



Ruang Terbuka Hijau dan Jejak Karbon Primer pada Jasa Akomodasi Vila di Kabupaten Badung, Bali

Fransiskus Vebrian Kenedy, Made Vina Maharani, I Gusti Ngurah Made Wiratama, Ni Luh Widyasari, I Gede Oka Darmayasa

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Mahasaraswati Denpasar, Bali

Email Korespondensi : rahde.wiratama@unmas.ac.id dan niluhwidyasari@unmas.ac.id

Diterima: 6 Februari 2024

Disetujui: 21 Mei 2024

Diterbitkan: 25 Mei 2024

Kata Kunci:

Jejak karbon primer, Kabupaten Badung, Ruang terbuka hijau, Taman vertikal, Vila

ABSTRAK

Kabupaten Badung sebagai pusat pariwisata Bali memiliki potensi sebagai penyumbang emisi karbon yang bersumber dari jasa akomodasi pariwisata. Vila merupakan jasa akomodasi dengan sumber penghasil emisi karbon primer dari penggunaan bahan bakar LPG dalam aktivitas memasak. Tujuan penelitian ini adalah menentukan persentase nilai jejak karbon primer pada jasa akomodasi villa di Kabupaten Badung sebagai pertimbangan dalam pemenuhan ruang terbuka hijau. Data primer dari penelitian diperoleh dengan melakukan survey sebanyak 60 vila. Variabel penelitian terdiri atas jumlah penggunaan bahan bakar LPG per bulan pada setiap vila. Jejak karbon primer diperoleh dari nilai faktor emisi LPG dikalikan dengan jumlah penggunaan bahan bakar selama satu bulan. Persentase jejak karbon primer pada jasa akomodasi vila di Kecamatan Kuta Selatan sebesar 36,76% dan memiliki nilai paling tinggi dibandingkan Kecamatan Kuta 34,31% dan Kecamatan Kuta Utara 28,92%. Nilai persentase *carbon footprint* primer berbanding lurus terhadap rata-rata penggunaan bahan bakar LPG per bulan. Emisi CO₂ primer dipengaruhi oleh jumlah LPG dalam aktivitas memasak di vila. Salah satu solusi alternatif untuk menanggulangi jejak karbon primer pada vila adalah menciptakan ruang terbuka hijau melalui pembuatan taman vertikal. Konsep taman vertikal pada vila sebagai ruang terbuka hijau melalui pembuatan taman vertikal. Konsep taman vertikal pada vila sebagai ruang terbuka hijau berfungsi menyerap polusi seperti emisi CO₂ sehingga kualitas udara sekitarnya menjadi lebih baik.

Received: 6 February 2024

Accepted: 21 May 2024

Published: 25 May 2024

Keywords:

Primary carbon footprint, Badung regency, Green open space, Vertical garden, Villa

ABSTRACT

Badung Regency as the tourism center of Bali has the potential to contribute carbon emissions from tourism accommodation services. Villas are accommodation services with primary carbon emission sources from the use of LPG fuel in cooking activities. The purpose of this study is to determine the percentage of primary carbon footprint value in villa accommodation services in Badung Regency as a consideration in the fulfillment of green open space. Primary data from the study was obtained by conducting a survey of 60 villas. The research variables consisted of the amount of LPG fuel use per month in each villa. The primary carbon footprint was obtained from the value of the LPG emission factor multiplied by the amount of fuel use for one month. The percentage of primary carbon footprint in villa accommodation services in South Kuta District is 36.76% and has the highest value compared to Kuta District 34.31% and North Kuta District 28.92%. The percentage value of the primary carbon footprint is directly proportional to the average monthly use of LPG fuel. Primary CO₂ emissions are influenced by the amount of LPG in cooking activities in the villa. One alternative solution to tackle the primary carbon footprint in villas is create green open space through the creation of vertical gardens. The concept of vertical gardens in villas as green open space functions to absorb pollution such as CO₂ emissions so that the surrounding air quality becomes better.

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Badung menjadi *center of gravity* dari pariwisata Bali. Perkembangan pariwisata di Kabupaten Badung yang semakin pesat akan berdampak pada kondisi

lingkungan. Meningkatnya pembangunan infrastruktur wisata di Kabupaten Badung dapat berdampak pada tingginya tekanan terhadap pemanfaatan ruang terbuka hijau (RTH). Kabupaten Badung yang memiliki basis utama di sektor pariwisata mengalami permasalahan mengenai keberadaan

RTH pada kawasan perkotaan khususnya (Dharmadiatmika, 2018). Keberadaan RTH menjadi hal penting sebagai upaya pelestarian lingkungan yang patut dijaga. Kapasitas RTH di Kabupaten Badung tertuang dalam Peraturan Daerah Kabupaten Badung Nomor 26 Tahun 2013 yang diklasifikasikan sebagai jenis kawasan terbuka hijau sebagaimana tercantum dalam Pasal 92 ayat (1) huruf d bahwa kawasan RTH dikembangkan berdasarkan regulasi penyediaan RTH harus sebesar 30% dari luas wilayah meliputi 20% RTH publik dan 10% RTH privat.

