampak pada konsistensi penggunaan energi serta pembentukan timbulan sampah harian. Selain itu, durasi aktivitas harian selama 5–12 jam per hari dengan rata-

rata 9,25 jam berimplikasi langsung terhadap lamanya penggunaan listrik untuk penerangan dan pengoperasian peralatan usaha.

Dari sisi ekonomi, variasi tingkat pendapatan mencerminkan perbedaan skala usaha antar pelaku pasar. Skala usaha yang lebih besar cenderung memiliki intensitas penggunaan listrik dan volume sampah yang lebih tinggi, khususnya pada sektor perdagangan pangan. Aktivitas perdagangan tersebut menghasilkan sampah organik dan anorganik yang berpotensi menimbulkan emisi gas rumah kaca melalui proses pembusukan maupun pada tahap pengelolaan pra-pembuangan. Secara keseluruhan, perbedaan intensitas aktivitas dan skala usaha menunjukkan adanya heterogenitas kontribusi emisi karbon antar pelaku pasar, sehingga estimasi emisi karbon di Pasar Bulu perlu mempertimbangkan karakteristik aktivitas tersebut agar mampu merepresentasikan kondisi pasar secara



komprehensif dan realistis (Gu et al., 2020).

Persebaran Emisi Karbon di Pasar Bulu

Gambar 2 Denah Pasar Bulu yang sudah beremisi sampah dan listrik



Berdasarkan peta persebaran emisi di Pasar Bulu yang tertera pada gambar 2, terlihat bahwa distribusi emisi di Lantai 1 didominasi oleh kontribusi dari konsumsi listrik dibandingkan lantai lainnya. Hal ini dikarenakan aktivitas perdagangan di lantai 1 yang didominasi oleh penjual pakaian, alas kaki, jasa reparasi, serta perdagangan sembako yang terdapat peralatan listrik berdaya tinggi, seperti lemari pendingin (*chiller*) yang secara

signifikan meningkatkan beban energi. Kemudian di lantai 1 menghasilkan lebih banyak sampah anorganik, terutama berupa plastik kemasan, kertas, dan tekstil. Jika sampah anorganik tersebut tidak didaur ulang, maka akan menghasilkan emisi karbon secara tidak langsung (*embodied carbon*).

Kemudian pada area lantai 2 di Pasar Bulu adalah area dengan konsentrasi emisi yang relatif tinggi. Hal ini disebabkan oleh profil usaha pedagang di lantai 2 yang didominasi oleh penjualan bahan pangan basah, seperti daging, ikan, unggas, sayur, dan buah, yang pada umumnya tidak menggunakan lemari pendingin berskala besar. Sehingga pada lantai 2 konsumsi listriknya didominasi hanya bersumber dari sistem penerangan. Dengan demikian, konsumsi listrik di area ini dari kebutuhan pencahayaan standar dalam operasional sehari-hari. Dari aspek limbah padat, Lantai 2 cenderung menghasilkan volume sampah organik yang signifikan, yakni

berupa sisa makanan dan sisa pengolahan bahan pangan basah. Sampah organik ini memiliki potensi tinggi untuk menghasilkan gas metana (CH_4) melalui proses dekomposisi anaerobik di tempat pembuangan akhir, sehingga berkontribusi tambahan terhadap jejak karbon rantai ini. Dengan demikian, kombinasi antara konsumsi listrik yang intensif terutama untuk pencahayaan dan produksi sampah organik yang tinggi menjadikan Rantai 2 sebagai salah satu kontributor utama emisi di Pasar Bulu.

Pada area rantai 3 menunjukkan bahwa tingkat emisinya lebih rendah dibandingkan dengan Rantai 1 dan Rantai 2. Perbedaan ini disebabkan karena rendahnya aktivitas perdagangan serta minimnya konsumsi energi listrik di rantai ini, dan umumnya hanya mengandalkan pencahayaan standar dalam operasional sehari-hari. Meskipun demikian, peta distribusi emisi tetap menunjukkan keberadaan titik-titik

emisi yang bersumber dari akumulasi konsumsi listrik dasar (*baseload*) serta limbah yang dihasilkan dari aktivitas perdagangan. Walaupun besaran emisi yang dihasilkan relatif kecil dibandingkan rantai lainnya, kontribusi Rantai 3 memperkuat temuan bahwa seluruh zona pasar secara kumulatif tetap berkontribusi terhadap jejak karbon total Pasar Bulu.

