

Akumulasi Biomassa Tumbuhan Poaceae di Bawah Cekaman Karbon Monoksida (CO)

Biomass Accumulation of Poaceae Plants Under Carbon Monoxide (CO) Stress

Laksmi Puspitasari^{1*}, Resti Wahyuni², Pinta Omas Pasaribu³, & Rinny Saputri⁴

¹Program Studi Biologi, Fakultas Sains, UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten, Indonesia

²Pusat Riset Ekologi dan Etnobiologi, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Indonesia

³Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, Indonesia

⁴Program Studi Biologi, Jurusan Sains Alam dan Ilmu Formal, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Bangka Belitung, Indonesia

Disubmit: 12 Maret 2025; Direview: 14 Maret 2025; Disetujui: 24 Maret 2025

*Corresponding Email: laksmi.puspitasari@uinbanten.ac.id

Abstrak

Polusi udara akibat emisi kendaraan bermotor merupakan masalah lingkungan yang cukup serius di Indonesia. Salah satu polutan utama dari emisi tersebut adalah karbon monoksida (CO), yang dapat merusak lingkungan dan menghambat pertumbuhan tumbuhan. Paparan karbon monoksida yang tinggi dapat menyebabkan tumbuhan mengalami stres. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis akumulasi biomassa beberapa jenis tumbuhan dari suku Poaceae (*Setaria plicata*, *Rottboellia cochinchinensis*, *Eleusine indica*, dan *Paspalum conjugatum*) dalam kondisi paparan karbon monoksida. Metode yang digunakan adalah penelitian eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap Dua Faktor. Faktor yang diuji meliputi jenis tumbuhan (4 jenis) dan frekuensi paparan karbon monoksida (3 tingkat), dengan masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bobot kering tajuk dipengaruhi oleh jenis tumbuhan dan frekuensi paparan karbon monoksida secara terpisah, tanpa adanya interaksi antara kedua faktor tersebut. *Rottboellia cochinchinensis* memiliki bobot kering tajuk dan akar tertinggi dibandingkan jenis lainnya, sedangkan *Paspalum conjugatum* memiliki akumulasi biomassa terendah. Frekuensi paparan karbon monoksida dua kali seminggu selama dua minggu berturut-turut menghasilkan bobot kering tajuk terendah pada tumbuhan Poaceae.

Kata Kunci: *Eleusine indica*; *Paspalum conjugatum*; Pencemaran udara; *Rottboellia cochinchinensis*; *Setaria plicata*

Abstract

Air pollution caused by motor vehicle emissions is a significant environmental issue in Indonesia. One of the main pollutants from these emissions is carbon monoxide (CO), which can harm the environment and inhibit plant growth. High carbon monoxide exposure can cause plants to experience stress. This study aims to analyze the biomass accumulation of several plant species from the Poaceae family (*Setaria plicata*, *Rottboellia cochinchinensis*, *Eleusine indica*, and *Paspalum conjugatum*) under carbon monoxide exposure. The research method used was an experimental study with a Two-Factor Completely Randomized Design (CRD). The factors tested included plant species (four types) and the frequency of carbon monoxide exposure (three levels), with each treatment repeated three times. The results showed that the shoot dry weight was influenced by the plant species and the frequency of carbon monoxide exposure separately, with no interaction between the two factors. *Rottboellia cochinchinensis* had the highest shoot and root dry weight accumulation compared to the other species, while *Paspalum conjugatum* had the lowest biomass accumulation. The frequency of carbon monoxide exposure twice a week for two consecutive weeks resulted in the lowest shoot dry weight among the Poaceae plants.

Keywords: *Eleusine indica*; *Paspalum conjugatum*; Air pollution; *Rottboellia cochinchinensis*; *Setaria plicata*.