Pentingnya keberadaan RTH untuk menjaga keseimbangan lingkungan di wilayah perkotaan menuntut pemerintah untuk selalu melakukan inovasi dalam perannya memaksimalkan sumber daya alam untuk menjamin kelestarian lingkungan (Resen, 2015). Perencanaan RTH kawasan perkotaan lebih ditekankan untuk menjaga keseimbangan alam, ekosistem dan lingkungan. Konsep pengembangan RTH di Bali tidak terlepas dari filosofi *Tri Hita Karana* yang meliputi *Parahyangan* (hubungan manusia dengan Tuhan), *Pawongan* (hubungan manusia dengan sesama), *Palemahan* (hubungan manusia dengan alam dan lingkungan). Begitu pula dengan Kabupaten Badung yang menjadi sektor utama pariwisata di Bali, mengalami kendala dalam penyediaan ruang terbuka hijau. Kabupaten Badung terdiri dari 5 Kecamatan antara lain Kecamatan Abiansemal, Kecamatan Mengwi, Kecamatan Kuta Utara, Kecamatan Kuta dan Kecamatan Kuta Selatan, yang belum didukung oleh adanya RTH publik dimana berfungsi secara ekologis dan dinamis. Menurut Saputra *et al.* (2018) keberadaan RTH publik di Kabupaten Badung hanya sebesar 12%, masih lebih rendah dibandingkan tetapan regulasi RTH publik yaitu 20%. Pemerintah Kabupaten Badung dan pihak swasta berupaya meningkatkan keberadaan RTH secara bertahap hingga 20% melalui partisipasi masyarakat.

Penyediaan ruang terbuka hijau merupakan bagian dari upaya mengurangi pemanasan global, yang dipandang sebagai upaya mengatasi peningkatan emisi gas rumah kaca (GRK) ke atmosfer. Penyebab pemanasan global terletak pada emisi gas rumah kaca yang signifikan dari aktivitas industri global. Aktivitas manusia yang heterogen meningkatkan konsentrasi gas rumah kaca berupa karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), karbon monoksida (CO), dinitrogen oksida (N₂O), nitrogen oksida (NO_x) dan sulfur dioksida (SO₂). Diantara semua gas tersebut, karbon dioksida merupakan sumber utama penghasil emisi gas rumah kaca (Sen, 2012). Emisi gas rumah kaca yang tinggi menyebabkan perubahan iklim dan menimbulkan ancaman serius terhadap lingkungan (Dhewantara, 2010). Menurut Jasmin (2010), konsentrasi CO₂ mencapai nilai 390 ppm dan melampaui batas aman CO₂ di atmosfer yaitu 350 ppm. Semua gas tersebut akan meningkatkan suhu udara sehingga menyebabkan atmosfer bumi memanas setara dengan laju perubahan konsentrasi gas rumah kaca. Peningkatan emisi gas rumah kaca diperhitungkan dalam perencanaan ruang terbuka hijau sebagai solusi alternatif pengurangan emisi gas karbon dioksida (CO₂) yang merupakan sumber emisi gas rumah kaca terbesar (Rawung, 2015).

Semakin meningkatnya aktivitas yang dilakukan oleh manusia akan mempengaruhi nilai emisi yang dihasilkan. Setiap manusia menggunakan sumber energi yang menghasilkan karbon dioksida dalam kehidupan sehari-hari (Wiratama *et al.*, 2016). Aktivitas manusia dalam kehidupan

sehari-hari yang menggunakan energi tentunya akan menghasilkan emisi CO₂ baik secara langsung maupun tidak langsung. Nilai emisi karbon yang dihasilkan oleh suatu organisasi, peristiwa, produk dan aktivitas manusia disebut sebagai jejak karbon atau *carbon footprint* (Admaja *et al.*, 2018). Semakin banyak aktivitas maka semakin banyak pula energi yang digunakan sehingga nilai jejak karbon akan terus meningkat (Rahayu, 2011). Berdasarkan sumbernya, jejak karbon dibedakan menjadi dua jenis yaitu jejak karbon primer dan jejak karbon sekunder. Jejak karbon adalah ukuran emisi CO₂ yang muncul secara langsung dari proses pembakaran bahan bakar fosil dalam aktivitas rumah tangga seperti memasak dan menggunakan kendaraan. Emisi karbon sekunder merupakan emisi CO₂ tidak langsung akibat penggunaan perangkat elektronik yang memanfaatkan sumber daya listrik.

Peningkatan jejak karbon akibat aktivitas manusia menyebabkan perubahan terhadap kualitas lingkungan. Jejak karbon sering digunakan sebagai acuan untuk mengukur tingkat emisi karbon yang dihasilkan dari suatu aktivitas manusia. Berbagai aktivitas meliputi domestik (rumah tangga), berkendara, olahraga, rekreasi dapat menghasilkan emisi karbon dioksida karena sebagian besar aktivitas tersebut membutuhkan sumber energi yang berasal dari bahan bakar fosil yaitu minyak bumi, gas alam, batubara dan ekstraksi sumber daya alam lainnya (Santoso, 2017). Kajian kontribusi aktivitas manusia perlu dilakukan dengan tujuan dapat membatasi produksi jejak karbon yang dihasilkan sehingga membantu pemulihan lingkungan secara bersinergi (Putri *et al.*, 2017). Aktivitas manusia dengan konsumsi energi listrik dan penggunaan bahan bakar berlebihan tentunya sangat berkontribusi dalam peningkatan emisi karbon.