Estimasi Emisi Karbon

Tabel 2. Estimasi Emisi Karbon Listrik

Klasifikasi	n	Emisi (CO_2)
Instalasi Pusat (Pasar)	1	13010,95009
Pedagang Alat Dapur	1	43,6746988
Pedagang Baju	4	433,253012
Pedagang Buah	2	249,8192771
Pedagang Bumbu Racik	1	99,57831325
Pedagang Cemilan	2	110,0977133
Pedagang Daging	2	181,3973052
Pedagang Frozen Food	1	80,43639053
Pedagang Hasil Gerabah	1	87,34939759
Pedagang Ikan	2	167,1784772
Pedagang Jam	2	101,8860947
Pedagang Makanan (Warung)	4	245,5409656
Pedagang Perabotan Rumah Tangga	1	87,34939759
Pedagang Sembako	5	394,8192771
Pedagang Sepatu dan Sandal	2	162,4698795
Pedagang Warung Kelontong	1	67,03032544
TOTAL	32	15522,83062

Pasar Bulu; sumber : data peneliti 2025



**Tabel 3. Estimasi Emisi Karbon dari
Timbunan Sampah Pasar Bulu**

Jenis Sampah	Jumlah Sampah (Kg/Tahun)	CH ₄ (Ton/Tahun)	CO ₂ (Ton/Tahun)
Food waste	979.200	38,3533056	958,83264
Garden	100800	0,5419008	13,54752
Paper	172800	3,1850496	79,62624
Wood and straw	86400	0,85598208	21,399552
Textiles	100800	0,65028096	16,257024
Industrial waste		43,586519	
Total	1.440.000	04	1089,662976

Berdasarkan hasil estimasi emisi karbon pada tabel 2 dan 3, emisi karbon dioksida (CO₂) yang berasal dari konsumsi listrik di pasar tercatat sebesar 15.522,83062, sedangkan emisi karbon dari sampah sebesar 1.089,662976. Hasil tersebut menunjukkan bahwa emisi karbon dari penggunaan listrik jauh lebih besar dibandingkan emisi yang dihasilkan dari sektor persampahan. Tingginya emisi karbon listrik mengindikasikan bahwa aktivitas operasional pasar yang bergantung pada energi listrik, terutama yang bersumber dari

pembangkit berbasis bahan bakar fosil, memberikan kontribusi signifikan terhadap total emisi CO₂. Temuan ini sejalan dengan penelitian Dinayah dan Novembrianto (2023) yang menyatakan bahwa konsumsi listrik merupakan salah satu penyumbang utama emisi karbon akibat tingginya faktor emisi dari sistem pembangkitan listrik konvensional.

Selain itu, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dari total emisi karbon yang berasal dari sampah, sampah makanan (*food waste*) merupakan penyumbang emisi terbesar, yaitu sebesar 958,83264 kg CO₂, atau mendominasi hampir seluruh emisi sampah yang dihasilkan. Tingginya kontribusi emisi dari food waste disebabkan oleh kandungan bahan organik yang mudah terurai, sehingga menghasilkan emisi gas rumah kaca selama proses dekomposisi. Hasil ini sejalan dengan penelitian Alawiyah et al. (2023) yang menyebutkan bahwa sampah organik



menjadi kontributor utama emisi gas rumah kaca dalam sistem pengelolaan sampah perkotaan dibandingkan jenis sampah anorganik. Dengan demikian, meskipun total emisi sampah lebih rendah dibandingkan emisi listrik, pengelolaan food waste tetap menjadi aspek penting dalam upaya pengurangan emisi karbon di lingkungan pasar.

Integrasi Peran Akademisi, Bisnis, Komunitas, dan Pemerintah (ABCG)

Berdasarkan hasil analisis kualitatif menggunakan ATLAS.ti, temuan utama menunjukkan bahwa sampah dipersepsikan sebagai sumber emisi karbon terbesar di Pasar Bulu, baik oleh pelaku bisnis, pembeli, pengelola pasar, akademisi, maupun komunitas pengelola sampah. Kode-kode dominan yang muncul meliputi *emisi_dari_sampah*, *sampah_organik*, *sampah_plastik*, dan *timbulan_sampah_tinggi*. Pelaku bisnis dan pembeli secara konsisten menilai