How to Cite: Puspitasari, L., Wahyuni, R., Pasaribu, P.O., & Saputri, R. (2025). Akumulasi Biomassa Tumbuhan Poaceae di Bawah Cekaman Karbon Monoksida (CO). *Journal of Natural Sciences*. 6 (1): 51-60



PENDAHULUAN

Pencemaran udara merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang terjadi di Indonesia. Kondisi udara yang tercemar merupakan gabungan ribuan komponen terdiri dari partikel udara dan polutan gas seperti ozon (O₃), nitrogen dioksida (NO₂), karbon dioksida (CO₂), karbon monoksida (CO), sulfur dioksida (SO₂), dan senyawa organik volatil (Mannucci & Franchini, 2017; Salsabila, 2020). Polutan udara seperti karbon monoksida (CO) dapat mengalami peningkatan di lingkungan akibat beberapa aktivitas seperti pembakaran bahan bakar fosil, industrialisasi, urbanisasi, dan emisi kendaraan bermotor (Mehmood *et al.*, 2024).

Peningkatan jumlah kendaraan bermotor berkontribusi pada peningkatan polutan udara khususnya karbon monoksida karena 95% CO dihasilkan dari emisi kendaraan bermotor (Enitan *et al.*, 2022; Siregar *et al.*, 2023). Jumlah penggunaan sepeda motor di Indonesia pada tahun 2021 sebanyak 120.042.298 dan mengalami peningkatan pada tahun 2022 menjadi 125.305.332 (BPS, 2024). Peningkatan ini berdampak pada tingginya karbon monoksida (CO) yang masuk mencemari lingkungan. Proses penguraian gas ini di atmosfer berlangsung lambat, dengan laju degradasi sekitar 0,1% per jam (Nisa *et al.*, 2022). Polutan karbon monoksida dapat berdampak negatif bagi tumbuhan dan hewan, serta secara tidak langsung mengancam keanekaragaman hayati (Husen, 2021; Enitan *et al.*, 2022).

Tumbuhan merupakan salah satu organisme yang berpotensi terkena dampak langsung dari kondisi udara yang tercemar sehingga tumbuhan dapat menjadi bioindikator pencemaran udara. Pencemaran udara berdampak pada perubahan karakter anatomi, morfologi, fisiologi dan kandungan biokimia tumbuhan seperti penurunan luas daun, panjang daun, kadar pigmen fotosintesis, konduktansi stomata, laju fotosintesis, kadar protein, dan hasil panen (Enitan *et al.*, 2022; Badi'ah *et al.*, 2024; Mehmood *et al.*, 2024).

Selain sebagai bioindikator pencemaran udara, tumbuhan berperan sebagai agen bioremediasi yang berpotensi mengurangi polusi udara dengan menyerap berbagai bahan pencemar. Kemampuan tumbuhan untuk beradaptasi terhadap kondisi lingkungan yang penuh tekanan, termasuk paparan karbon monoksida, menjadikannya alternatif dalam upaya mitigasi pencemaran udara. Salah satu famili tumbuhan yang dapat dimanfaatkan dalam bioremediasi udara adalah Poaceae. Famili ini terdiri dari berbagai



jenis rumput dengan karakteristik habitus herba serta biji yang menyatu dengan dinding buah atau kariopsis (Lestari *et al.*, 2024).

Tumbuhan dari famili Poaceae mampu menyerap karbon dioksida dari atmosfer untuk digunakan dalam proses fotosintesis. Salah satu spesies dalam famili ini, *Eleusine indica*, diketahui memiliki potensi dalam mengendalikan emisi CO₂ berkat kemampuannya menyerap gas tersebut. Penelitian oleh Harjanto & Bahri (2023) mengungkapkan bahwa *Eleusine indica* merupakan salah satu bahan isian bioreaktor yang paling efektif dalam pengendalian emisi CO₂, dengan rata-rata laju penyerapan sebesar 0,105704/jam. Oleh karena itu, pemanfaatan rumput-rumputan sebagai alternatif solusi dalam pengendalian emisi udara perlu terus dikembangkan. Namun, informasi mengenai jenis rumput yang memiliki toleransi tinggi terhadap polutan udara, termasuk karbon monoksida, masih terbatas.

