



Jurnal Arsitektur Zonasi

Journal homepage:

<https://ejournal.upi.edu/index.php/jaz>



Analisis Peran Sistem Fasad Fotosintesis Alga pada Gedung Itera dalam Pengurangan Emisi Karbon

David Ricardo *¹, Asrizal Mawardi², Muzayin Sufyal Karim³

^{1,2,3}Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Indonesia

*Correspondence: E-mail: david.nangas@gmail.com

ABSTRACT

The surge in carbon emissions caused by buildings and vehicles or other aspects of controlling the carbon emissions produced by this is done by utilizing the photosynthetic function of plants. Plants that photosynthesize absorb carbon and release energy and oxygen, so the carbon dioxide emissions can calm down. Algae, which are aerial microorganisms that photosynthesize like plants, supported by technological advances applied in a building display, produce an algae bioreactor facade that has the potential to act as an intermediary to reduce carbon footprint. The Sumatra Institute of Technology is the object of research on the effectiveness of using an algae bioreactor facade in reducing the carbon footprint caused by vehicles passing on the Ryacudu Canal road. Buildings C and D of Institut Teknologi Sumatera were used as research samples and conclusions were drawn and it was concluded that the algae bioreactor facades in buildings C and D were less effective in absorbing carbon footprints due to vehicles passing on the Ryacudu Canal road, Way Hui, South Lampung.

ABSTRAK

Lonjakan emisi karbon yang disebabkan oleh bangunan dan kendaraan atau aspek lainnya mengontrol emisi karbon yang dihasilkan oleh hal hal tersebut salah satunya dilakukan dengan cara pemanfaatan fungsi fotosintesis dari tanaman. Tanaman yang berfotosintesis menyerap karbon dan mengeluarkan energi serta oksigen, sehingga karbon

ARTICLE INFO

Article History:

Submitted/Received 10 Sep 2023

First Revised 10 Nov 2023

Accepted 15 January 2024

First Available online 1 Feb 2024

Publication Date 1 Feb 2024

Keyword:

carbon,
algae bioreactor,
emissions

Kata Kunci:

karbon,
alga bioreaktor,
emisi

dioksida hasil emisi dapat terkontrol. Alga yang merupakan mikroorganisme air yang berfotosintesis seperti tumbuhan didukung oleh kemajuan teknologi yang diterapkan dalam sebuah tampilan bangunan, menghasilkan fasad bioreaktor alga yang berpotensi sebagai perantara untuk mengurangi jejak karbon. Institut Teknologi Sumatera menjadi objek penelitian tentang efektivitas penggunaan fasad bioreaktor alga dalam mengurangi jejak karbon yang disebabkan oleh kendaraan yang melintas di jalan Terusan Ryacudu. Gedung C dan D Institut Teknologi Sumatera digunakan sebagai sampel penelitian dan dilakukan perhitungan lalu disimpulkan bahwa fasad bioreaktor alga pada gedung C dan D kurang efektif dalam menyerap jejak karbon akibat kendaraan bermotor yang melintas di jalan Terusan Ryacudu, Way Hui, Lampung Selatan.

Copyright © 2023 Universitas Pendidikan Indonesia

1. PENDAHULUAN

Arus globalisasi yang saat ini berlangsung dengan cepat dan tidak terelakkan (Scholte, 2001) berpengaruh terhadap kemajuan budaya bangsa Indonesia. Di satu sisi, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi informasi dapat dimanfaatkan sebagai media untuk melestarikan serta mengembangkan nilai-nilai budaya lokal (Mubah, 2011). Pembangunan merupakan salah satu penyumbang emisi karbon terbanyak, mulai dari pembangunan, operasional, hingga penghancuran bangunan. Tidak kalah, kendaraan bermotor juga merupakan penyumbang terbesar emisi karbon dunia. Menurut data Badan Pusat Statistik Indonesia, kenaikan jumlah kendaraan bermotor yang cukup signifikan terjadi 3 tahun terakhir ini. Provinsi Lampung yang merupakan jalur utama dalam arus kendaraan yang menyeberang antar pulau Sumatera dan Jawa. Tercatat pada bps.go.id 3,8 juta kendaraan bermotor yang ada pada provinsi Lampung.