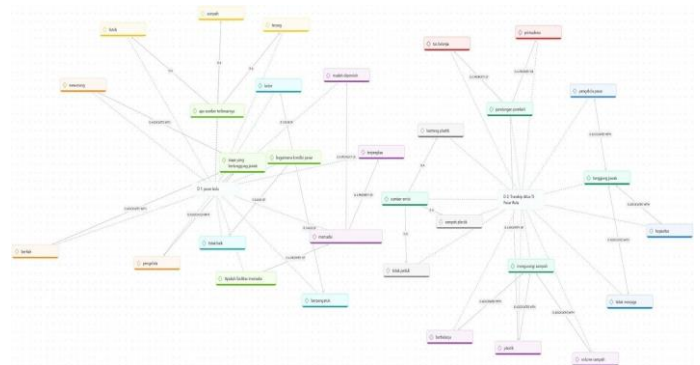
bahwa kondisi fisik pasar yang kurang bersih serta rendahnya kepedulian terhadap sampah memperbesar volume sampah harian. Sampah organik yang membusuk dan akumulasi plastik sekali pakai dipandang sebagai kontributor utama emisi, sejalan dengan temuan literatur yang menyatakan bahwa sektor sampah perkotaan, khususnya pada tahap pra-pembuangan, memiliki kontribusi signifikan terhadap emisi gas rumah kaca (Hoornweg et al., 2017; Kaza et al., 2018; Chen et al., 2020).

Sementara itu, konsumsi listrik di Pasar Bulu diidentifikasi sebagai sumber emisi pendukung, dengan kode *emisi_dari_listrik* dan *penggunaan_listrik_usaha* muncul terutama pada pelaku usaha makanan yang menggunakan peralatan listrik seperti blender, rice cooker, dan pendingin. Meskipun demikian, sebagian besar responden menilai bahwa listrik hanya digunakan untuk kebutuhan dasar seperti penerangan, sehingga kontribusinya terhadap emisi



karbon relatif lebih kecil dibandingkan sampah. Analisis juga menunjukkan adanya kesenjangan tanggung jawab dan kesadaran, di mana kebersihan pasar lebih banyak dipersepsikan sebagai tanggung jawab pengelola dan pemerintah, sementara pemilahan sampah dari sumber belum berjalan optimal. Peran komunitas (KSM) muncul sebagai faktor mitigasi penting melalui aktivitas pengumpulan sampah anorganik dan pengolahan kompos, meskipun masih menghadapi hambatan berupa rendahnya pemilahan sampah oleh pedagang dan pembeli. Temuan ini menguatkan pandangan akademisi bahwa pengelolaan sampah dari sumber dan edukasi berkelanjutan merupakan strategi paling realistis untuk menurunkan emisi karbon di pasar tradisional (Lou & Nair, 2009; Gu et al., 2020; Suh et al., 2021).

Gambar 5 Hasil *in-depth interview* Akademisi-Business-Community-Government dengan ATLAS.ti



Sumber: Kuisisioner, diolah

D. Penutup

Berdasarkan hasil analisis, penelitian ini menyimpulkan bahwa aktivitas operasional di Pasar Bulu memberikan kontribusi yang terukur terhadap emisi gas rumah kaca melalui dua sumber utama, yaitu konsumsi listrik dan pengelolaan sampah. Konsumsi listrik merupakan penyumbang emisi terbesar, dengan total mencapai 15.522,83 kg CO₂. Emisi tertinggi berasal dari instalasi pusat pasar serta kios-kios yang menggunakan peralatan elektronik intensif seperti *freezer*, *showcase*, dan pencahayaan tinggi.

Di sisi lain, sektor limbah menghasilkan total emisi sebesar 1.089,66 ton CO₂ per tahun yang dipicu oleh volume sampah sebesar 1.440.000



kg/tahun. Sampah organik (khususnya sisa makanan) menjadi kontributor paling signifikan dalam kategori ini karena potensi pembentukan gas metana CH₄ yang memiliki efek pemanasan global lebih kuat dibandingkan karbon dioksida. Temuan ini menegaskan bahwa strategi mitigasi emisi di Pasar Bulu harus diprioritaskan pada peningkatan efisiensi energi listrik dan optimalisasi pengolahan sampah organik melalui sistem pemilahan yang lebih baik.

E. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Prof.Dra. Indah, M.Sc., Ph.D dan Nur Afika atas bimbingan, arahan, serta dukungan yang diberikan selama proses pelaksanaan penelitian ini. Kontribusi berupa masukan ilmiah, diskusi konstruktif, serta pendampingan dalam penyusunan dan analisis penelitian sangat membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini dengan baik. Penulis juga

menghargai waktu dan perhatian yang telah diberikan sehingga penelitian ini dapat diselesaikan sesuai dengan tujuan yang diharapkan.

