

Identifikasi Kemampuan Ruang Terbuka Hijau Kampus dalam Menyerap Emisi Karbon Dioksida (CO²)

Identification of the Ability of Campus Green Open Spaces to Absorb Carbon Dioxide (CO²) Emissions

Muhammad Rais Abidin¹⁾, Ramli Umar¹⁾, Ahyani Mirah Liani²⁾, Rahmi Nur³⁾, Andi Arham Atjo³⁾, Muhammad Fikruddin Buraerah⁴⁾, Ahmad Ashar Abbas⁵⁾, Amal¹⁾, Jeddah Yanti¹⁾

- ¹⁾ Program Studi Geografi, Universitas Negeri Makassar
²⁾ Program Studi Matematika, Universitas Negeri Makassar
³⁾ Program Studi Akuakultur, Universitas Sulawesi Barat
⁴⁾ Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Bosowa
⁵⁾ Program Studi Ilmu Kelautan, Institut Balikdiwa Makassar

ABSTRAK

Fungsi kawasan perkotaan salah satunya adalah sebagai pusat pendidikan. Kota Makassar merupakan salah satu kota dengan jumlah kampus terbanyak di Indonesia. Aktivitas pendidikan secara langsung turut berkontribusi terhadap peningkatan emisi yang berasal dari mobilitas mahasiswa, dosen dan pegawai. Emisi yang dihasilkan menjadi salah satu penyebab pemanasan global sehingga untuk mengurangi laju emisi yang dihasilkan maka diperlukan ruang terbuka hijau. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengidentifikasi kemampuan tanaman dalam menyerap emisi Karbon Dioksida di areal kampus. Analisis data yang digunakan adalah melakukan perbandingan jumlah beban emisi Karbon Dioksida yang dihasilkan dengan kemampuan daya serap ruang terbuka hijau. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan Ruang Terbuka Hijau (RTH) eksisting Universitas Negeri Makassar kampus Parangtambung dalam menyerap emisi CO₂ yang dihasilkan dari semua jenis kendaraan baik kendaraan roda dua (motor) maupun kendaraan roda empat (mobil) di semua zona akses masuk dapat diserap secara keseluruhan oleh vegetasi dimana total emisi CO₂ yang dihasilkan adalah 47.822.4 g/jam sedangkan jumlah emisi CO₂ yang dapat diserap oleh tanaman adalah 652.855.1 g/jam yang berarti masih terdapat 605.032.7 g/jam emisi CO₂ yang mampu diserap sehingga kajian selanjutnya adalah prediksi jumlah emisi yang dihasilkan di tahun mendatang agar rekomendasi pengelolaan dapat dilakukan agar daya serap tanaman tetap mencukupi.

Kata kunci: Daya serap, Emisi, Ruang terbuka hijau

ABSTRACT

Urban areas have the function as educational centers. Makassar City is one of the cities with the largest number of campuses in Indonesia. Educational activities directly contribute to

* *Korespondensi:*
email: muhraisabidin@unm.ac.id

Identifikasi Kemampuan Ruang Terbuka Hijau Kampus dalam Menyerap Emisi Karbon Dioksida (CO²)

the increase in emissions from the mobility of students, lecturers and staff. emissions are one of the causes of global warming. In order to reduce the rate of emissions produced, green open spaces are needed. Therefore, this study aims to identify the ability of plants to absorb carbon dioxide emissions in the campus area. The data analysis used is to compare the amount of carbon dioxide emission produced with the absorption capacity of vegetation. The results showed that the ability of the existing Green Open Space at campus to absorb CO² produced from all types of vehicles both two-wheeled vehicles (motorcycles) and four-wheeled vehicles (cars) in all access zones, can be absorbed entirely by vegetation where the total amount of CO² produced is 47,822.4 g/hour while plant's ability in absorbing the amount of CO² is 652,855.1 g/hour and there are still more 605,032.7 g/hour CO² that can be absorbed. Furthermore, the next will be necessary to predict the number of emissions produced.

Keywords: Absorption, Emissions, Green Open Space.

