

PERAN HUTAN KOTA GELORA BUNG KARNO SEBAGAI PENGHASIL OKSIGEN (*The Role of Gelora Bung Karno Urban Forest as an Oxygen Producer*)

Balqis Melza Asri¹, Bambang Supriono² dan Dwi Agus Sasongko^{3*}

¹ PT Grab Indonesia. South Quarter

Jl. RA Kartini Kav. 8, Cilandak Bar 12430

^{2,3} Fakultas Kehutanan Universitas Nusa Bangsa

Jl KH Sholeh Iskandar km. 4, Tanah Sareal – Bogor 16166

Corresponding Author: dwas314@gmail.com

ABSTRACT

*The increase of people population is the main factor in the growth of an urban area. Population growth will be followed by increasing ecological, economic and social needs. Urban development tends to cause a decrease in the quantity and quality of Green Open Space. The Gelora Bung Karno Urban Forest, which is part of the Green Open Space in Jakarta, is a place visited by many people. The aim of this research is to determine the amount of oxygen produced by the Gelora Bung Karno Urban Forest in one year. The method for calculating oxygen yield that is applied is by comparing the uptake of carbon and oxygen produced from the photosynthesis process. The results of the research showed that there were 49 individuals from 6 types of trees, namely Trembesi (*Samanea saman*), Ketapang (*Terminalia catappa*), Coconut (*Cocos nucifera*), Pulai (*Alstonia scholaris*), Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*), Eboni (*Diospyros celebica*). Apart from that, the city forest land is also covered with grass covering an area of 1.5 Ha. Gelora Bung Karno Urban Forest produces oxygen produced is 13,082,272.80 kg/year or the equivalent of providing oxygen for 42,668 visitors. The largest contribution comes from grass with 12,264,000 kg/year. The contribution of the Gelora Bung Karno Urban Forest to the oxygen needs of Central Jakarta residents is 3.52% of the total population.*

Keywords: carbon, oxygen, urban forest

ABSTRAK

Pertambahan jumlah penduduk merupakan faktor utama pertumbuhan suatu wilayah perkotaan. Pertambahan jumlah penduduk akan diikuti dengan bertambahnya kebutuhan secara ekologi, ekonomi dan sosial. Pembangunan perkotaan cenderung menyebabkan penurunan kuantitas dan kualitas Ruang Terbuka Hijau. Hutan Kota Gelora Bung Karno yang merupakan bagian dari Ruang Terbuka Hijau di Jakarta menjadi tempat dengan banyak kunjungan oleh masyarakat. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui oksigen yang dihasilkan Hutan Kota Gelora Bung Karno dalam satu tahun. Metode penghitungan hasil oksigen yang diterapkan adalah dengan membandingkan antara serapan karbon dan oksigen yang dihasilkan dari proses fotosintesis. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 49 individu dari 6 jenis pohon, yaitu Trembesi (*Samanea saman*), Ketapang (*Terminalia catappa*), Kelapa (*Cocos nucifera*), Pulai (*Alstonia scholaris*), Nangka (*Artocarpus heterophyllus*), Eboni (*Diospyros celebica*). Selain itu, lahan hutan kota juga ditumbuhi rumput seluas 1,5 Ha. Hutan Kota Gelora Bung Karno menghasilkan oksigen sebesar 13.082.272,80 kg/tahun atau setara dengan pemenuhan oksigen untuk 42.668 pengunjung. Sumbangan terbanyak berasal dari rumput dengan 12.264.000 kg/tahun. Hutan Kota Gelora Bung Karno berkontribusi terhadap kebutuhan oksigen 3,52% penduduk Jakarta Pusat.

Kata kunci: karbon, oksigen, hutan kota

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Wilayah perkotaan memiliki salah satu permasalahan utama berupa pertambahan penduduk. DKI Jakarta mengalami pertumbuhan penduduk dari 9.588.198 jiwa pada tahun 2010 bertambah menjadi 10.679.951 jiwa pada tahun 2022 (BPS DKI Jakarta, 2023). Pemenuhan kebutuhan hidup dari sisi sosial, ekonomi, dan ekologi akan terpengaruh oleh pertambahan penduduk.