F. Daftar Pustaka

- Alawiyah, T., Hadinata, F., Saputra, D., & Ngudiantoro. (2023). Comparing greenhouse gas emissions from municipal solid waste management scenarios: A case of Palembang, Indonesia. *Sriwijaya Journal of Environment*, 8(1), 42–47. DOI: <https://doi.org/10.22135/sje.2023.8.1.42-47>
- Benavides, P. T., Daioglou, V., Vázquez-Rowe, I., & Klotz, M. (2020). Environmental impacts of food waste treatment alternatives: A comparative life cycle assessment. *Waste Management*, 113, 63–74. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.05.035>
- Badan Pusat Statistik Kota Semarang. (2023). *Kota Semarang dalam angka 2023*. BPS Kota Semarang.
- Chen, X., Geng, Y., & Fujita, T. (2020). An overview of municipal solid waste management in China. *Waste Management*, 105, 219–230.



- <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.01.018>
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). Sage Publications.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2011). *Designing and conducting mixed methods research* (2nd ed.). Sage Publications.
- Dinayah, I. P., & Novembrianto, R. (2023). Analisis penggunaan listrik terhadap emisi karbon di lingkungan kampus UPN "Veteran" Jawa Timur. *Envirous*, 4(1). DOI: <https://doi.org/10.33005/envirous.v4i1.174>
- Gu, B., Chen, F., Zhang, Y., & Wang, H. (2020). Urban waste management and carbon emission reduction: A systematic review. *Journal of Cleaner Production*, 268, 122240. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122240>
- Hoornweg, D., Bhada-Tata, P., & Kennedy, C. (2017). Waste production must peak this century. *Nature*, 502(7473), 615–617. <https://doi.org/10.1038/502615a>
- Johnson, R. B., Onwuegbuzie, A. J., & Turner, L. A. (2007). Toward a definition of mixed methods research. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(2), 112–133. <https://doi.org/10.1177/1558689806298224>
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). *What a waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050*. World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2022). *Indonesia long-term strategy for low carbon and climate resilience 2050*. KLHK.
- Li, X., Lin, B., & Wu, Y. (2021). Energy consumption and carbon emission performance of commercial buildings. *Energy Policy*, 149, 112006. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.112006>
- Ling, Y., Zhang, S., & Wang, J. (2021). Electricity consumption and carbon emissions nexus: Evidence from urban sectors. *Energy Economics*, 98, 105248. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105248>
- Lou, X. F., & Nair, J. (2009). The impact of landfilling and composting on greenhouse gas emissions – A review. *Bioresource Technology*, 100(16), 3792–3798.



- <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.12.006>
- Perez-Lombard, L., Ortiz, J., & Pout, C. (2019). A review on buildings energy consumption information. *Energy and Buildings*, 40(3), 394–398. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2007.03.007>
- Putri, D. A., Nugroho, S., & Prasetyo, A. (2020). Pola aktivitas pasar tradisional perkotaan dan implikasinya terhadap tingkat keramaian. *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*, 8(2), 135–147.
- Rachmawati, R., & Santoso, E. B. (2018). Dinamika pasar tradisional di kawasan perkotaan. *Jurnal Tata Kota dan Daerah*, 10(1), 45–56.
- Suh, S., Bergesen, J. D., & Johnson, J. A. (2021). Carbon footprint of waste management systems. *Resources, Conservation and Recycling*, 168, 105276. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105276>
- Suryani, A., Wibowo, A., & Hidayat, R. (2021). Aktivitas perdagangan dini hari di pasar tradisional perkotaan. *Jurnal Sosial Ekonomi*, 16(1), 55–67.
- Wang, Q., & Liu, Y. (2022). Urban economic activity and carbon emissions: Evidence from developing cities. *Sustainable Cities and Society*, 77, 103533. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103533>
- Widjajanti, R. (2016). Peran pasar tradisional dalam ekonomi perkotaan. *Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 17(2), 123–134.
- Yuliastuti, N., Purwanto, H., & Setiadi, R. (2020). Infrastruktur pasar dan perilaku pengunjung. *Jurnal Pembangunan Wilayah*, 16(3), 211–224.
- Zhang, Y., Li, X., & Chen, H. (2020). Urban activities and indirect carbon emissions. *Journal of Cleaner Production*, 260, 120984. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120984>