Kabupaten Badung sebagai kawasan pariwisata tentunya menyediakan jasa akomodasi seperti penginapan, vila, hotel dan restoran yang mendukung industri pariwisata Bali. Vila merupakan salah satu jasa akomodasi terbanyak yang dikelola oleh pelaku usaha pariwisata di Kabupaten Badung dibandingkan dengan kabupaten lain di Provinsi Bali. Keberadaan vila dengan fasilitas lengkap layaknya sebuah rumah tentu tidak terlepas dari penggunaan bahan bakar didalamnya. Penggunaan bahan bakar seperti LPG untuk aktivitas memasak akan berdampak pada peningkatan emisi karbon. Jika aktivitas di dalam vila menggunakan bahan bakar LPG dalam jangka waktu lama, maka produksi emisi karbon yang dilepaskan ke atmosfer akan meningkat. Penggunaan bahan bakar setiap rumah tangga akan menghasilkan emisi karbon yang berbeda (Aulia *et al.*, 2019). Oleh karena itu, penggunaan bahan bakar seperti LPG dan minyak tanah dalam aktivitas memasak perlu diminimalkan dengan beralih ke teknologi yang lebih ramah lingkungan. Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu dilakukan analisis nilai jejak karbon primer dari jasa akomodasi vila di Kabupaten Badung. Data analisis yang diperoleh selanjutnya dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk meningkatkan keberadaan RTH publik di Kabupaten Badung.

2. METODE

Penelitian dilakukan di Kabupaten Badung, Provinsi Bali. Wilayah yang menjadi sampel adalah Kecamatan Kuta Utara, Kecamatan Kuta, dan Kecamatan Kuta Selatan. Jumlah populasi dalam penelitian ini adalah sebanyak 600 unit vila.

Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan *Simple Random Sampling*, dimana setiap unit vila memiliki kesempatan untuk menjadi sampel penelitian. Sampel diambil sebanyak 10%, sehingga total sampel yang digunakan 60 unit vila di Kabupaten Badung.

Variabel penelitian meliputi nilai jejak karbon primer, jumlah kamar vila, jumlah peralatan didalam vila yang menggunakan bahan bakar LPG. Jenis data yang dikumpulkan adalah data primer dan data sekunder. Data primer berupa data jumlah penggunaan bahan bakar untuk memasak dalam waktu sebulan. Pengumpulan data primer dilakukan pada 20 unit vila pada 3 kecamatan melalui penyebaran kuesioner dalam bentuk *google form*. Data sekunder berupa studi literatur dan data sebaran vila yang diperoleh dari Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan Kabupaten Badung. Analisis data emisi CO₂ primer dihitung menggunakan persamaan berikut (IPCC, 2006).

$$Pey\text{ LPG} = EF \times Fcy\text{ LPG} \times NCV \quad (1)$$

Keterangan :

- Pey = total emisi CO₂ (g karbon/bulan)
- Fcy = konsumsi emisi CO₂ (g karbon/bulan)
- EF CO₂ = faktor emisi LPG (17,2 g karbon/MJ)
- NCV = berat bersih LPG (48,852 MJ/kg)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis nilai jejak karbon primer dari jasa akomodasi pariwisata diperoleh dari data observasi vila yang ada di Kabupaten Badung. Kegiatan observasi dan penyebaran kuesioner dilakukan secara bertahap pada setiap kecamatan dengan rincian berikut. Pada bulan Juni 2023 dilakukan observasi pada vila yang terdapat di Kecamatan Kuta Utara. Selanjutnya observasi vila di Kecamatan Kuta dilakukan pada bulan Juli 2023 dan Kecamatan Kuta Selatan pada bulan Agustus 2023.

3.1 Nilai Jejak Karbon Primer pada Jasa Akomodasi Pariwisata di Kabupaten Badung

Nilai jejak karbon primer pada jasa akomodasi vila di Kabupaten Badung ditentukan dari penggunaan LPG yang digunakan sebagai bahan bakar dalam aktivitas memasak di dapur. Jejak karbon primer diperoleh dari perhitungan nilai faktor emisi LPG dikalikan dengan jumlah penggunaan bahan bakar dalam kurun waktu satu bulan. Berdasarkan hasil analisis, nilai jejak karbon primer pada jasa akomodasi vila di Kabupaten Badung dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan data pada Tabel 1, diketahui bahwa umlah jejak karbon primer yang dihasilkan dari jasa akomodasi vila di Kabupaten Badung sebesar 25711,78 g karbon/bulan dengan nilai rata-rata pada setiap kecamatan adalah 8570,59 g karbon/bulan. Kontribusi terbesar jejak karbon primer berasal dari jasa akomodasi vila di Kecamatan Kuta Selatan yaitu 9452,86 g karbon/bulan dengan rata-rata penggunaan LPG 11,25 kg/bulan. Sementara Kecamatan Kuta menempati peringkat kedua penghasil jejak karbon primer yaitu 8822,67 g karbon/bulan dengan rata-rata penggunaan LPG sebesar 10,5 kg/bulan. Peringkat ketiga ditempati oleh Kecamatan Kuta Utara yang menghasilkan nilai jejak karbon primer 7436,25 g

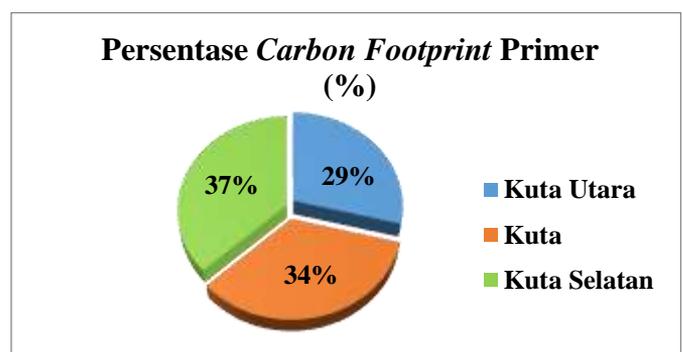
karbon/bulan dengan rata-rata penggunaan LPG sebesar 8,85 kg/bulan.