Kemampuan rumput-rumputan dalam beradaptasi terhadap paparan karbon monoksida dapat dianalisis melalui distribusi fotosintat atau akumulasi bobot kering pada organ tumbuhan sebagai respons terhadap kondisi stres. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis akumulasi biomassa beberapa spesies dari famili Poaceae, yaitu *Eleusine indica* (L.) Gaertn., *Setaria plicata* (Lam.) T. Cooke, *Paspalum conjugatum* P.J. Bergius, dan *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.), dalam kondisi paparan karbon monoksida.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada Maret-Juni 2014 di Greenhouse Departemen Biologi, Fakultas MIPA, Institut Pertanian Bogor. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial yang melibatkan dua faktor perlakuan, yaitu jenis tumbuhan Poaceae dan paparan karbon monoksida (CO). Faktor jenis tumbuhan terdiri dari *Setaria plicata*, *Rottboellia cochinchinensis*, *Eleusine indica*, dan *Paspalum conjugatum*. Sementara itu, faktor paparan CO memiliki tiga tingkat perlakuan: tanpa paparan CO atau kontrol (P0), paparan CO setiap hari selama 7 hari (P1), dan paparan CO dua kali seminggu selama 2 minggu (P2). Gas CO diperoleh dari emisi sepeda motor bermesin 2 tak dengan kadar 1300 ppm (Mahendra *et al.*, 2017). Setiap kombinasi perlakuan diulang tiga kali, sehingga terdapat 36 unit percobaan.



Sampel yang digunakan adalah biji dari keempat jenis Poaceae yang disemaikan dalam media campuran tanah dan kompos (1:1). Setelah berkecambah, bibit dipindahkan ke polibag berisi media tanam yang sama. Penyiraman dilakukan setiap dua hari hingga tumbuhan berumur satu bulan. Pada tahap ini, perlakuan paparan CO dimulai dengan menempatkan tumbuhan dalam *chamber* yang terhubung ke knalpot sepeda motor melalui selang. Paparan CO diberikan secara konstan selama 30 menit sesuai dengan tingkat perlakuan. Setelah perlakuan, tumbuhan ditempatkan di *greenhouse* selama satu minggu sebelum pengukuran variabel penelitian dilakukan.

Variabel yang diamati dalam penelitian ini mencakup bobot kering tajuk, bobot kering akar, rasio tajuk-akar, dan bobot akar mati. Tajuk dan akar tumbuhan dipisahkan, ditimbang berat basah, lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 48 jam hingga beratnya konstan. Akar mati dihitung dengan cara mengayak tanah dari polibag menggunakan air mengalir, kemudian akar yang tertinggal dikeringkan dan ditimbang.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan Two-Way ANOVA dengan software IBM SPSS Statistics versi 27 pada tingkat kepercayaan **95%**. Jika terdapat perbedaan yang signifikan, analisis dilanjutkan dengan Uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada tingkat kepercayaan yang sama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jenis tumbuhan dan cekaman karbon monoksida berpengaruh signifikan terhadap berat kering tajuk ($p < 0.05$). *Rottboellia cochinchinensis* memiliki biomassa tajuk tertinggi dibandingkan jenis lainnya, diduga karena morfologi daunnya yang berbentuk linear dengan panjang hingga 45 cm dan lebar 2 cm. Bentuk daun ini memungkinkan hasil fotosintesis lebih banyak dialokasikan ke tajuk (Hyde *et al.*, 2025). Sementara itu, akumulasi bobot kering tajuk pada *Setaria plicata* dan *Eleusine indica* tidak berbeda secara signifikan, karena keduanya memiliki ukuran daun yang hampir sama. Daun *S. plicata* berbentuk lanset (*lanceolate*) dengan panjang 10-40 cm dan lebar 1-3 mm, sedangkan daun *E. indica* berbentuk datar atau lipat (*flat* atau *conduplicate*) dengan panjang 5-35 cm dan lebar 2,5-6 cm (Proctor, 2012; POWO, 2025). Besarnya biomassa tajuk pada kedua jenis ini menunjukkan bahwa fotosintat hasil fotosintesis lebih banyak dialokasikan ke bagian tajuk untuk mendukung pertumbuhan daun. Sebaliknya, *Paspalum conjugatum* memiliki berat kering

tajuk terendah, diduga karena daunnya yang lebih pendek, dengan panjang 4-20 cm dan lebar 5-13 mm (Clayton *et al.*, 2006).