Tumbuhan memiliki peranan penting dalam proses penyerapan karbon di udara, yakni dengan proses fotosintesis. Menyerap CO₂ dan air lalu mengubahnya menjadi oksigen. Alga merupakan salah satu jenis organisme berklorofil yang berfotosintesis seperti tanaman lain pada umumnya. Alga tumbuh diperairan, namun organisme ini tetap membutuhkan cahaya matahari dan CO₂ sebagai sumber nutrisi dari fotosintesisnya.

Polusi udara akibat kendaraan bermotor pada Jl. Terusan Ryacudu, Way Hui, Lampung Selatan merupakan tempat berlalu lalang kendaraan karena terletak disebelah tol Kota Baru, serta jalan utama untuk civitas akademika atau pengunjung masuk ke Institut Teknologi Sumatera.

Dalam upaya mengurangi emisi karbon yang disebabkan kendaraan bermotor, penambahan pohon dan tanaman lainnya digunakan. Penggunaan mikroalga yang dapat mengonversi cahaya menjadi biomassa dan mampu menyerap hingga 2.5 ton pertahun menjadi dapat menjadi potensi dalam menanggulangi emisi karbon ini. Berdasarkan latar belakang, didapatkan permasalahan penelitian.

1. Banyak estimasi karbon yang disebabkan oleh kendaraan bermotor pada jl Terusan Ryacudu.
2. Efektifitas penggunaan fasad bioreaktor alga pada bangunan Institut Teknologi Sumatera dalam mengurangi jejak karbon yang disebabkan oleh kendaraan bermotor pada jl. Terusan Ryacudu.
3. Biomassa lain yang dihasilkan oleh bioreaktor alga

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas penggunaan fasad bioreaktor alga pada bangunan Institut Teknologi Sumatera dalam mengurangi emisi karbon yang disebabkan oleh kendaraan bermotor pada jalan Terusan Ryacudu.

Lokasi Penelitian

Institut Teknologi Sumatera merupakan salah satu kawasan kampus yang berada di di Provinsi Lampung, tepatnya di 5 21'33''S 108 15'57''E, yang merupakan daerah yang cukup panas dan dilewati oleh matahari selama 12 jam perhari, sehingga bisa dikatakan kawasan ini mendapatkan penyinaran matahari yang cukup banyak. Ditambah dengan kampus itera masih dalam masa pembangunan dan penghijauan masih belum maksimal sehingga panas dari matahari tidak tertutupi oleh bayangan.

Dengan tipologi bangunan fasilitas pendidikan, desain bangunan ini cenderung lebih sederhana karena konsep bangunan menekankan pada fungsi, sehingga beberapa gedung memiliki arah muka bangunan yang menghadap timur barat. Yang pada akhirnya paparan matahari terhadap bangunan akan semakin besar. Permasalahan ini sangat cocok untuk penerapan sistem fasad alga, karena konsep utama dari sistem ini adalah semakin banyak panel alga yang terpapar matahari, maka penyerapan CO₂ akan semakin banyak Emisi Karbon Produk Kendaraan Bermotor.

Penyumbang pencemaran udara tertinggi dengan angka mencapai 85% adalah emisi yang berasal dari transportasi (Ismiyati, 2014) dikarenakan kebanyakan dari kendaraan bermotor terutama yang berbahan bakar minyak memiliki kualitas emisi gas buang yang buruk, biasanya juga disebabkan oleh kelalaian pemilik kendaraan yang tidak merawat kendaraannya, dan juga sebab lainnya yang menyebabkan emisi gas buang kendaraan bermotor menjadi buruk.