Wilayah perkotaan cenderung mengalami perubahan fisik yang lebih masif daripada pedesaan. Penambahan berbagai fasilitas menjadi tidak terelakkan, sebagai akibat dari kebutuhan yang terus meningkat. Efek dari hal tersebut cenderung menyebabkan penurunan kuantitas dan kualitas Ruang Terbuka Hijau (RTH). Penurunan keberadaan RTH menyebabkan peningkatan resiko terjadinya banjir, naiknya level kebisingan, suhu yang semakin panas, polusi udara, serta terjadinya penurunan muka tanah.

Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 (UU 26/2007) tentang Penataan Ruang menyebutkan bahwa RTH harus disediakan minimal 30% dari luas wilayah kota. Dengan demikian, tata ruang kota harus direncanakan untuk mengakomodir hal tersebut. Sementara itu, Peraturan Pemerintah Nomor 63 Tahun 2002 (PP 63/2002) tentang Hutan Kota disebutkan bahwa luas minimal hutan kota dalam wilayah perkotaan adalah 10%. Cahyana et al., (2023) menyebutkan bahwa hutan kota di DKI

Jakarta tahun 2019 seluas 182,54 ha. Dengan luas wilayah DKI Jakarta 66.233 ha maka masih belum memenuhi luas minimal sesuai PP 63/2002.

Keberadaan hutan kota perlu dipertahankan mengingat fungsinya untuk memperbaiki dan menjaga iklim mikro dan nilai estetika; meresapkan air; menciptakan keseimbangan dan keserasian lingkungan fisik kota; dan mendukung pelestarian keanekaragaman hayati (PP 63/2002) Hutan Kota Gelora Bung Karno (HK-GBK) yang dibangun pada tahun 2019, berlokasi di dalam “Gelora Bung Karno *Sports Complex*”, dengan luas mencapai 1,5 Ha. Secara legal, Hutan Kota GBK belum memiliki status sebagai hutan kota (tidak ditetapkan dalam Peraturan Gubernur), sehingga secara umum dapat dikategorikan ke dalam RTH. Istilah hutan kota digunakan oleh pengelola kawasan dengan pertimbangan bahwa secara fungsional dapat dikategorikan sebagai hutan kota, yaitu fungsi rekreasi dan wisata, penyerap dan penyimpan karbon, penghasil oksigen.