PENDAHULUAN

Perubahan iklim telah mempengaruhi tatanan kehidupan manusia secara global. Salah satu faktor yang menyebabkan perubahan iklim adalah meningkatkan laju emisi yang masuk ke atmosfer sebagai akibat dari laju pertumbuhan penduduk. Kawasan perkotaan yang menjadi pusat dari segala aktivitas manusia telah mengalami perkembangan yang sangat signifikan. Perkembangan kawasan perkotaan berbanding lurus dengan laju emisi. Kota Makassar merupakan salah satu kota metropolitan juga mengalami permasalahan yang sama dimana laju emisi yang tinggi berpengaruh terhadap peningkatan suhu permukaan (Abidin et al., 2021). Disamping laju emisi, beberapa faktor juga turut mempengaruhi suhu permukaan adalah makin berkurangnya kawasan perairan darat (Ali et al., 2019) & (Umar et al., 2021), penurunan kawasan Ruang Terbuka Hijau (RTH) (Umar et al., 2022) dan laju perkembangan kawasan terbangun (Ichsan Ali et al., 2019) & (Abidin et al., 2019). Merujuk pada fakta bahwa kebutuhan akan Ruang Terbuka Hijau (RTH) di tengah semakin tingginya alih fungsi lahan menjadi poin yang sangat penting. Fungsi krusial dari adanya Ruang Terbuka Hijau adalah salah satunya mampu menyerap emisi. Semakin luas areal Ruang Terbuka Hijau maka akan semakin tinggi daya serap terhadap emisi (Ramadhan et al., 2021) termasuk sumber emisi yang berasal dari kendaraan bermotor (Sarasidehe et al., 2022), (Harusi et al., 2022) & (Permata et al., 2021) sehingga ketika laju emisi dapat ditekan hal tersebut dapat secara langsung mengontrol laju suhu permukaan (Umar et al., 2022).

Disamping fungsi hidrologis dan ekologis, Ruang Terbuka Hijau dapat menciptakan kenyamanan di areal sekitar dengan cara menekan laju suhu permukaan melalui tumbuhan hijau yang mampu menyerap emisi yang dihasilkan baik oleh kendaraan, industri dan manusia. Kemudian fungsi lainnya adalah vegetasi secara aktif mampu menghalangi debu (Zhang et al., 2017) dan juga secara aktif dapat membuat orang merasa nyaman dan menurunkan level stress dan beberapa penyakit lainnya (Wang et al., 2019). Maka keberadaan Ruang Terbuka Hijau menjadi sangat penting terutama pada sektor pendidikan. Hal tersebut dikarenakan untuk mencapai indikator keberhasilan pada proses belajar mengajar tidak

hanya didukung oleh pengajar yang profesional, sarana dan prasarana yang baik, akan tetapi diperlukan juga suasana dan kondisi yang mendukung dan nyaman. Oleh karena itu, diharapkan setiap sekolah mulai dari tingkat paling bawah seperti taman kanak-kanak (TK) sampai perguruan tinggi wajib memiliki Ruang Terbuka Hijau secara proporsional. Hal itu dikarenakan bahwa ternyata aktivitas pendidikan secara langsung memiliki kontribusi terhadap peningkatan laju emisi (CO_2) yang bersumber dari transportasi, konsumsi energi dan sampah. Pendidikan Tinggi dalam hal ini kampus memiliki andil yang cukup besar dalam menyumbang emisi disebabkan oleh aktivitas harian mahasiswa yang menggunakan kendaraan. Oleh karena itu, penelitian ini mencoba untuk melakukan identifikasi bagaimana kemampuan Ruang Terbuka Hijau (RTH) di areal kampus dalam menyerap dan menekan laju emisi Karbon Dioksida (CO_2) sehingga didapatkan informasi apakah Ruang Terbuka Hijau (RTH) eksisting sudah mampu menekan laju emisi atau sebaliknya dan lebih lanjut hasil penelitian ini mampu memberikan rekomendasi jumlah luasan Ruang Terbuka Hijau (RTH) yang dibutuhkan.

METODE

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kemampuan daya serap Ruang Terbuka Hijau terhadap laju emisi karbon dioksida di Areal Kampus Universitas Negeri Makassar. Untuk mengetahui daya serap vegetasi dilakukan perhitungan kualitatif dengan teknik pengumpulan data adalah menghitung Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR) dan pengamatan jenis dan jumlah vegetasi eksisting.