Tabel 1. Hasil Perhitungan *Carbon Footprint* Primer pada Jasa Akomodasi Pariwisata di Kabupaten Badung

Kecamatan	Jumlah vila	Rata-rata Konsumsi LPG (kg/bulan)	Carbon Footprint Primer (g karbon/bulan)	Persentase (%)
Kuta Utara	20	8,85	7436,25	28,92
Kuta	20	10,5	8822,67	34,31
Kuta Selatan	20	11,25	9452,86	36,76
Total	60	30,6	25711,78	100
Rata-rata		10,2	8570,59	

Sumber: Hasil analisis, 2023

Emisi gas karbon dihasilkan vila berasal dari aktivitas memasak dengan menggunakan bahan bakar seperti LPG. Karbon dioksida yang dihasilkan memasuki atmosfer dan secara alami bergabung dengan udara. Menurut IPCC (2006), gas CO₂ dan CH₄ merupakan gas utama yang tergolong dalam gas rumah kaca dan berdampak pada pemanasan global. Secara umum, CO₂ menyumbang 50% dari total jumlah gas rumah kaca yang telah terakumulasi dalam lapisan atmosfer bumi. Dengan adanya pemanasan global, tentunya akan terjadi perubahan iklim signifikan dengan variasi dan berlangsung dalam jangka waktu yang sangat lama (Alwin, 2016). Perubahan iklim menjadikan fenomena alam dimana faktor iklim berubah, sehingga semakin dipercepat dengan adanya aktivitas manusia yang beragam. Pemanasan global menyebabkan perubahan cuaca ekstrem sehingga pola musim semakin sulit diprediksi.



Gambar 1. Persentase *Carbon Footprint* Primer pada Jasa Akomodasi Vila di Kabupaten Badung (Hasil Analisis, 2023)

Tingginya nilai jejak karbon primer yang dihasilkan dari jasa akomodasi vila dikarenakan penggunaan kompor yang memanfaatkan bahan bakar LPG sebagai sarana pendukung aktivitas memasak di dapur. Berdasarkan data grafik dari Gambar 1, persentase jejak karbon primer pada jasa akomodasi vila di Kecamatan Kuta Selatan (37%) paling tinggi dibandingkan Kecamatan Kuta (34%) dan Kecamatan Kuta Utara (29%). Nilai persentase jejak karbon primer

berbanding lurus dengan rata-rata penggunaan bahan bakar LPG per bulan sehingga dapat dijelaskan jika emisi CO₂ primer dipengaruhi oleh jumlah LPG yang digunakan sehingga berkaitan satu sama lain. Rata-rata konsumsi LPG pada aktivitas vila di Kecamatan Kuta Selatan mencapai 11,25 kg/bulan dan menjadi nilai konsumsi paling tinggi jika dibandingkan dengan Kecamatan Kuta Utara (8,85 kg/bulan) dan Kecamatan Kuta (10,5 kg/bulan). Sehingga semakin besar penggunaan LPG maka semakin tinggi persentase jejak karbon primer yang dihasilkan. Hasil ini sesuai dengan penelitian Wulandari (2013), dengan menunjukkan penggunaan bahan bakar seperti LPG dapat menyumbang emisi CO₂ cukup tinggi dan berasal dari sektor rumah tangga.

Peningkatan nilai jejak karbon akan mempengaruhi eksternalitas negatif terhadap kualitas lingkungan. Konsumsi bahan bakar seperti LPG dalam sektor rumah tangga termasuk vila yang ada di Kabupaten Badung mampu meningkatkan intensitas terbentuknya emisi gas rumah kaca serta menurunkan kualitas lingkungan (Firdaus, 2019). Jumlah pengunjung yang menggunakan jasa akomodasi vila juga akan mempengaruhi jumlah emisi karbon primer sehingga berdampak negatif bagi lingkungan sekitarnya. Kapasitas penggunaan bahan bakar seperti LPG untuk aktivitas memasak dalam vila perlu dipertimbangkan guna menekan emisi jejak karbon primer agar tidak mengganggu intensitas udara di atmosfer yang berdampak pada fenomena *global warming*.