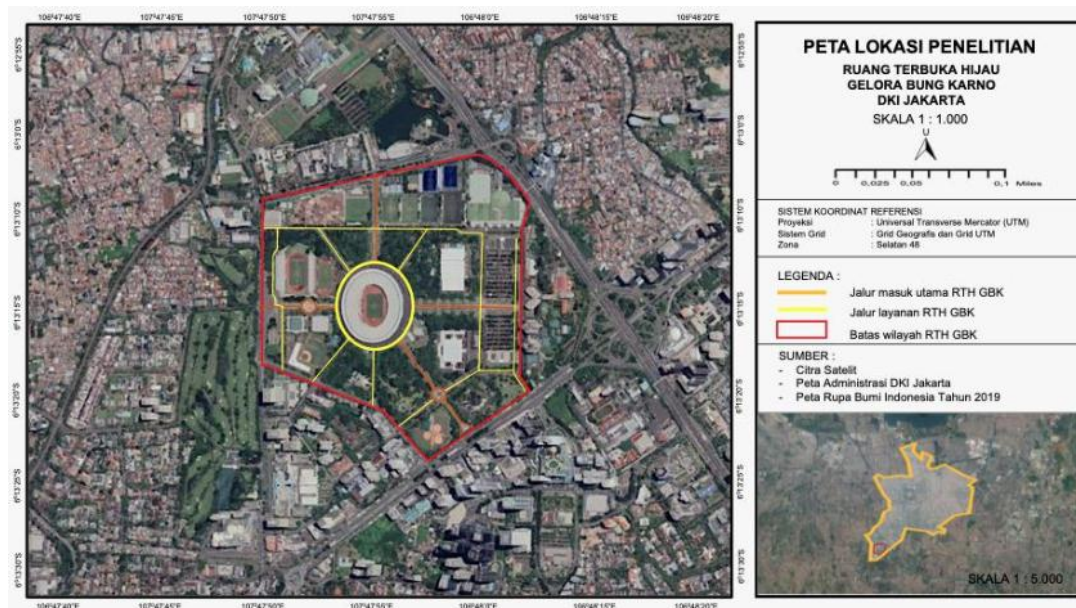
B. Tujuan Penelitian

Penelitian bertujuan untuk menghitung oksigen yang dihasilkan oleh HK-GBK.

II. METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di kompleks HK-GBK yang berlokasi di Gelora Bung Karno Sport Complex. Luasan hutan kota sebesar 1,5 ha. Pengambilan data dilakukan pada Agustus-September 2022.



Gambar 1. Hutan Kota Gelora Bung Karno (Aliyah et al., 2023)

Figure 1. Gelora Bung Karno Urban Forest (Aliyah et al., 2023)

B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *tally sheet*, kamera, alat tulis, laptop, dan pita ukur.

C. Pengambilan data dan prosedur penelitian

Prosedur penelitian adalah langkah-langkah yang ditempuh agar penelitian dapat dilakukan dengan baik.

1. Survey pendahuluan dan penentuan batas lokasi hutan kota yang akan diteliti.
2. Mengukur vegetasi
Pengukuran vegetasi hanya dilakukan pada diameternya saja. Diameter diukur menggunakan

sistem *diameter breast high (dbh)*, yaitu pengukuran pada setinggi sekitar 130 cm dari permukaan tanah (AFCD, 2006). Untuk rumput hanya diukur luasan tutupan lahannya.

3. Menentukan massa jenis setiap pohon
Massa jenis pohon ditentukan dengan data sekunder berupa hasil penelitian sebelumnya.
4. Menghitung biomassa setiap jenis pohon
Biomassa pohon dihitung menggunakan rumus allometrik (Ketterings et al., 2001).

$$BK = 0,11 \times \rho \times D^{2,62}$$

Keterangan:

- BK = Berat kering (biomassa)
 ρ = Massa jenis
D = Diameter (cm)

5. Menghitung karbon tersimpan

Karbon tersimpan dihitung berdasarkan rumus menurut SNI 7724:2019 tentang Pengukuran dan penghitungan an cadangan karbon-

Pengukuran lapangan untuk penaksiran cadangan karbon berbasis lahan (BSN, 2011)

$$Cb = BK \times \% C \text{ organik}$$

Keterangan:

Cb = Karbon tersimpan di pohon (kg)

BK = Berat kering/ biomassa (kg)

% organik = Diameter (cm)

6. Menghitung serapan karbon
Serapan karbon oleh pohon dihitung menggunakan pendekatan CO₂-ekuivalen. Dalam hal ini dilakukan

perbandingan massa atom relatif C, yaitu 12 dan massa molekul relatif CO₂, yaitu 44, dengan persamaan sebagai berikut (Karuru et al., 2020):

$$CO_2 \text{ ekuivalen} = Carbon \text{ stock} \times \frac{44}{12}$$

Keterangan:

CO₂ ekuivalen = nilai serapan karbon (kg)

Carbon stock = Nilai simpanan karbon (kg)

7. Menghitung oksigen yang dihasilkan
Jumlah oksigen yang dihasilkan diperkirakan dari penyerapan karbon berdasarkan berat atom.