Lokasi penelitian dilakukan di Universitas Negeri Makassar kampus Parangtambung. Pada kajian ini, dilakukan pembagian zona dikarenakan meskipun kampus UNM Parangtambung memiliki akses satu pintu (*one gate*) akan tetapi untuk akses ke masing-masing fakultas memiliki jalur tersendiri sehingga terdapat empat zona yang dijadikan areal kajian. Pembagian zona adalah 1. Zona akses Fakultas Bahasa dan Sastra (FBS) 2. Zona akses Fakultas MIPA (FMIPA) 3. Zona akses Fakultas Teknik (FT) 4. Zona akses Fakultas Seni dan Desain (FSD).

$$Q = N_i \times F_i \times K_i \times L \quad (1)$$

Keterangan:

- Q = Jumlah emisi (gr/jam)
 N_i = Jumlah kendaraan bermotor (kendaraan/jam)
 F_i = Faktor emisi
 K_i = konsumsi energi/bahan bakar (liter/km)
 L = Panjang Jalan (km)

Sedangkan pada penentuan daya serap Ruang Terbuka Hijau (RTH) eksisting menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Kemampuan Penyerapan Vegetasi} = \text{Daya Serap (CO}_2\text{)} \times \text{Jumlah Vegetasi (2)}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Perhitungan Volume dan Jumlah Kendaraan

Perhitungan volume dan jumlah Lalu lintas Harian Rata-Rata (LHR) dilakukan pada setiap zona akses masuk ke Kampus yang dilakukan selama dua hari efektif yaitu hari senin dan hari jumat dengan masing-masing jam puncak yaitu pagi pukul 07.00-09.00, siang pukul 12.00-14.00 dan sore pukul 16.00-18.00 dengan jenis kendaraan yang dihitung adalah mobil dan motor. Maka didapatkan rata-rata kendaraan yang masuk ke areal kampus dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Jumlah Kendaraan Melintasi Tiap Zona

| Zona | Jenis Kendaraan | Rata-rata kendaraan per jam | |
|------|-----------------|-----------------------------|-------|
| | | Tiap Jenis | Total |
| 1 | Mobil | 45 | 497 |
| | Motor | 452 | |
| 2 | Mobil | 34 | 274 |
| | Motor | 240 | |
| 3 | Mobil | 42 | 256 |
| | Motor | 221 | |
| 4 | Mobil | 24 | 158 |
| | Motor | 134 | |

Sumber: Hasil Survei, 2023

Tabel 1 menunjukkan bahwa jumlah atau volume kendaraan baik kendaraan roda empat (mobil) dan kendaraan roda dua (motor) yang paling tinggi terdapat pada Zona 1 (akses Fakultas Bahasa dan Sastra) yaitu rata-rata 497 kendaraan/jam, sedangkan volume kendaraan yang paling rendah terdapat pada Zona 4 (akses Fakultas Seni dan Desain) yaitu rata-rata 158 kendaraan/jam.

b. Perhitungan Beban Emisi

Perhitungan beban emisi yang dihasilkan dari kendaraan yang masuk ke areal kampus menggunakan nilai faktor emisi motor adalah 2.302.32 g/L dan mobil adalah 2.300.87 g/L (Roshintha et al., 2016) sedangkan untuk konsumsi energi atau bahan bakar berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 12 tahun 2010 didapatkan bahwa motor membutuhkan 28 km/liter sedangkan mobil (minibus) membutuhkan 8 km/liter (Peraturan

Identifikasi Kemampuan Ruang Terbuka Hijau Kampus dalam Menyerap Emisi Karbon Dioksida (CO²)

Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2010). Adapun untuk panjang jalan masing-masing zona adalah zona 1 memiliki panjang jalan 0.20 km, zona 2 adalah 0.23 km, zona 3 adalah 0.70 km dan zona 4 adalah 0.37 km.

Berikut ini adalah hasil analisis dan perhitungan beban emisi (Q) setiap zona pada areal kampus UNM Parangtambung.