Bobot kering tajuk pada perlakuan P2 lebih rendah dibandingkan kontrol dan P1 (Tabel 1). Hal ini mengindikasikan bahwa paparan karbon monoksida selama 2 minggu menyebabkan stres pada tumbuhan, yang diduga menghambat laju fotosintesis dan menurunkan akumulasi fotosintat. Kandungan bahan kering yang rendah terjadi akibat cekaman CO yang memengaruhi aktivitas fotosintesis. Polutan CO yang menempel pada permukaan daun dan batang selama paparan dalam chamber dapat menyebabkan gangguan fisiologis, seperti tertutupnya stomata yang menghambat pertukaran karbon dioksida. Penutupan stomata juga merupakan mekanisme adaptasi tumbuhan terhadap polusi udara untuk melindungi jaringan internal (Faisal *et al.*, 2024). Hasil ini sesuai dengan penelitian Adrees *et al.* (2016), yang menunjukkan bahwa polusi udara dapat menurunkan tinggi tumbuhan, luas daun, biomassa, dan hasil panen pada *Triticum sativum* (Poaceae). Polutan seperti CO dan SO₂ yang masuk melalui stomata dapat merusak sel fotosintetik dan menyebabkan degradasi klorofil, sehingga menghambat proses fotosintesis (Lambers & Oliveira, 2019; Hamid *et al.*, 2022).

Tabel 1. Berat Kering Tajuk Jenis Tumbuhan Poaceae pada Frekuensi Paparan CO yang berbeda

Faktor Perlakuan	Bobot Kering Tajuk (gr)
Jenis Poaceae	
<i>Setaria plicata</i>	1,11 ab
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	1,45 a
<i>Eleusine indica</i>	0,92 b
<i>Paspalum conjugatum</i>	0,17 c
Frekuensi Paparan CO	
Kontrol (P0)	1,25 a
Setiap hari selama 7 hari (P1)	1,01 a
Seminggu 2 kali selama 2 minggu (P2)	0,49 b

Bobot kering akar dipengaruhi secara signifikan oleh jenis tumbuhan ($p < 0.05$). Bobot kering akar *E. indica* dan *R. cochinchinensis* tidak berbeda secara signifikan dan lebih tinggi dibandingkan dengan *S. plicata* dan *P. conjugatum* (Tabel 2). *P. conjugatum* memiliki bobot kering akar terendah, yang kemungkinan disebabkan oleh menurunnya laju fotosintesis, sehingga hanya sedikit fotosintat yang dialokasikan ke organ vegetatif. Kondisi ini juga sejalan dengan rendahnya akumulasi biomassa tajuk pada *P. conjugatum* dibandingkan dengan jenis lainnya. Polusi udara dapat mengurangi kadar pigmen fotosintesis seperti klorofil dan karotenoid, yang berakibat pada penurunan laju fotosintesis dan produktivitas tumbuhan (Pimple, 2017). Hasil penelitian ini mendukung temuan Zafar *et al.* (2016), yang menyatakan bahwa emisi gas buang

secara signifikan mempengaruhi produksi biomassa, termasuk bobot kering akar, tajuk, dan keseluruhan tumbuhan pada *Ruellia tuberosa*.