Rumus untuk menghitung oksigen yang dihasilkan dari setiap tegakan atau pohon adalah sebagai berikut (Nowak et al., 2007):

$$O_2 \text{ yang dilepas} \left(\frac{kg}{tahun} \right) = penyerapan \text{ karbon} \left(\frac{kg}{tahun} \right) \times \frac{31}{12}$$

D. Analisis Data

Hasil penelitian dianalisis secara deskriptif, yaitu cara analisis data melalui penggambaran atas data yang sudah dikumpulkan. Penggambaran tersebut tidak dimaksudkan untuk menyimpulkan secara umum (Sugiyono, 2022).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Jenis vegetasi yang ditemui di HK-GBK yaitu trembesi (*Samanea saman*), katapang (*Terminalia catappa*), kelapa (*Cocos nucifera*), pulau (*Alstonia scholaris*), nangka (*Artocarpus heterophyllus*), eboni (*Diospyros celebica*).

Tabel 1. Jenis Vegetasi dan Massa Jenisnya

Jenis Vegetasi	Massa Jenis (gr/cm ²)
1. Trembesi (<i>Samanea saman</i>)	0,435 (F. Hidayati & Siagian, 2012)
2. Ketapang (<i>Terminalia catappa</i>)	0,52 (Alokabel et al., 2017)
3. Kelapa (<i>Cocos nucifera</i>)	0,54 (Purwanto, 2010)
4. Pulai (<i>Alstonia scholaris</i>)	0,30 (Rizki et al., 2022)
5. Nangka (<i>Artocarpus heterophyllus</i>)	0,48 (Susila & Apriliani, 2019)
6. Eboni (<i>Diospyros celebica</i>)	1,1 (Sanusi, 2002)
7. Rumpun	Dihitung luas tutupan lahannya saja.

Hasil perhitungan potensi serapan karbon dan oksigen yang dihasilkan ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Biomassa, Carbon stock, Serapan Karbon, dan Oksigen dihasilkan

No	Jenis Vegetasi	Jumlah Individu	Biomassa (kg)	Carbon stock (kg)	Serapan Karbon (kg/th)	Oksigen yang dihasilkan (kg/th)
1	Trembesi (<i>Samanea saman</i>)	8	10.795,91	1.863,83	84.223,41	4.814,91
2	Pulai (<i>Alstonia scholaris</i>)	13	33.367,54	70.994,77	260.314,17	672.478,28
3	Kelapa (<i>Cocos nucifera</i>)	4	346,72	737,70	2.704,92	6.987,71
4	Ketapang (<i>Terminalia catappa</i>)	19	5.290,25	11.255,86	41.271,49	106.618,01
5	Nangka (<i>Arthocarpus heterophyllus</i>)	3	1.017,17	7.935,417	7.935,41	20.499,82
6	Eboni (<i>Diospyros celebica</i>)	2	341,08	2.660,919	2.660,91	6.874,04
7	Rumpun*	1,5 ha			4.459.636,36*	12.264.000
	Total				4.858.746,67	13.082.272,8

*Rumpun diperhitungkan tutupan lahan

*Nilai serapan karbon dihitung berdasarkan rumus Nowak et al. (2007)

B. Pembahasan

Vegetasi di hutan kota tidak hanya berfungsi dalam menciptakan iklim mikro, estetika, dan pelestarian keanekaragaman hayati, namun juga berfungsi sebagai penyimpanan cadangan karbon. *Carbon stock* atau yang disebut dengan simpanan karbon merupakan bentuk karbon yang disimpan sebagai tubuh pohon (kayu). Dengan demikian, ketika pohon dan vegetasi rumput masih hidup dapat disebut sebagai agen penyimpanan karbon

agar tidak terlepas ke udara. Hal tersebut dikonfirmasi oleh Hairiah & Rahayu (2007) yang menyatakan bahwa cadangan karbon juga tersimpan dalam setiap penggunaan lahan tanaman, serasah dan tanah.

Penyimpanan karbon dalam tubuh vegetasi menjadi penting dalam rangka ikut mengurangi jumlah emisi karbon di udara. Hal tersebut selaras dengan pernyataan Hidayati et al. (2011) yang menyebutkan bahwa secara prinsip bahwa berkurangnya

konsentrasi CO₂ di udara salah satunya karena terjadi fotosintesis pada tumbuhan yang menyerap CO₂.