3.2 Upaya Pengurangan Carbon Footprint Primer pada Jasa Akomodasi Vila di Kabupaten Badung

Vila menjadi salah satu jasa akomodasi di Kabupaten Badung tentunya melakukan aktivitas memasak dengan bahan bakar LPG menyesuaikan dengan jumlah pengunjung yang datang menginap. Konsumsi bahan bakar sebagai penunjang aktivitas dapur seperti memasak menjadi faktor penyumbang emisi CO₂ untuk sektor permukiman yang menjadi penyebab kualitas udara menurun (Gobel *et al.*, 2019). Jejak karbon primer dapat dikurangi dengan adanya pemanfaatan ketersediaan lahan sebagai ruang terbuka hijau (RTH). Pada kawasan vila maupun hotel ada yang sudah menerapkan konsep RTH melalui pengembangan taman vertikal (*vertical garden*). Konsep *vertical garden* dapat menjadi solusi alternatif untuk mengurangi emisi gas karbon dioksida. Selain memberikan kesan asri dan nyaman, keberadaan *vertical garden* juga mampu meningkatkan nilai estetika vila maupun hotel sehingga menjadi daya tarik bagi pengunjung (Radinasuari *et al.*, 2021).

Vertical garden merupakan tanaman yang disusun dengan konsep vertikal bertujuan untuk menciptakan iklim mikro spesifik disekitarnya (Blanc, 2008). *Vertical garden* dapat digunakan sebagai inovasi penghijauan lingkungan perkotaan dengan peran penting menurunkan suhu dan peningkatan kelembapan udara (Ramaloo *et al.*, 2018). Pemanfaatan *vertical garden* sudah banyak diaplikasikan pada rumah atau bangunan yang memiliki lahan sempit. Konsep *vertical garden* sudah banyak dikembangkan, yaitu sebagai ide menciptakan lingkungan kota terlihat lebih alami (Vety Jayanti *et al.*, 2020). Adapun manfaat penerapan konsep *vertical garden* pada daerah pemukiman kota menurut Perini *et al.* (2011) yaitu memberikan manfaat sosial bagi masyarakat seperti peningkatan kesehatan mental, menciptakan iklim mikro di lingkungan sekitar, meningkatkan nilai estetika

perkotaan, mengendalikan retensi hujan serta radiasi cahaya matahari dan mampu mengurangi kebisingan.

Pengaplikasian konsep *vertical garden* pada kawasan vila tentunya dapat menambah ruang hijau secara signifikan. Adanya pembentukan ruang terbuka hijau setidaknya mampu meminimalisir emisi CO₂ yang bersumber dari aktivitas vila. Jenis tanaman yang dibudidayakan bisa dari beragam vegetasi dan mampu berperan sebagai penyerap gas CO₂. Vegetasi dari jenis tanaman hias dapat menjadi tanaman penyerap polutan berupa logam berat dan gas CO₂. Pada penelitian Widyasari (2021), disebutkan jenis tanaman hias seperti lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*) dapat mengakumulasi polutan seperti timbal (Pb) dan kadmium (Cd). Selain itu, tanaman lidah mertua berfungsi membersihkan polutan dan mengubah gas karbon dioksida menjadi oksigen pada malam hari (Syamsia dan Abubakar Idhan, 2015). Tanaman hanjuang (*Cordyline frucosa*) juga merupakan tanaman hias yang dapat dibudidaya dalam lingkungan tempat tinggal yang berfungsi sebagai penyerap polutan Pb, Cu, Cd dan Cr (Widyasari *et al.*, 2024). Kebermanfaatan tanaman hias sebagai komponen dalam konsep *vertical garden* dapat menjadi alternatif mengurangi polutan seperti logam berat dan gas CO₂.

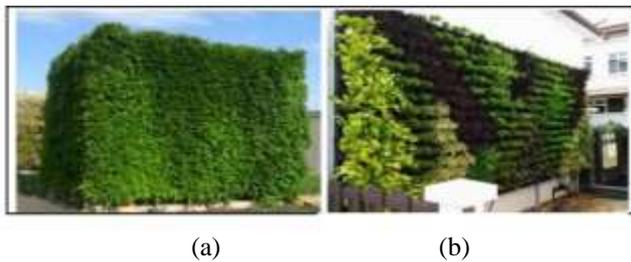
Ide konsep *vertical garden* mulai dikembangkan oleh salah satu hotel di Bali yaitu Fairmont Sanur Beach Bali. Berdasarkan penelitian Radinasuari *et al.* (2021), konsep *vertical garden* di Fairmont Sanur Beach Bali termasuk dalam kategori *living walls* menggunakan sistem instalasi modular dengan VGM (*vertical garden module*). Konsep *vertical garden* di Fairmont Sanur Beach Bali melibatkan pemasangan VGM pada dinding dengan struktur penyangga besi seperti yang terlihat pada Gambar 2. Sistem pemeliharaan taman vertikal di Fairmont Sanur Beach Bali dilakukan mulai dari proses irigasi, pembuangan air, pemangkasan, pemupukan, penanaman kembali, penggantian substrat media tanam, pembersihan daun dan pencegahan hama serta penyakit tanaman.