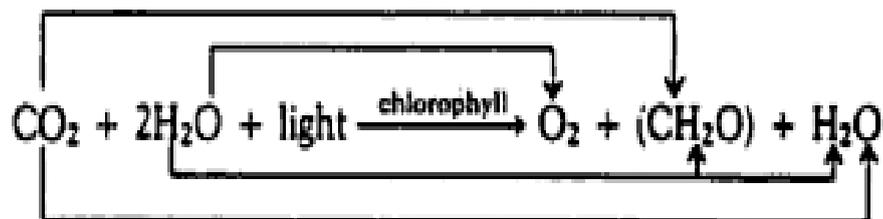
Kawasan ITERA merupakan kawasan yang cenderung padat, hal ini disebabkan karena jalur kendaraan yang keluar dari jalan tol yang menuju pusat Kota Bandar Lampung harus melewati jalan terusan Ryacudu. Terutama pada jam-jam tertentu yang dibarengi kendaraan yang keluar masuk kampus. Ada beragam jenis kendaraan yang melewati jalan ini mulai dari sepeda motor, mobil ringan dan truk. Dengan banyaknya kendaraan yang lalu lalang menyebabkan emisi karbon di daerah ini cukup besar yang disebabkan pembakaran kendaraan bermotor. berdasarkan penelitian Saepudin dan Admono 2005, Kontribusi pencemaran udara yang berasal dari sektor transportasi mencapai 60%, selebihnya sektor industri 25%, rumah tangga 10% dan sampah 5% (Zulkarnaen, 2018).

Setiap tahunnya jumlah kendaraan akan terus meningkat sehingga emisi karbon yang dihasilkan dari kendaraan bermotor juga akan semakin besar. Pemerintah sudah melakukan upaya untuk melakukan pengawasan dan pencegahan untuk mengurangi emisi karbon yang semakin besar dengan cara inventarisasi emisi (IE) untuk mengukur beban emisi karbon yang ada di suatu kawasan, hal ini tercantum pada Peraturan Pemerintah No. 41 tahun 1999 pasal 6 ayat 4 Tentang Kehutanan. 1999. terdapat banyak cara untuk mengurangi emisi karbon yang tersebar di udara seperti melakukan penghijauan atau dengan menggunakan panel alga melalui sistem fotosintesis.

Sistem Bioreaktor Alga

Ketika perkembangan ilmu dan teknologi semakin besar, maka akan banyak cara untuk mengatasi permasalahan yang ada, contohnya adalah dengan memanfaatkan budidaya alga untuk mengatasi masalah pemanasan global seperti thermal dan emisi karbon yang dihasilkan oleh aktivitas manusia. Penggunaan kendaraan bermotor adalah salah satu penyebab emisi karbon yang berlebihan. Negara Jerman adalah salah satu negara yang sudah menerapkan panel alga yang diterapkan pada fasad bangunan sebagai lahan budidaya alga.

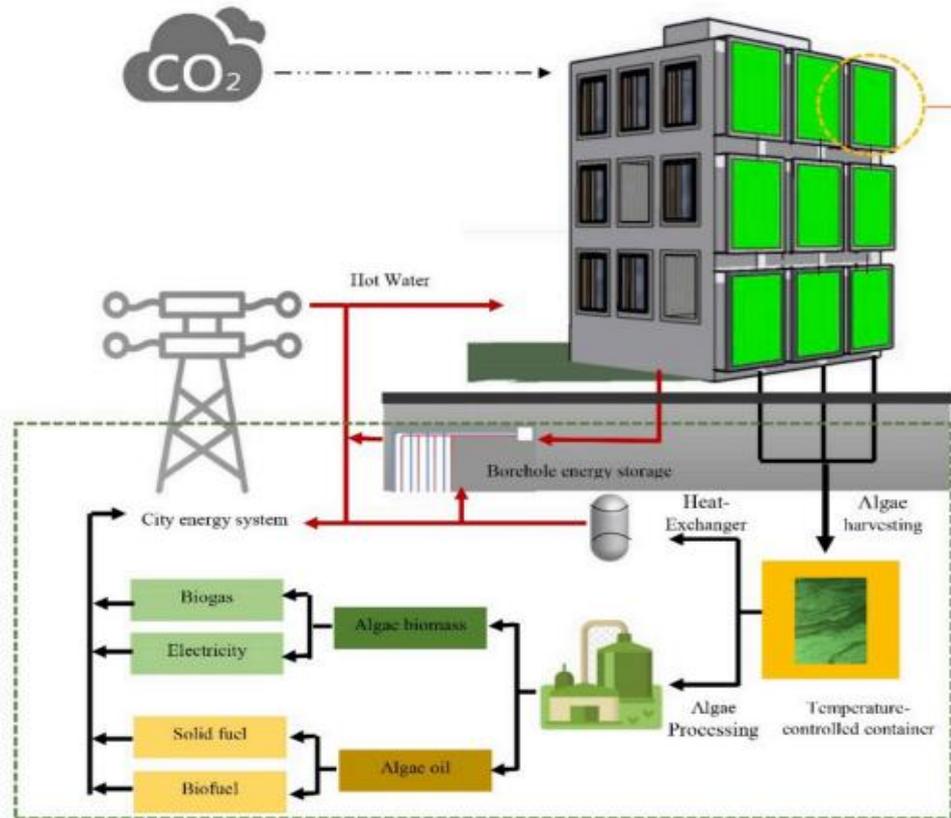
Ada dua macam alga yakni *microalga* yang merupakan tumbuhan mikro yang tidak memiliki tunas, biji, akar, dan buah. Makroalga adalah organisme multiselular besar seperti tumbuhan, sedangkan mikro alga adalah tumbuhan mikro yang tidak dapat dilihat oleh mata secara langsung. Alga merupakan organisme berklorofil yang melakukan fotosintesis seperti tumbuhan pada umumnya, alga menyerap nutrisi dari matahari, karbon, dan air dan menghasilkan oksigen, energi dan protein. Persamaan kimia fotosintesis pada alga sama dengan tumbuhan pada umumnya yakni.