Terkait dengan fotosintesis, dinyatakan bahwa vegetasi akan melakukan penyerapan dan penyimpanan CO₂ di dalam tubuhnya hingga pada siklusnya akan kembali terlepas di atmosfer (Sutaryo, 2009). Berlebihnya karbon di udara akan memberikan dampak negatif bagi kehidupan manusia. Konsentrasi berlebih karbon di udara berakibat pada keseimbangan energi di atmosfer dan bumi, sehingga memicu terjadinya perubahan iklim global (Purnobasuki, 2012).

Dampak perubahan iklim dapat dikurangi dengan adanya upaya untuk meningkatkan penyerapan karbon dan menurunkan emisi karbon ke udara dengan meningkatkan cadangan karbon melalui penanaman pohon maupun vegetasi lainnya. Lebih lanjut, Sasongko et al. (2023) menyatakan bahwa oksigen hasil dari vegetasi memiliki peran yang sangat vital bagi makhluk hidup dalam melangsungkan hidupnya.

Trembesi dan nangka dikategorikan cukup baik dalam penyerapan karbon (KLHK, 2015). Kedua jenis tersebut terdapat di HK-GBK. Kemampuan pohon dalam menyerap CO₂ tinggi akan menghasilkan produksi oksigen yang tinggi pula (Brown, 1997). Mansur & Pratama (2014) menyatakan bahwa trembesi adalah salah satu jenis pohon yang dapat menyerap karbon dalam jumlah tinggi. Dengan demikian, sesuai dengan Nowak et al. (2007) kemampuan serapan karbon yang tinggi berbanding lurus dengan

produksi oksigen dalam jumlah yang tinggi pula.

HK-GBK menghasilkan oksigen sebanyak 13.082.272,8 kg/tahun. Jika tingkat konsumsi oksigen manusia dewasa rata-rata 0,84 kg/hari (Perry & LeVan, 2002) maka HK-GBK dapat menyokong kebutuhan konsumsi oksigen untuk 42.668 orang per tahun. Jakarta Pusat memiliki 1.079.995 penduduk (BPS DKI Jakarta, 2023). Kebutuhan konsumsi oksigen penduduk Jakarta Pusat dalam setahun adalah 348.550.238,4 kg/tahun. Maka dapat dikatakan bahwa HK-GBK membantu sekitar 3,75% dari total kebutuhan konsumsi oksigen penduduk Jakarta Pusat. Rata-rata pengunjung yang datang ke hutan kota GBK adalah 150 orang per hari, dengan kebutuhan oksigen 126 kg per hari. HK-GBK menghasilkan oksigen sekitar 35.841,84 kg per hari, maka hasil tersebut mampu memenuhi kebutuhan oksigen untuk 150 pengunjung yang datang setiap harinya.

Oksigen diperlukan tubuh untuk menunjang proses metabolisme tubuh. Kerusakan otak sangat mungkin terjadi bila kekurangan pasokan oksigen lebih dari 4 menit. Dampak lanjutannya dapat berupa kerusakan otak permanen dan bahkan sampai mengalami kematian (Kusnanto, 2016). Lebih lanjut dijelaskan bahwa oksigen memiliki peranan penting dalam metabolisme tubuh dan pemberian nutrisi pada sel (Uyun & Indriawati, 2013).

Jika pemerintah ingin memenuhi kebutuhan konsumsi oksigen penduduk di Jakarta Pusat, maka diperlukan sekitar 26 kali HK-GBK. Rumpun di HK-GBK adalah penghasil oksigen terbesar yaitu sebesar 12.264.000 kg/tahun. (Golf Sustainable, 2018) menyatakan bahwa area hijau lapangan golf dengan luas sekitar 1800m², cukup untuk memenuhi kebutuhan oksigen

tahunan untuk 480 orang. Menurut Perry & LeVan (2002), konsumsi oksigen manusia dewasa rata-rata 0,84kg/hari. Dengan demikian apabila disetarakan maka tutupan rumput HK-GBK seluas 1,5 ha dapat memenuhi kebutuhan oksigen untuk 40.000 orang per tahun.