Tabel 2. Beban Emisi Tiap Zona

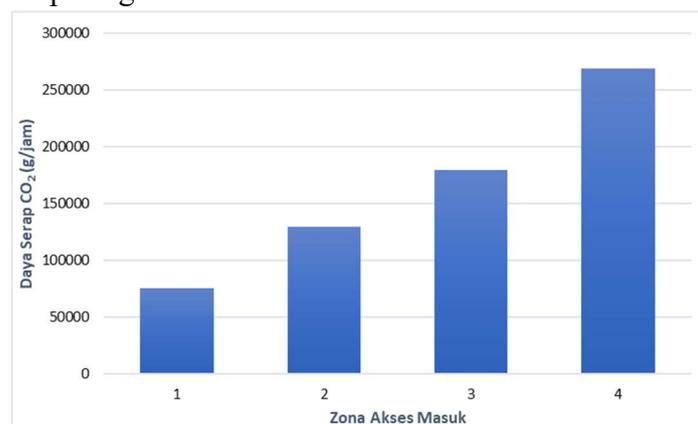
| Zona | Jenis Kendaraan | Rata-rata kendaraan per jam (Tiap Jenis) | Beban Emisi (g CO ² /jam) |
|------|-----------------|--|--------------------------------------|
| 1 | Mobil | 45 | 9.973.7 |
| | Motor | 452 | |
| 2 | Mobil | 34 | 10.116.1 |
| | Motor | 240 | |
| 3 | Mobil | 42 | 21.122.0 |
| | Motor | 221 | |
| 4 | Mobil | 24 | 6.610.6 |
| | Motor | 134 | |

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Tabel 2 menunjukkan bahwa beban emisi (g CO²/jam) tertinggi dihasilkan dari Zona 2 dengan jumlah beban emisi adalah 21.122.0 g CO²/jam kemudian diikuti dengan Zona 2 dengan jumlah beban emisi 10.116.1 g CO²/jam selanjutnya Zona 1 dengan jumlah beban emisi 9.973.7 g CO²/jam dan yang paling kecil jumlah beban emisi yang dihasilkan adalah Zona 4 sebanyak 6.610.6 g CO²/jam.

c. Perhitungan Daya Serap Ruang Terbuka Hijau (RTH) Eksisting

Pada penentuan daya serap Ruang Terbuka Hijau (RTH) eksisting menggunakan adalah dengan membandingkan antara beban emisi yang dihasilkan dengan kemampuan daya serap emisi tanaman. Adapun kemampuan daya serap CO₂ setiap zona pada areal kampus dapat dilihat pada grafik berikut ini.



Gambar 2. Daya Serap RTH Eksisting

Gambar 2 menunjukkan kemampuan penyerapan vegetasi terhadap emisi CO² pada masing-masing zona. Terlihat bahwa Zona 4 memiliki jumlah vegetasi yang paling banyak sehingga tingkat kemampuan serapan emisi CO² juga paling tinggi yaitu 269.065.4 g CO²/jam dimana

vegetasi dominannya adalah jenis trambesi dan mahoni yang memiliki daya serap emisi tinggi, kemudian diikuti oleh Zona 3 dengan tingkat kemampuan serapan emisi CO² sebanyak 179.064.6 g CO²/jam selanjutnya Zona 2 dengan tingkat kemampuan serapan emisi CO² sebanyak 129.286.5 g CO²/jam dan yang paling rendah tingkat kemampuan serapan emisi CO² adalah zona 1 dengan 75.438.6 g CO²/jam.

d. Evaluasi Ruang Terbuka Hijau (RTH)

Evaluasi Ruang Terbuka Hijau (RTH) bertujuan untuk melihat bagaimana kemampuan vegetasi dalam menyerap emisi CO₂ pada areal kampus UNM Parangtambung. Adapun dalam perhitungan evaluasi Ruang Terbuka Hijau (RTH) eksisting menggunakan rumus sisa emisi pada setiap zona adalah sebagai berikut.

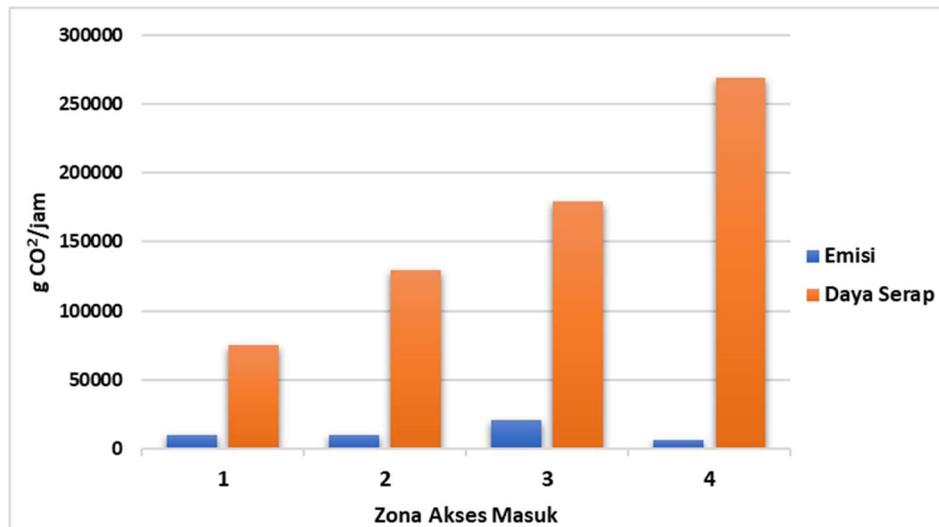
$$\text{Sisa Emisi CO}_2 = \text{Total Emisi (g/jam)} - \text{Total Daya Serap CO}_2 \text{ Vegetasi (g/jam)} \quad (3)$$