Gambar 1. Persamaan kimia fotosintesis pada alga

(Sumber: <https://www.mastah.org/proses-fotosintesis-pada-tumbuhan-artikel-komplit-download-pdf/>)

Fasad *bioreaktor* alga memiliki potensi untuk berkontribusi dalam menurunkan karbon footprint yang disebabkan oleh bangunan. Tidak hanya penyerapan CO₂ yang dilakukan oleh bioreaktor alga. Hasil dari olah bioreaktor alga dijelaskan dalam ilustrasi bioreaktor alga dibawah.



Gambar 2. Ilustrasi bioreaktor alga

(Sumber: Talaei, 2020)

Berdasarkan ilustrasi tersebut, bioreaktor alga dapat menghasilkan biomassa alga dan minyak alga, yang dapat dipergunakan untuk kebutuhan lain seperti sumber energi untuk operasional bangunan, sehingga dapat mengurangi *carbon footprint* yang dihasilkan oleh bangunan.

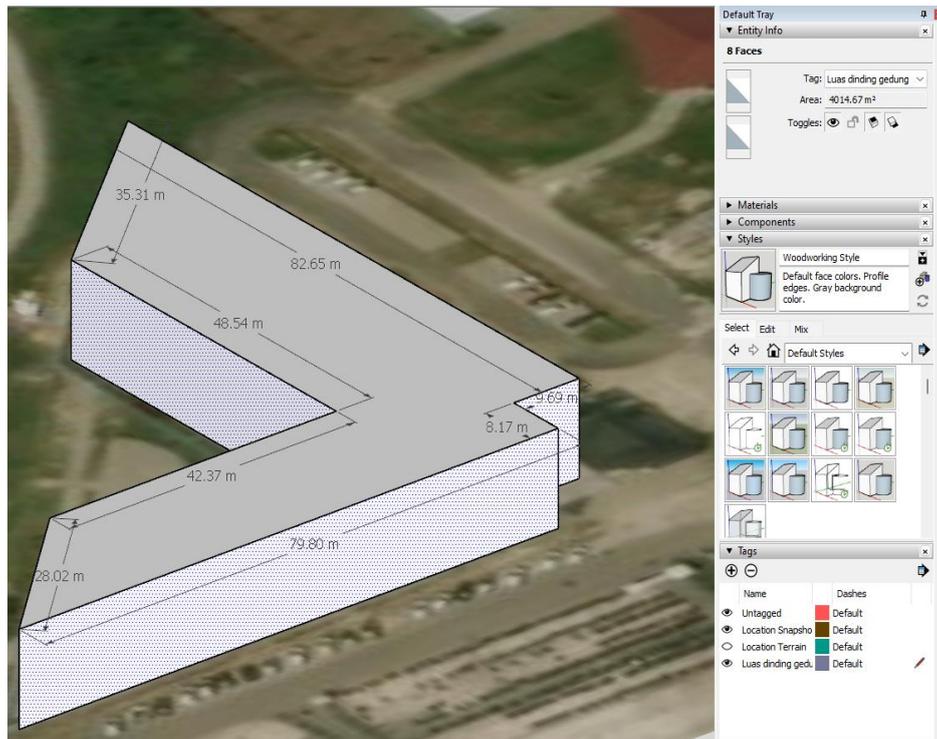
2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *mixed-method* yaitu penelitian dengan menggunakan dua metode yaitu secara kualitatif dan kuantitatif dengan disajikan secara deskriptif.

Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini penulis melakukan survei lapangan untuk mendapatkan data yang diinginkan. Karena perhitungan beban emisi pada penelitian ini memerlukan panjang jalan yang akan dilewati kendaraan, maka diperlukan penentuan zona yang akan dianalisis. Jalan yang digunakan merupakan zona yang berdekatan dan bersinggungan langsung dengan objek penelitian yaitu jalan terusan Ryacudu depan ITERA.

Kendaraan bermotor yang disurvei adalah jenis kendaraan mobil dan motor. Perhitungan jumlah dan jenis kendaraan dilakukan selama dua hari pada jam puncak pagi, siang, dan sore. Perhitungan ini dilakukan selama satu jam pada saat jam puncak masing-masing waktu. Perhitungan jumlah masing kendaraan bermotor menggunakan aplikasi *traffic counter*.



Gambar 3. Gedung C dan D ITERA
(Sumber : Peneliti, 2022)

Alga dapat dimanfaatkan sebagai fasad bangunan yang digunakan sebagai panel alga yang bisa mereduksi CO₂ yang ada disekitarnya. *BIQ House+SolarLeaf - The use of microalga Hamburg, Germany* dalam penelitiannya menyatakan bahwa panel alga bisa mereduksi CO₂ dengan luas panes sebesar 200 m² dapat menyerap 2,5 ton CO₂/tahun. Dari data tersebut 200 m² dapat menyerap 8,4 kg/hari, serta dalam sehari 1m² dapat menyerap CO₂ sebanyak 0,0042 kg/hari atau 4,2 g/hari (Oktopa & Prihatmaji, 2020).

Pengambilan sampel gedung dipilih menggunakan gedung C dan D, karena gedung tersebut merupakan gedung terdekat dengan jalan Terusan Ryacudu. Melalui aplikasi sketchup dan menggunakan fitur sketchup geolocation untuk melakukan *trace* pada gedung C, lalu diberikan ketinggian sebesar 12 m. sehingga luas dinding yang ditunjukkan pada aplikasi tersebut sebesar 4.014,67 m². Jika diasumsikan penggunaan fasad bioreaktor pada luas dinding bangunan sebesar 50%, maka luas dinding yang ditutupi oleh bioreaktor alga adalah 2.007,34 m².

Jika luas fasad alga yang diterapkan pada gedung C dan D ITERA sebesar 2.007,34 m² dan panel alga yang dapat menyerap 0,0042 kg/hari, gedung C dan D ITERA dapat menyerap (2.007,34 m² x 0,0042 kg/hari) 84.31 kg CO₂/hari atau 3,51 kg/jam.

3.2 Beban Emisi Karbon di Lingkungan Kampus ITERA

Ada beragam jenis kendaraan yang melewati jalan terusan Ryacudu mulai dari sepeda motor, mobil ringan, bus dan truk. Dengan banyaknya kendaraan yang lalulalang menyebabkan emisi karbon di daerah ini cukup besar yang disebabkan pembakaran kendaraan bermotor.