Gambar 2. Vertical Garden Module di Fairmont Sanur Beach Bali (Radinasuari *et al.*, 2021)

Metode penanaman *vertical garden* secara *living wall* lebih efektif diaplikasikan untuk kawasan hotel maupun vila. Pada kondisi lahan terbatas, *vertical garden* dapat menumbuhkan vegetasi hijau sehingga mampu sebagai penyerap emisi karbon dioksida secara signifikan. Selain dengan cara *living wall*, metode *green facade* sebagai bagian dari konsep *vertical garden* juga dapat diaplikasikan pada kawasan hotel maupun vila. Metode *green facade* merupakan konsep *vertical garden* dimana tanaman langsung merambat di dinding tanpa

diperlukan media tanam. Ilustrasi penataan konsep *green facade* dan *living wall* terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. (a) *Green Facade* (b) *Living Wall* merupakan metode ide *vertical garden* (Ghafar *et al.*, 2018)

3.3 Konsep Penataan Ruang Terbuka Hijau Pada Kawasan Vila di Kabupaten Badung

Ruang terbuka hijau menjadi permasalahan lingkungan hampir di seluruh wilayah perkotaan. Keberadaan RTH semakin berkurang setiap tahunnya, sehingga menyebabkan tingginya tingkat polusi dan emisi gas karbon dioksida yang berdampak pada kualitas lingkungan. Hakim dan Hardi (2003) berpendapat bahwa perencanaan RTH yang tepat dapat meningkatkan kualitas atmosfer udara wilayah perkotaan, membantu penyegaran kota, mengurangi tingkat polusi udara dan meredam kebisingan. Selain menjaga kestabilan kandungan emisi karbon, ruang terbuka hijau juga diharapkan akan mampu menjaga kondisi ekologi lingkungan, mempertahankan estetika serta mendukung keberlanjutan ekosistem perkotaan (Putri *et al.*, 2012). Alih fungsi lahan yang awalnya sebagai ruang tumbuh berbagai jenis vegetasi, lambat laun berubah menjadi ruang permukiman dan fasilitas penunjang aktivitas di kawasan perkotaan. Oleh karena itu, telah banyak ruang terbuka hijau yang dikonversi menjadi bangunan sehingga menimbulkan pencemaran di kawasan perkotaan (Widyasari, 2015). Secara umum, ruang terbuka hijau lebih dominan ditumbuhi oleh vegetasi tanaman yang memiliki pengaruh besar terhadap kondisi kualitas udara perkotaan. Vegetasi tanaman mampu menciptakan kondisi iklim mikro melalui penurunan suhu dan kelembapan serta meningkatkan kandungan oksigen di udara sekitarnya. Luasan dari tutupan vegetasi tanaman dapat mempengaruhi kemampuan lingkungan dalam menyerap emisi CO₂ sehingga perlu dilakukan pemilihan jenis vegetasi tertentu sesuai lokasi, dan itu akan menjadi factor pendukung terhadap ketersediaan ruang terbuka hijau pada suatu wilayah perkotaan (Kusumawardani, 2017).

Berdasarkan data yang diperoleh dari perhitungan jejak karbon pada jasa akomodasi vila di Kabupaten Badung menunjukkan bahwa pengembangan ruang terbuka hijau menjadi penting dalam meminimalisir terbentuknya emisi karbon dioksida. Gas karbon dioksida memang tidak beracun, akan tetapi jika terakumulasi dalam jumlah besar dapat terurai dalam atmosfer dan menyebabkan peningkatan suhu udara di bumi terjadi. Upaya dalam menekan konsentrasi emisi gas CO₂ pada atmosfer adalah menciptakan ruang terbuka hijau (RTH). Berdasarkan Peraturan Daerah Kabupaten Badung Nomor 26 Tahun 2013, luas ideal RTH kawasan perkotaan sebagai lahan privat adalah 10% dari luas lahan. Proporsi tersebut dapat dijadikan acuan untuk menciptakan RTH pada vila-vila di Kabupaten Badung. Nilai 10% dari luas vila dapat dijadikan ruang terbuka hijau dengan membuat *vertical*

garden yang ditanami berbagai jenis tanaman. Kemampuan tanaman melakukan fotosintesis dengan menyerap karbon dioksida dapat mengubahnya menjadi oksigen sehingga menghasilkan udara yang lebih bersih, segar dan bebas polusi.

Penerapan *vertical garden* merupakan alternatif paling efektif dilakukan, terutama di wilayah kota padat penduduk yang disebabkan oleh minimnya jumlah ruang terbuka hijau secara horizontal (Laloan *et al.*, 2015). Secara umum, pembentukan ruang terbuka hijau menggunakan ide *vertical garden* pada vila dapat menghadirkan nilai ekologis terkait penerapan *green building* dalam skala lingkungan dan peningkatan proporsi penghijauan bagi skala besar. Taman vertikal pada area vila dapat berfungsi sebagai pelindung dari radiasi matahari berlebih, kebisingan, debu dan aliran udara panas di sekitar vila. Konsep taman vertikal diterapkan guna memanfaatkan area lahan dengan langkah efektif dan efisien demi menciptakan suasana *building envelope* bangunan vila di perkotaan. Oleh karena itu, penambahan ruang terbuka hijau dilakukan secara vertikal, mengingat luas lahan terbuka yang ada sangat minim dan pemanfaatan ruang terbuka hijau serta kawasan resapan secara horizontal sudah tidak memungkinkan lagi (Putra dan Roosandriantini, 2021).