Jika tujuan utama pembentukan hutan kota atau RTH adalah sebagai penghasil oksigen maka berdasarkan penelitian ini, rumput adalah salah satu jenis vegetasi yang wajib ada dalam perencanaan tersebut. Namun, hutan kota bukan hanya berfungsi untuk memproduksi oksigen. Hal tersebut sesuai dengan PP 63/2002 yang menyebutkan fungsi hutan kota untuk memperbaiki dan menjaga iklim mikro dan nilai estetika; meresapkan air; menciptakan keseimbangan dan keserasian lingkungan fisik kota; dan mendukung pelestarian keanekaragaman hayati.

IV. KESIMPULAN

HK-GBK menghasilkan oksigen sebesar 13.082.272,80 kg/tahun atau setara dengan pemenuhan oksigen untuk 42.668 pengunjung. Sumbangan terbanyak berasal dari rumput dengan 12.264.000 kg/tahun. HK-GBK berkontribusi terhadap kebutuhan oksigen 3,52% penduduk Jakarta Pusat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada pengelola HK-GBK yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian ini. Terimakasih juga kami ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu dalam kelancaran pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Aliyah, L., Susdiyanti, T., & Sasongko, D. A. (2023). *Strategi Pengelolaan Hutan Kota*

Gelanggang Olahraga Bung Karno (GBK). Universitas Nusa Bangsa.

Alokabel, K., Lay, Y. E., & Wonlele, T. (2017). Penentuan Kelas Kuat Kayu Lokal Di Pulau Timor Sebagai Bahan Konstruksi. *JUTEKS : Jurnal Teknik Sipil*, 2(2), 139–148. <https://doi.org/10.32511/juteks.v2i2.168>

BPS DKI Jakarta. (2023). *Jumlah Penduduk Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi DKI Jakarta (Jiwa), 2020-2022*. <https://jakarta.bps.go.id/indicator/12/1270/1/jumlah-penduduk-menurut-kabupaten-kota-di-provinsi-dki-jakarta-.html>

Brown, S. (1997). *Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forests: a Primer. (FAO Forestry Paper - 134)*. Department of Natural Resources and Environmental Sciences University of Illinois Urbana, Illinois, USA. <https://www.fao.org/3/W4095E/W4095E00.htm>

BSN. (2011). *SNI 7724:2011 Pengukuran dan Penghitungan Cadangan Karbon – Pengukuran Lapangan untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (Ground Based Forest Carbon Accounting)* (pp. 1–24). Badan Standardisasi Nasional. <https://www.fao.org/3/W4095E/W4095E00.htm>

Cahyana, I. N., Syam, R., & Saputro, S. A. (2023). Perencanaan dan Pengurusan Hutan Kota dalam Rangka Pembangunan Kota Berkelanjutan di DKI Jakarta. *Bina Hukum Lingkungan*, 7(2), 196–213. <https://bhl-jurnal.or.id/index.php/bhl/article/view/BH-L-V7N2A3/pdf>

Golf Sustainable. (2018). *One Green Creates Oxygen For Almost 500 People*. <https://golfsustainable.com/en/a-golf-course-creates-oxygen-for-85000-people/>

Hairiah, K., & Rahayu, S. (2007). Petunjuk Praktis Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. In *World Agroforestry Centre*. World Agroforestry Centre dan ICRAF Southeast Asia. <https://apps.worldagroforestry.org/sea/Publications/files/manual/MN0035-07/MN0035-07-1.pdf>

Hidayati, F., & Siagian, P. B. (2012). STRUKTUR DAN SIFAT KAYU TREMBESI (Samanea saman MERR)