Setelah melakukan observasi di lapangan maka diperoleh puncak jam lalu lalang kendaraan bermotor. jam puncak yang dimaksud adalah volume kendaraan dengan jumlah tertinggi pada jam tertentu. terdapat tiga waktu tertinggi arus kendaraan yaitu pukul 07:00 - 08:00, 12:00 - 13:00, dan 17:00 - 18:00 WIB. perhitungan dilakukan pada tanggal 29 November 2022 dan 30 November 2022, dengan menggunakan alat penghitung traffic counter didapatkan jumlah data kendaraan yang melintas pada jalan terusan Ryacudu dapat dilihat pada tabel 3.

Table 3. Jumlah dan rata-rata kendaraan yang melintas pada jalan terusan Ryacudu

waktu	jumlah berdasarkan jenis kendaraan			
	motor	mobil penumpang	truk	bus
29/11/2022,12:00-13:00	2331	720	101	13
29/11/2022,17:00-18:00	2919	1003	121	24
30/11/202,207:00-08:00	2911	849	85	12
total	8161	2571	307	49
rata-rata	2720	857	102	16

(Sumber : Peneliti, 2022)

Waktu yang dipakai adalah waktu pada jam maksimum aktivitas keluar masuk kampus, sehingga jumlah kendaraan yang melintas adalah jumlah maksimum. sehingga jumlah karbon yang dihasilkan juga jumlah maksimum.

Panjang jalan yang dipakai adalah jalan terusan Ryacudu yang terletak didepan kampus ITERA sebagai akses keluar masuk kampus dan akses keluar masuk pintu Tol. Panjang keseluruhan jalan tersebut diukur menggunakan GPS. Dengan menggunakan alat tersebut maka didapatkan nilai total panjang yang akan dijadikan bahan penelitian yaitu sebesar 0,98 km.

Untuk menghitung beban emisi karbon maksimum dari kendaraan bermotor yaitu dengan menggunakan persamaan yang ditentukan KemenLH tahun 2012 oleh Lestari, D., Ergantara, R. I., & Nasoetion, P. (2021), maka nilai dari emisi karbon yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor yang melintas di jalan terusan Ryacudu depan kawasan ITERA dapat dilihat dari tabel 4. total emisi karbon yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor di jalan terusan Ryacudu paling banyak bersumber dari mobil penumpang berbahan bakar bensin yang menghasilkan CO₂ sebesar 25.723,87 kg/jam. kemudian motor dengan berbahan bakar bensin sebesar 18.420,11 kg/jam, mobil truk yang berbahan bakar diesel menghasilkan CO₂ sebanyak 4.429,45 kg/jam, serta kendaraan bus yang berbahan bakar diesel menghasilkan 59.171,1 kg/jam CO₂.

Table 4. Jumlah emisi CO₂ yang dihasilkan dari kendaraan yang melintas pada jalan terusan Ryacudu

No	Tipe Kendaraan	Bahan Bakar	Jumlah Emisi CO ₂ (g/jam)
1	Motor	Bensin	18.420.115,94
2	Mobil Penumpang	Bensin	25.723.878,27
3	Truk	Diesel	4.429.451,01
4	Bus	Diesel	598.046,11
Total			49.171.491,33

(Sumber : Peneliti, 2022)

Dari perhitungan yang telah dilakukan dengan menggunakan data yang ada maka jumlah rata-rata emisi CO₂ yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor yang melintas pada jalan terusan Ryacudu adalah sebesar 49.171.491,33 g/jam.

3.3 Analisis Konsentrasi CO₂ yang Direduksi Panel Alga

Dari perhitungan yang telah dilakukan yaitu dengan menghitung luasan panel alga yang dapat diterapkan pada gedung C dan D maka didapatkan luas panel alga sebesar 2,007.34 m² Dengan luasan panel tersebut gedung C dan D ITERA dapat mereduksi emisi karbon sebanyak 3,51 kg/jam. Jumlah beban emisi yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor yang melintas di jalan terusan Ryacudu depan kampus ITERA melalui penelitian dan perhitungan tanpa memperhitungkan arah mata angin (tidak terdispersi), maka jumlah maksimum beban emisi CO₂ yang dihasilkan adalah sebanyak 49.171.491,33 g/jam atau sekitar 49.171,5 kg/jam.