4. SIMPULAN

Simpulan yang diperoleh dari adanya penelitian ini, adalah sebagai berikut :

1. Nilai jejak karbon primer pada jasa akomodasi vila di Kabupaten Badung ditentukan dari penggunaan LPG yang digunakan sebagai bahan bakar dalam aktivitas dapur. Hasil analisis menunjukkan bahwa jumlah jejak karbon primer yang dihasilkan dari jasa akomodasi vila di Kabupaten Badung sebesar 25711,78 g karbon/bulan dengan nilai rata-rata pada setiap kecamatan adalah 8570,59 g karbon/bulan. Jejak karbon primer berasal dari jasa akomodasi vila di Kecamatan Kuta Selatan memiliki kontribusi terbesar dengan nilai 9452,86 g karbon/bulan dengan penggunaan LPG rata-rata 11,25 kg/bulan (29%). Sementara Kecamatan Kuta menempati peringkat kedua penghasil jejak karbon primer yaitu 8822,67 g karbon/bulan dengan rata-rata penggunaan LPG sebesar 10,5 kg/bulan (34%). Peringkat ketiga ditempati oleh Kecamatan Kuta Utara yang menghasilkan nilai jejak karbon primer 7436,25 g karbon/bulan dengan rata-rata penggunaan LPG sebesar 8,85 kg/bulan (37%).
2. Upaya yang dapat dilakukan untuk menekan laju peningkatan jejak karbon primer dengan adanya pemanfaatan ketersediaan lahan sebagai ruang terbuka hijau (RTH). Pada kawasan vila maupun hotel sudah mulai menerapkan konsep RTH melalui pengembangan taman vertikal (*vertical garden*). Konsep *vertical garden* dapat menjadi solusi alternatif untuk mengurangi emisi gas karbon dioksida secara signifikan.
3. Keberadaan RTH sebagai upaya menekan laju peningkatan nilai jejak karbon primer pada jasa akomodasi vila diharapkan mampu menciptakan udara yang bersih dan sehat guna menjaga kualitas lingkungan secara berkelanjutan.

Berdasarkan hasil analisis perhitungan nilai jejak karbon primer pada jasa akomodasi vila, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait pengumpulan data ruang terbuka hijau (RTH) publik di Kabupaten Badung. Data tersebut dapat