Adapun hasil perhitungan dan analisis sisa emisi yang dihasilkan pada setiap zona dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut ini.

Tabel 3. Sisa Emisi

| Zona | Total Q (g CO ² /jam) | Daya Serap (g CO ² /jam) | Sisa Emisi (g CO ² /jam) |
|------|-------------------------------------|--|--|
| 1 | 9.973.7 | 75.438.6 | -65.464.9 |
| 2 | 10.116.1 | 129.286.5 | -119.170.4 |
| 3 | 21.122.0 | 179.064.6 | -157.942.6 |
| 4 | 6.610.6 | 269.065.4 | -262.454.8 |

Sumber: Hasil Analisis, 2023



Gambar 3. Grafik Perbandingan Emisi

Berdasarkan hasil evaluasi Ruang Terbuka Hijau (RTH) eksisting kampus terhadap beban emisi yang dihasilkan dari aktivitas kendaraan baik kendaraan roda dua (motor) maupun kendaraan roda empat (mobil) yang masuk ke areal kampus UNM Parangtambung menunjukkan bahwa semua emisi yang dihasilkan dari kendaraan yang masuk ke areal kampus dapat diserap oleh vegetasi atau Ruang Terbuka Hijau (RTH) bahkan daya serap vegetasi masih surplus terhadap beban emisi CO₂ yang dihasilkan. Hal tersebut dikarenakan

Identifikasi Kemampuan Ruang Terbuka Hijau Kampus dalam Menyerap Emisi Karbon Dioksida (CO²)

areal Kampus memiliki vegetasi yang didominasi jenis pohon seperti trambesi, mahoni, angasa, palem dan ketapang

e. Pembahasan

Hasil evaluasi Ruang Terbuka Hijau (RTH) eksisting kampus terhadap beban emisi CO₂ yang dihasilkan memperlihatkan bahwa semua emisi CO₂ yang berasal dari kendaraan baik kendaraan roda dua (motor) maupun kendaraan roda empat (mobil) yang masuk ke areal kampus UNM Parangtambung dapat diserap secara keseluruhan oleh vegetasi eksisting. Hal tersebut mengindikasikan bahwa kampus UNM Parangtambung memiliki banyak vegetasi baik itu dalam bentuk pohon maupun taman, dimana proporsi areal Ruang Terbuka Hijau (RTH) adalah 44.15% sedangkan areal non Ruang Terbuka Hijau (RTH) adalah sebesar 55.85% kampus UNM Parangtambung (Umar, Abidin, Nur, Atjo, & Liani, 2022) sedangkan berdasarkan Peraturan Pemerintah tentang Penyelenggaraan Penataan Ruang menyatakan bahwa penyediaan dan pemanfaatan ruang terbuka hijau (RTH) untuk kebutuhan publik adalah minimal 20% sedangkan untuk kebutuhan privat adalah minimal 10% dari total luas areal atau wilayah (Peraturan, 2021). Merujuk pada fakta bahwa semakin beragam jenis dan jumlah vegetasi yang ada di kampus akan sejalan dengan semakin tingginya kemampuan dalam menyerap emisi CO₂ dan sebaliknya semakin sedikit jenis dan jumlah vegetasi akan semakin kecil kemampuan dalam menyerap emisi CO₂, hal ini juga berlaku pada beberapa kampus di Indonesia seperti Kampus Institut Teknologi Surabaya (ITS) (Roshintha et al., 2016), kampus I Universitas Brawijaya Malang (Bambang Suharto et al., 2016), Kampus Universitas Sumatera Utara (USU) (Banurea et al., 2013) dan Kampus UIN Sunan Ampel Surabaya (Munfarida et al., 2019). Oleh karena itu, eksistensi Ruang Terbuka Hijau (RTH) menjadi sangat penting terutama pada areal perkotaan dikarenakan keberadaan areal vegetasi secara langsung dapat menurunkan tingkat emisi dengan menyerap gas-gas karbon yang berasal dari aktivitas manusia seperti kendaraan (Oktavian et al., 2020) & (Sarasidehe et al., 2022), rumah tangga, industri dan tumpukan sampah (Ramadhan et al., 2021) sehingga ketika jumlah dan volume emisi berkurang di atmosfer hal tersebut dapat berefek pada terjadinya penurunan Suhu Permukaan. Penelitian yang dilakukan oleh (Fadlin et al., 2020) menunjukkan bahwa pola sebaran suhu permukaan lebih tinggi ke daerah pusat kepadatan penduduk tinggi, pusat perkantoran, pusat pemerintahan dan pusat perkantoran atau dengan kata lain peningkatan suhu permukaan sejalan dengan peningkatan aktivitas manusia (Umar, et al., 2021). Sedangkan suhu permukaan cenderung lebih rendah ke wilayah dengan tutupan vegetasi tinggi (Abidin et al., 2019) dan areal yang memiliki perairan lebih dominan (Fadlin et al., 2020). Maka dari itu keberadaan Ruang Terbuka Hijau (RTH) khususnya pada wilayah Pendidikan Tinggi menjadi sangat penting agar kualitas lingkungan hidup tetap terjaga yang mampu menciptakan suasana nyaman sehingga proses belajar mengajar dapat berjalan lancar dan nyaman agar tercapai tujuan pembelajaran.