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan maka bisa dicari selisih emisi atau sisa emisi karbon yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor yang melintas di jalan terusan Ryacudu yang dapat direduksi dari panel alga yang diterapkan pada gedung C dan D ITERA dapat dihitung melalui rumus sebagai berikut:

$$\text{Sisa emisi} = \text{Emisi total} - \text{Daya serap total}$$

= 49.171,5 kg/jam - 3,51 kg/jam.

= 49.167,99 kg/jam

Dari perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa penerapan panel alga pada bangunan gedung C dan D masih kurang dalam mereduksi emisi CO₂ yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor.

4. KESIMPULAN

Penerapan panel alga dapat dilakukan pada bangunan yang sudah berdiri, karena pada dasarnya panel ini hanyalah sebagai cangkang (fasad) pada bangunan. penerapan panel alga ini bisa digunakan untuk mereduksi emisi CO₂ yang dihasilkan oleh aktivitas manusia. Pada penelitian ini CO₂ yang dihitung adalah emisi karbon yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor. Keterbatasan penyerapan CO₂ oleh panel alga ini berpengaruh terhadap jumlah emisi yang mampu direduksi. dengan kapasitas panel alga yang dapat diterapkan pada bangunan C dan D ITERA masih belum cukup untuk mereduksi semua beban emisi CO₂ yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor.

Referensi

- Banurea, I., Rahmawaty, R., & Afifuddin, Y. (2013). Analisis Kemampuan Ruang Terbuka Hijau dalam Mereduksi Konsentrasi CO₂ dari Kontribusi Kendaraan Bermotor di Kampus USU Medan (Green Open Space Capability Analysis on Reducing Concentration of CO₂ from Motor Vehicles at Campus USU Medan). *Peronema Forestry Science Journal*, 2(2), 122-129.
- Barokah, M. (2017). Proses Fotosintesis Pada Tumbuhan. Retrieved December 20, 2022, from <https://www.mastah.org/proses-fotosintesis-pada-tumbuhan-artikel-komplit-download-pdf/>
- Lestari, D., Ergantara, R. I., & Nasoetion, P. (2021). Pemetaan Konsentrasi Karbon Dioksida (CO₂) dari Kendaraan Bermotor di Kecamatan Kedaton Bandar Lampung Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Rekayasa, Teknologi, dan Sains*, 5(1), 20-24.
- Lumbessy, S. Y., Setyowati, D. N. A., Mukhlis, A., Lestari, D. P., & Azhar, F. (2020). Komposisi Nutrisi dan Kandungan Pigmen Fotosintesis Tiga Spesies Alga Merah (Rhodophyta sp.) Hasil Budidaya. *Journal of Marine Research*, 9(4), 431-438.
- Nurdjanah, N. (2014). Emisi CO₂ akibat kendaraan bermotor di Kota Denpasar. *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, 16(4), 189-202
- Oktopa, H. J., & Prihatmaji, Y. P. (2020). Re-Desain Shophouse Building dengan Pendekatan Sistem Alga untuk Mengurangi Urban Carbon Print di Geylang Singapura.
- Pemerintah Indonesia. (1999). Peraturan Pemerintah No. 41 tahun 1999 pasal 6 ayat 4 Tentang Kehutanan. 1999.
- Poerbo, H. W., Martokusumo, W., Koerniawan, M. D., Ardiani, N. A., & Krisanti, S. (2017, December). Alga façade as green building method: application of alga as a method to meet the green building regulation. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 99, No. 1, p. 012012). IOP Publishing.
- Soeprapto, H. (2015). Manfaat cahaya bagi alga khususnya Chlorophyta. *Pena Akuatika: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 1(1).
- Talaei, M., Mahdavinejad, M., & Azari, R. (2020). Thermal and energy performance of alga bioreactive façades: A review. *Journal of Building Engineering*, 28, 101011.
- Zulkarnaen, Wijaya Khairi. (2018). *Penggunaan Arang Aktif dari Tempurung Kemiri Sebagai Adsorben untuk Menurunkan Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Berbahan Bakar Bensin* (Doctoral dissertation, Universitas Mataram).