Tabel 2. Berat Kering Akar Jenis Tumbuhan Poaceae pada Frekuensi Paparan CO yang berbeda

Faktor Perlakuan	Bobot Kering Akar (gr)
Jenis Poaceae	
<i>Setaria plicata</i>	0,22 b
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	0,51 a
<i>Eleusine indica</i>	0,50 a
<i>Paspalum conjugatum</i>	0,03 c

Rasio tajuk terhadap akar dipengaruhi oleh jenis tumbuhan dan frekuensi paparan karbon monoksida ($p < 0.05$). Nilai rasio tertinggi ditemukan pada *Paspalum conjugatum* dan *Setaria plicata*, sedangkan yang terendah pada *Rottboellia cochinchinensis* dan *Eleusine indica* (Tabel 3). Rasio yang tinggi pada *P. conjugatum* dan *S. plicata* menunjukkan bahwa sebagian besar fotosintat dialokasikan ke tajuk, sementara rasio rendah pada *R. cochinchinensis* dan *E. indica* menandakan akumulasi fotosintat lebih banyak di akar. Rasio tajuk terhadap akar yang rendah mengindikasikan stres pada tumbuhan, sebagaimana dijelaskan oleh Rusmana (2017), bahwa dalam kondisi cekaman, distribusi bahan kering dan gula terlarut lebih banyak dialokasikan ke akar. Peningkatan kadar gula terlarut juga menandakan tumbuhan mengalami stres (Puspitasari *et al.*, 2019).

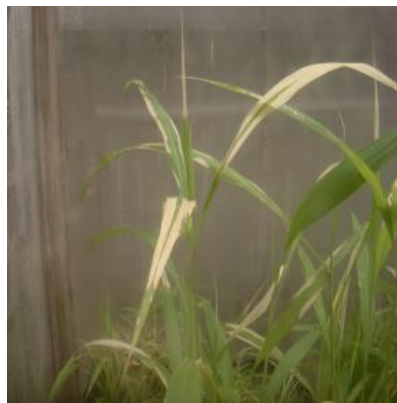
Alokasi fotosintat yang lebih besar ke akar diduga merupakan mekanisme adaptasi *R. cochinchinensis* dan *E. indica* terhadap cekaman karbon monoksida dengan meningkatkan panjang dan volume akar. Hal ini didukung oleh bobot kering akar kedua spesies yang lebih tinggi dibandingkan lainnya, menunjukkan potensi toleransi terhadap stres akibat karbon monoksida. Temuan ini sejalan dengan penelitian Mandasari *et al.* (2020), yang menunjukkan bahwa varietas sorgum yang toleran terhadap cekaman memiliki bobot akar lebih besar, serta karakteristik akar seperti jumlah, diameter, volume, dan panjang yang lebih tinggi dibandingkan varietas yang sensitif. Pencemaran udara juga dapat meningkatkan permeabilitas sel, menyebabkan kehilangan air dan nutrisi yang lebih besar (Salsabila, 2020). Tumbuhan mengembangkan strategi yang berbeda-beda dalam menghadapi kondisi cekaman CO sebagai bentuk pertahanan diri (Husen, 2021).

Rasio tajuk terhadap akar paling rendah ditemukan pada perlakuan dengan paparan CO dua kali seminggu selama dua minggu (P2) (Tabel 3), menunjukkan bahwa cekaman jangka panjang menyebabkan tumbuhan mengalami stres, sehingga biomassa lebih banyak dialokasikan ke akar. Akumulasi fotosintat di akar diduga mendukung pertumbuhan akar

melalui pembentukan rambut akar baru dan pemanjangan akar (Warnita & Herawati, 2017; Kul *et al.*, 2020). Sementara itu, pada perlakuan P1, yaitu paparan CO setiap hari selama tujuh hari, rasio tajuk terhadap akar lebih tinggi dibandingkan P2. Hal ini menunjukkan bahwa tumbuhan lebih banyak mengalokasikan biomassa ke tajuk, diduga sebagai mekanisme perbaikan jaringan yang rusak akibat klorosis (Gambar 1). Paparan CO setiap hari dapat menyebabkan klorosis, yakni kerusakan klorofil yang membuat daun menguning dan tampak pucat (Kasim *et al.*, 2023).