KESIMPULAN

Kemampuan Ruang Terbuka Hijau (RTH) eksisting Universitas Negeri Makassar kampus Parangtambung dalam menyerap emisi CO₂ yang dihasilkan dari semua jenis

kendaraan baik kendaraan roda dua (motor) maupun kendaraan roda empat (mobil) di semua zona akses masuk dapat diserap secara keseluruhan oleh vegetasi dimana total emisi CO₂ yang dihasilkan adalah 47.822.4 g/jam sedangkan jumlah emisi CO₂ yang dapat diserap oleh tanaman adalah 652.855.1 g/jam yang berarti masih terdapat 605.032.7 g/jam emisi CO₂ yang dapat diserap oleh tanaman sehingga pada kajian berikutnya diperlukan model prediksi jumlah emisi yang dihasilkan dari kendaraan yang masuk ke areal kampus agar rekomendasi pengelolaan dapat dilakukan agar kemampuan daya serap tanaman tetap mencukupi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, M. R., & Arfan, A. (2019). Detection of development and density urban build-up area with satellite image overlay. *International Journal of Environment, Engineering and Education*, 1(2), 40–45. <https://doi.org/10.55151/ijeedu.v1i2.12>
- Abidin, M. R., Nur, R., Mayzarah, E. M., & Umar, R. (2021). Estimating and monitoring the land surface temperature (lst) using landsat oli 8 tirs. *International Journal of Environment, Engineering and Education*, 3(1), 17–24. <https://doi.org/10.55151/ijeedu.v3i1.43>
- Ali, M. I., Dirawan, G. D., Hasim, A. H., & Abidin, M. R. (2019). Detection of changes in surface water bodies urban area with NDWI and MNDWI methods. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 9(3), 946–951. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.9.3.8692>
- Bambang Suharto, Tunggul Sutan Haji, N. P. P. (2016). Evaluasi emisi karbondioksida (co₂) terhadap kecukupan ruang terbuka hijau (RTH) di Universitas Brawijaya Kampus I Kota Malang 7. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 7–12.
- Banurea, I., Rahmawaty, & Afifuddin, Y. (2013). Analisis kemampuan ruang terbuka hijau dalam mereduksi konsentrasi CO₂ dari kontribusi kendaraan bermotor di Kampus USU Medan. *Peronema Forestry Science Journal*, 2(2), 122–129.
- Fadlin, F., Kurniadin, N., Astrolabe Sian Prasetya, F. (2020). Analisis indeks kekritisian lingkungan di kota makassar menggunakan citra satelit landsat 8 oli/tirs. *Jurnal ELIPSOIDA*, 3(1), 55–63.
- Harusi, N. M. R., Aly, S. H., Mitani, Y., & Junaid, M. (2022). Identification of Green Lane in its ability to absorb emissions on Main Arterial Street in Makassar City. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1117(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1117/1/012053>
- Ichsan Ali, M., Hafid Hasim, A., & Raiz Abidin, M. (2019). Monitoring the built-up area transformation using urban index and normalized difference built-up index analysis. *International Journal of Engineering, Transactions B: Applications*, 32(5), 647–653. <https://doi.org/10.5829/ije.2019.32.05b.04>
- Munfarida, I., & Nurmaningsih, D. R. (2019). Analisa kecukupan ruang terbuka hijau berdasarkan penyerapan konsentrasi karbondioksida (o₂) dan pemenuhan oksigen (o₂) di Kampus Uin Sunan Ampel Surabaya. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 4(2), 18–27. <https://doi.org/10.29080/alard.v4i2.476>
- Oktavian, K., Permadi, D. A., & Dirgawati, M. (2020). Perhitungan beban emisi gas buang so₂ dari kendaraan bermotor di ruas jalan utama kota Bandung menggunakan Pemodelan Terbalik. *Jurnal Reka Lingkungan*, 9(2), 107–118.