dijadikan dasar untuk menyusun strategi pengelolaan lingkungan berkelanjutan dalam mengoptimalkan kebutuhan RTH sehingga mampu menekan laju peningkatan jejak karbon primer pada jasa akomodasi di Kabupaten Badung.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Universitas Mahasaraswati Denpasar atas pendanaan hibah internal dalam mendukung kelancaran penelitian ini. Ucapan terima kasih kepada Pemerintah Kabupaten Badung, pihak pengelola vila serta seluruh tim dosen dan mahasiswa yang turut membantu pengumpulan data dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Admaja, W.K., Nasirudin, Sriwinarno, H. (2018). Identifikasi dan Analisis Jejak Karbon (*Carbon Footprint*) dari Penggunaan Listrik di Institut Teknologi Yogyakarta. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 18(2).
- Alwin, R. N. (2016). Analisis Jejak Karbon Dari Aktivitas Permukiman Di Desa Ciherang, Dramaga Dan Petir, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor.
- Aulia, H., Sasmita, A., Asmura, J. (2019). Studi Carbon Footprint Untuk Menghitung Emisi CO₂ Primer Aktivitas Rumah Tangga Di Wilayah Pengembangan I Kota Pekanbaru. *Jurnal Online Mahasiswa*, 6(1).
- Blanc, P. (2008). *The Vertical Garden From Nature To The City*, New York, Norton company.
- Dharmadiatmika, I.M.A. (2017). Konsep Penataan Ruang Terbuka Hijau Publik Di Kota Kecamatan Mengwi, Kabupaten Badung, Provinsi Bali. *E-Jurnal Arsitektur Lanskap*, 3(2).
- Dhewantara, P.W. (2010). Analisis Jejak Karbon (*Carbon Footprint*) Penggunaan Kendaraan Bermotor oleh Siswa SMA (Studi Kasus SMAN 4 Bandung). [Tesis]. Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Firdaus, F. (2019). Jejak Karbon Sektor Energi D.I. Yogyakarta dan Rekomendasi Jumlah Pohon yang Harus Ditanam untuk Reduksi Emisi Gas CO₂. *Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 4(1), 23-32.
- Ghafar, A.A., Abdulkarim, K.H., Said, I., Jasmani, Z. (2018). Vertical Greenery Systems and Its Effect on Campus: a Meta-Analysis. *Journal of BIMP-EAGA Regional Development*, 4(4), 42-56.
- Gobel, I.W.J., Tondobala, L., Rieneke L.E.S. (2019). Sebaran Spasial Emisi Gas Karbon Dioksida (CO₂) pada Kawasan Permukiman di Kecamatan Singkil Kota Manado. *Jurnal Spasial*, 6(3), 628-636.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). *IPCC Guidelines For National Greenhouse Gas Inventories Emissions From Livestock And Manure Management* (Chapter 10, Vol. 4).
- Jasmin, F. (2010). Ambang Batas CO₂ di Atmosfer. <http://iklimkarbon.com/2010/05/04/ambang-batas-co2-di-atmosfer/>
- Kusumawardani, D. (2017). Arahan Penyediaan Ruang Terbuka Hijau Dalam Menyerap Emisi Gas CO₂ Kendaraan Bermotor Pada Kawasan Industri Sier, Surabaya. Undergraduate thesis. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Laloan, Y., Prijadi, R., Moniaga, I. (2015). Apartemen di Manado Penerapan Konsep *Vertical Garden*. *Jurnal Arsitektur Daseng*, 4(2), 10-18.
- Perini, K., Ottel , M., Haas, E. M., Raiteri, R. (2011). Greening the building envelope, facade greening and living wall systems. *Open Journal of Ecology*, 01(01), 1-8. <https://doi.org/10.4236/oje.2011.11001>
- Putra, H.A., Roosandriantini, J. (2021). Ketersediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kampus UKDC Surabaya. *Jurnal Ilmiah Arsitektur dan Lingkungan Binaan*, 19(1), 1-12.
- Putri, D., Soemardiono, B., Suprihardjo, R. (2017). Konsep Penataan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Pusat Kota Ponorogo. *Jurnal Penataan Ruang*, 7(1).
- Putri, D.A.M., Wardhana, I.W., Samadikun, B. (2017). Kajian Jejak Karbon Dari Aktivitas Kampus Fakultas Ekonomika Dan Bisnis Universitas Diponegoro. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(1), 1-11.
- Radinasuari, N.L.P.A., Semarajaya, C.G.A., Sukewijaya, I.M. (2021). Identifikasi Pemeliharaan *Vertical Garden* di Fairmont Sanur Beach Bali. *Jurnal Arsitektur Lanskap*, 7(2), 153-162.
- Rahayu, M. (2011). Hutang Karbon dan Isu Pemanasan Global. Haettu 20. Mei 2014 osoitteesta <http://www.kabarindonesia.com/berita.php?pil=4&jd=Hutang+Karbon+dan+Isu+Pemanasan+Global&dn=20110613051316>.
- Ramaloo, P., Liang, C. Y., Siwar, C., Isahak, A. (2018). Perception of community residents on supporting urban agriculture in Malaysian city: Case study at Bukit Mertajam. *Jurnal Pengurusan*, 53.
- Rawung, F.C. (2015). Efektivitas Ruang Terbuka Hijau (RTH) Dalam Mereduksi Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) Di Kawasan Perkotaan Boroko. *Media Matrasain*, 12(2).
- Resen, M. G. S. K., Dyatmikawati, P. (2016). The Legal Status Of Established Businesses In The Pakraman Village (From The Perspective Of Customary Law In Bali Province). *International Journal Of Business, Economics And Law*, 9(4).
- Santoso, A.D. (2017). Jejak Karbon Individu Pegawai di Instansi Pemerintah Studi Kasus Pegawai Pemerintahan di Kawasan Puspitek, Tangerang Selatan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 18(2).
- Saputra, K.Y., Wairocana, I.G.N., Suardita, I.K. (2018). Penyesuaian Ruang Terbuka Hijau Di Kabupaten Badung Ditinjau Dari Peraturan Daerah Kabupaten Badung Nomor 26 Tahun 2013 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Badung Tahun 2013-2033. *Kertha Negara*, 6(4).
- Sen, C. (2012). *Algae Based Carbon Capture And Utilization Feasibility Study Initial Analysis Of Carbon Capture Effect Basen On Zhoushan Case Pre-Study In China*. Royal Institute Of Technology. Master Of Science Thesis. Stockholm.
- Syamsia, Abubakar Idhan. (2015). Pengembangan Lidah Mertua Sebagai "Air Freshener" Ruang Dan Halaman Rumah Pada Kelompok Majelis Taklim Ummul Hasanah Dan Al Falaq Kecamatan Tamalanrea Kota Makassar. *Jurnal Dinamika Pengabdian*, 1(1), 13- 23.
- Vety Jayanti, A., Priyo Purnomo, E., Nurkasiwi, A. (2020). *Vertical Garden : Penghijauan Untuk Mendukung Smart Living Di Kota Yogyakarta*. Al Imarah : *Jurnal*

- Pemerintahan Dan Politik Islam*, 5(1), 41.
<https://doi.org/10.29300/Imr.V5i1.2916>
- Widyasari, N.L. (2015). *Analisis Pengaruh Penggunaan Lahan Terhadap Risiko Perubahan Iklim Di Wilayah Kota Denpasar*. Program Studi Magister Ilmu Lingkungan. Universitas Udayana, Denpasar Bali.
- Widyasari, N.L. (2021). Kajian Tanaman Hiperakumulator Pada Teknik Remediasi Lahan Tercemar Logam Berat. *Jurnal Ecocentrism*, 1(1), 17-24.
- Widyasari, N. L., Rai, I. N., Dharma, I. S., Mahendra, M. S. (2024). Study of controlling the content heavy metals Pb, Cu, Cd, and Cr in land using hyperaccumulator plants. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 11(2), pp. 5159–5167.
<https://doi.org/10.15243/jdmlm.2024.112.5159>
- Wiratama, I.G.N.M., Sudarma, I.M., Adhika, I.M. (2016). Jejak Karbon Konsumsi LPG Dan Listrik Pada Aktivitas Rumah Tangga Di Kota Denpasar, Bali. *Jurnal Ecotrophic*, 10(1), 68-74.
- Wulandari, M. T. H. P. (2013). Kajian Emisi CO₂ Berdasarkan Penggunaan Energi Rumah Tangga Sebagai Penyebab Pemanasan Global: Perumahan Sebantengan, RW 07 Kab. Semarang. *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan 2013*, 434-440.