Tabel 3. Rasio Tajuk Akar Jenis Tumbuhan Poaceae pada Frekuensi Paparan CO yang berbeda

Faktor Perlakuan	Rasio Tajuk Akar
Jenis Poaceae	
<i>Setaria plicata</i>	4,46 a
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	2,40 b
<i>Eleusine indica</i>	2,40 b
<i>Paspalum conjugatum</i>	5,42 a
Frekuensi Paparan CO	
Kontrol	5,27 a
Setiap hari selama 7 hari (P1)	3,63 b
Seminggu 2 kali selama 2 minggu (P2)	2,10 b



Gambar 1. Gejala Kerusakan Daun (Klorosis) pada Perlakuan P1

Jenis tumbuhan Poaceae dan frekuensi paparan karbon monoksida tidak berpengaruh terhadap bobot kering akar mati ($p > 0.05$) (Tabel 4). Secara umum, akar lebih rentan mengalami stres akibat cekaman abiotik, termasuk karbon monoksida, dibandingkan dengan bagian tajuk (Kul *et al.*, 2020). Akar mati merupakan akar yang telah terlepas dari cabang akar, berwarna coklat dan kering, serta tidak lagi berfungsi dalam pertumbuhan, perkembangan, maupun transportasi air dan hara mineral bagi tumbuhan.

Tabel 4. Bobot Kering Akar Mati Jenis Tumbuhan Poaceae pada Frekuensi Paparan CO yang berbeda

Faktor Perlakuan	Bobot Kering Akar Mati (gr)
Jenis Poaceae	
<i>Setaria plicata</i>	0.04 a
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	0.09 a
<i>Eleusine indica</i>	0.11 a
<i>Paspalum conjugatum</i>	0.17 a
Frekuensi Paparan CO	
Kontrol	0,01 a
Setiap hari selama 7 hari (P1)	0,16 a
Seminggu 2 kali selama 2 minggu (P2)	0,13 a

Berdasarkan bobot kering tajuk, bobot kering akar, dan rasio tajuk terhadap akar, *Rottboellia cochinchinensis* dan *Eleusine indica* menunjukkan potensi toleransi terhadap cekaman karbon monoksida. Kedua spesies ini mampu mengakumulasi biomassa lebih tinggi pada tajuk dan akar dibandingkan jenis lainnya. Salah satu mekanisme adaptasi Poaceae terhadap cekaman abiotik diduga melalui penyerapan silika (Si). Poaceae dapat menyerap silika dalam bentuk asam silikat hingga 10% dari bobot kering tajuknya, yang berperan dalam mengaktifkan respons pertahanan dengan meningkatkan metabolisme primer dan sekunder (Guerriero *et al.*, 2016).

Silika juga berfungsi menjaga integritas dinding sel monokotil tipe II yang dimiliki Poaceae, melindungi sel dari kerusakan akibat cekaman karbon monoksida. Dinding sel yang stabil dapat mempertahankan struktur dan fungsinya, sehingga mendukung ketahanan tumbuhan dalam kondisi stres lingkungan (Landi *et al.*, 2017; Engelsdorf *et al.*, 2018).