Identifikasi Kemampuan Ruang Terbuka Hijau Kampus dalam Menyerap Emisi Karbon Dioksida (CO²)

- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup. (2010). Peraturan menteri negara lingkungan hidup nomor 12 tahun 2010 tentang pelaksanaan pengendalian pencemaran udara di daerah. *pelaksanaan pengendalian pencemaran udara di daerah Menteri Negara Lingkungan Hidup*, 1–199.
- Peraturan, P. 21/2021. (2021). PP Nomor 21 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Penataan Ruang. *Ppri*, 087066, 1. <https://www.jogloabang.com/lingkungan/pp-21-2021-penyelenggaraan-penataan-ruang>
- Permata, M. S. A. P., Buchori, I., & Kurniati, R. (2021). Adequacy measurement of public green open space (GOS) in absorbing carbon dioxide (CO₂) emissions from transportation activities in Tampan district, Pekanbaru. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 896(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/896/1/012015>
- Ramadhan, R. A., Vitianingsih, A. V., Susilo, Y., Lidya, A., & Puspitarini, E. W. (2021). Analisa spasial menggunakan sistem informasi geografis untuk identifikasi penyerapan ruang terbuka hijau terhadap emisi karbondioksida. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika : JANAPATI*, 10(2), 91–99.
- Roshintha, R. R., & Mangkoedihardjo, S. (2016). Analisis kecukupan ruang terbuka hijau sebagai penyerap emisi. *Jurnal Teknik Its*, 5(2).
- Sarasidehe, P. G., Jati, D. R., & Jumiati. (2022). Analisis kemampuan vegetasi pada ruang terbuka hijau dalam menyerap emisi co2 kendaraan bermotor di area kantor gubernur Kalimantan Barat. *Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, 6 November , 219–228. <https://doi.org/10.26760/jrh.V6i3.219-228>
- Umar, R., Abidin, M. R., & Darwis, M. R. (2021). *Identifikasi Kawasan Perairan Dengan Metode Automated Water Extraction Index (AWEI)*. 326–334.
- Umar, R., Abidin, M. R., Nur, R., Atjo, A. A., & Liani, A. M. (2022). Analisis pengaruh ruang terbuka hijau (rth) terhadap suhu permukaan. *Teknosains: Media Informasi Sains Dan Teknologi*, 16(3), 423–430.
- Umar, R., Abidin, M. R., Nur, R., Atjo, A. A., Liani, A. M., Yanti, J., & Utama, I. M. (2022). Penentuan prioritas ruang terbuka hijau menggunakan metode weighted overlay. *Jurnal Geosains dan Remote Sensing (JGRS)*, 3(2), 88–94.
- Umar, R., Abidin, R., Qaiyimah, D., Darwis, R., Nur, R., Atjo, A. A., Syamsunardi, S., & Yanti, J. (2021). Analisis suhu permukaan kota makassar sebelum dan selama masa pandemi covid-19. *Jurnal Environmental Science*, 4(1). <https://doi.org/10.35580/jes.v4i1.23475>
- Wang, H., Dai, X., Wu, J., Wu, X., & Nie, X. (2019). Influence of urban green open space on residents' physical activity in China. *BMC Public Health*, 19(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-7416-7>
- Zhang, Y., & Li, F. (2017). The relationships between urban parks, residents' physical activity, and mental health benefits: A case study from Beijing, China. *Journal of Environmental Management*, 190, 223–230. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.12.058>