SIMPULAN

Bobot kering tajuk dan rasio tajuk terhadap akar dipengaruhi secara terpisah oleh faktor jenis tumbuhan Poaceae dan frekuensi paparan karbon monoksida, tanpa adanya interaksi antara kedua faktor tersebut. *Rottboellia cochinchinensis* memiliki akumulasi bobot kering tajuk dan akar tertinggi dibandingkan dengan spesies lainnya, sedangkan *Paspalum conjugatum* menunjukkan akumulasi biomassa terendah. Perlakuan paparan karbon monoksida dengan frekuensi dua kali seminggu selama dua minggu berturut-turut menghasilkan bobot kering tajuk paling rendah pada tumbuhan Poaceae.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Southeast Asian Regional Centre for Tropical Biology (SEAMEO BIOTROP) yang telah memberikan koleksi biji Poaceae yang digunakan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrees, M., Saleem, F., Jabeen, F., Rizwan, M., Ali, S., Khalid, S., Ibrahim, M., Iqbal, N., & Abbas, F. (2016). Effect of Ambient Gaseous Pollutants on Photosynthesis, Growth, Yield and Grain Quality of Selected Crops Grown at Different Sites Varying in Pollution Levels. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 62(9), 1195-1207
- Badi'ah, L.N. Darmanti, S. & Prihastanti, E. (2024). Toleransi Berbagai Tumbuhan Hias Terhadap Polutan Karbon Monoksida (CO) di Kecamatan Tembalang dan Banyumanik Kota Semarang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(4), 1088-1099
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2024). Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis (Unit) 2021-2022. diakses pada <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NTcjMg==/perkembangan-jumlah-kendaraan-bermotor-menurut-jenis--unit-.html> tanggal 18 Maret 2025
- Clayton, W.D., Vorontsova, M.S., Harman, K.T., & Williamson, H. (2006). GrassBase - The Online World Grass Flora. Diakses pada <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:30011315-2/general-information#source-GB> tanggal 19 Maret 2025
- Engelsdorf, T., Gigli-Bisceglia, N., Veerabagu, M., Mickenna, J. F., Vaahtera, L., Augstein, F., Van Der Does, D., Zipfel, C., & Hamann, T. (2018). The Plant Cell Wall Integrity Maintenance and Immune Signaling Systems Cooperate to Control Stress Response in *Arabidopsis thaliana*. *Science Signaling*, 11(536), 1-14
- Enitan, I.T., Durowoju, O.S., Edokpayi, J.N., & Odiyo, J.O. (2022). A Review of Air Pollution Mitigation Approach Using Air Pollution Tolerance Index (APTII) and Anticipated Performance Index (API). *Atmosphere*, 13(374), 1-20
- Faisal, M., Ramadhona, N., Khairani, D., Panjaitan, R.D.P br. & Sinaga, A. (2024). Respon Tumbuhan Terhadap Pencemaran Polusi Udara di Kawasan Kota Binjai. *Jurnal Sains dan Ilmu Terapan*, 7(2), 114-125
- Guerriero, G., Hausman, J.F., & Legay, S. (2016). Silicon and The Plant Extracellular Matrix. *Frontiers in Plant Science*, 7(463), 1-8
- Hamid, D.S., Yuniati, R., & Putrika, A. (2022). Trees Physiological Responses to Air Pollution in Taman Margasatwa Ragunan and UI Depok Campus. *Biotropia*, 29(3), 254-262
- Harjanto, T.R., & Bahri, S. (2023). Bioreaktor Bahan Isian Vegetasi Rumput-Rumputan Sebagai Alat Uji Penyerap Polutan CO₂. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(3), 693-703
- Husen, A. Morpho-anatomical, Physiological, Biochemical and Molecular Responses of Plants to Air Pollution. In: Husen A (Ed). (2021). *Harsh Environment and Plant Resilience*. Switzerland: Springer Nature
- Hyde, M.A., Wursten, B.T., Ballings, P., & Palgrave, M.C. (2025). Flora of Mozambique: Species information: *Rottboellia cochinchinensis*. Diakses pada https://www.mozambiqueflora.com/speciesdata/species.php?species_id=109200 pada 19 Maret 2025
- Kasim, N.N., Wiridannissa, N., Djafar, S.S., Prihatin. (2023). Identification of Symptoms and Frequency of Disease Occurrence in Groundnut Plants (*Arachis hypogaea* L.). *Jurnal Biologi Tropis*, 23(4b), 173-179
- Kul, R., Ekinci, M., Turan, M., Ors, S., & Yildirim, E. (2020). How Abiotic Stress Conditions Affects Plant Roots. dalam: (Yildirim E, Turan M, Ekinci M) (Eds). (2021). *Plant Roots*. Turkey: IntechOpen
- Lambers, H., & Oliveira, R.S. (2019). *Plant Physiological Ecology (Third Edition)*. Switzerland: Springer Nature.
- Landi, S., Hausman, J.F., Guerriero, G., & Esposito, S. (2017). Poaceae vs Abiotic Stress: Focus on Drought and Salt Stress, Recent Insights and Perspectives. *Frontiers in Plant Science*, 8(1214), 1-9
- Lestari, A.A., Ramadhani, D.A., Azmi, D.I., Saputri, N.Y., Puspitasari, N., & Fardhani, I. (2024). Identify the Types of Grass in the Lembah Dieng Area, Malang Regency, East Java. *Jurnal Biologi Tropis*, 24(1), 312-321.
- Mahendra, S. Qomaruddin, M. Mulyahati, M.Y. (2017). Studi Penyaring Emissi pada Knalpot Sepeda Motor dengan Briket Arang Batok Kelapa. *Traksi*, 17(2), 1-7



- Mandasari, P.A., Wirnas, D., Trikoesoemaningtyas, & Sopandie, D. (2020). Perbedaan Tanggap Morfologi Akar Galur Inbrida Sorgum pada Kondisi P Rendah. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 48(1), 30-36
- Mannucci, P.M., & Franchini, M. (2017). Health Effects of Ambient Air Pollution in Developing Countries. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(1048), 1-8
- Mehmood, Z., Yang, H.H., Awan, M.U.F., Ahmed, U., Hasnain, A., Luqman, M., Muhammad, S., Sardar, A.A., Chan, T.Y., & Sharjeel, A. (2024). Effects of Air Pollution on Morphological, Biochemical, DNA, and Tolerance Ability of Roadside Plant Species. *Sustainability*, 16(3427), 1-15
- Nisa, R.K., Jati, D.R., & Jumiaty. (2022). Analisis Kecukupan dan Mapping Vegetasi Terhadap Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) di Jalan Ahmad Yani Kota Pontianak. *JURLIS: Jurnal Rekayasa Lingkungan Tropis Teknik Lingkungan Universitas Tanjungpura*, 3(1), 30-36.
- Pimple, N.S. (2017). Adverse Effect of Air Pollutants on the Chlorophyll Content in Leaves from Pune, Maharashtra (India). *International Journal of Pharmaceutical Science Review and Research*, 44(2), 131-135
- Plant of The World Online (POWO). 2025. *Setaria plicata* (Lam.) T.Cooke. Diakses pada <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:421746-1/general-information> tanggal 19 Maret 2025
- Proctor, G.R. (2012). *Flora of the Cayman Islands (Second Edition)*. United Kingdom: Royal Botanic Gardens Kew
- Puspitasari, L., Triadiati, & Sulistijorini. (2019). Physiological Response and Photosynthate Distribution of West Indian Arrowroot at Different Altitudes. *AGRIVITA Journal of Agricultural Science*, 41(1), 117-128
- Rusmana. (2017). Rasio Tajuk Akar Tumbuhan Melon (*Cucumis melo* L.) pada Media Tanam dan Ketersediaan Air yang Berbeda. *Jurnal Agroekoteknologi*, 9(2), 137-142
- Salsabila, S.H. (2020). Toleransi Tumbuhan Lanskap Terhadap Pencemaran Udara di Kota Sidoarjo. *Jurnal Lanskap Indonesia*, 12(2), 73-78
- Siregar, Z.G.T., Putri, R.A., Abdullatif, M., Fitri, R.N., Sianipar, R.J., Fariz, T.R., & Jabbar, A. (2023). Potensi Emisi CO₂ dari Kendaraan Bermotor di Kawasan Universitas Negeri Semarang. *Kurvatek*, 8(1), 55-62
- Warnita, & Herawati, N. (2017). Pengaruh konsentrasi Naphtalene Acetic Acid (NAA) dan Pupuk Daun Terhadap Pertumbuhan Tumbuhan Hias Anthurium 'gelombang cinta' (*Anthurium plowmanii*). *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 3(1), 69-74
- Zafar, N., Athar, M., Iqbal, M.Z., & Shafiq, M. (2016). Effect of Diesel Generator Exhaust Pollutants on Growth of *Vinca rosea* and *Ruellia tuberosa*. *Journal of Environmental Science and Management*, 20(4), 1191-1194