- DARI HUTAN RAKYAT DI YOGYAKARTA. *Prosiding Seminar Nasional Mapeki*, 12, 228–232. https://teknologihutan.fkt.ugm.ac.id/wp-content/uploads/sites/675/2019/01/Struktur_dan_Sifat_Kayu_Trembesi_Samanea_Saman_Merr_dari_Hutan_Rakyat_di_Yogyakarta-1.pdf
- Hidayati, N., Reza, M., Juhaeti, T., & Mansur, M. (2011). Serapan Karbondioksida (CO₂) Jenis-Jenis Pohon di Taman Buah “Mekar Sari” Bogor, Kaitannya dengan Potensi Mitigasi Gas Rumah Kaca. *Jurnal Biologi Indonesia*, 7(1), 133–145. <https://doi.org/https://doi.org/10.14203/jbi.v7i1.3134>
- Karuru, S. S., Rasyid, B., & Millang, S. (2020). Analisis Keterkaitan Cadangan Karbon dengan Penyerapan CO₂ dan Pelepasan O₂ pada Tutupan Lahan Hutan Sekunder dan Kelapa Sawit di Kabupaten Luwu Timur. *Jurnal Ecosolum*, 9(2), 51–60. <https://journal.unhas.ac.id/index.php/ecosolum/article/view/12285/6403>
- Ketterings, Q. M., Coe, R., Van Noordwijk, M., Ambagau, Y., & Palm, C. A. (2001). Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equations for predicting above-ground tree biomass in mixed secondary forests. *Forest Ecology and Management*, 146(1–3), 199–209. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00460-6](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00460-6)
- KLHK. (2015). *Petunjuk Teknis Penanaman Spesies Pohon Penyerap Polutan Udara*. Direktorat Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. https://ppkl.menlhk.go.id/website/filebox/142/160401114608Buku_Ptunjuk_Teknis_Penanaman_Spesies_Pohon_Penyerap_Polutan_Udara.pdf
- Kusnanto. (2016). *Modul Pembelajaran Pemenuhan Kebutuhan Oksigen*. Fakultas Keperawatan Universitas Airlangga.
- Mansur, M., & Pratama, B. A. (2014). Potensi Serapan Gas Karbondioksida (CO₂) Pada Jenis-Jenis Pohon Pelindung Jalan (Potential Absorption of Carbon Dioxide (CO₂) in Wayside Trees). *Jurnal Biologi Indonesia*, 10(2), 149–158. <https://media.neliti.com/media/publication/s/81321-ID-potensi-serapan-gas-karbondioksida-co2-p.pdf>
- Nowak, D. J., Hoehn, R., & Crane, D. E. (2007). Oxygen Production by Urban Trees in the United States. *Arboriculture and Urban Forestry*, 33(3), 220–226. <https://doi.org/10.48044/jauf.2007.026>
- Perry, J. L., & LeVan, M. D. (2002). Air Purification In Closed Environments: Overview Of Spacecraft Systems. *NBC Defense Collective Protection Conference, Orlando FL, February 2002*, 1–10. https://www.researchgate.net/publication/23903409_Air_Purification_in_Closed_Environments_An_Overview_of_Spacecraft_Systems/link/54f78f510cf2ccffe9db44b4/download
- Purnobasuki, H. (2012, April). Pemanfaatan Hutan Mangrove sebagai Penyimpan Karbon. *Buletin PSL Universitas Surabaya*, 28(April 2012), 1–6. https://www.academia.edu/6401998/Pemanfaatan_Hutan_Mangrove_Sebagai_Penyimpan_Karbon
- Purwanto, D. (2010). BALOK LAMINASI DARI KAYU KELAPA (Cocos nucifera L.). *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 2(2), 1–7. <https://doi.org/10.24111/jrihh.v2i2.1147>
- Rizki, L. M., Nuriyatin, N., & Saprinurdin. (2022). ANALISIS KUALITAS KAYU PULAI (Alstonia angustiloba Miq) SEBAGAI BAHAN BAKU PENSIL PADA BERBAGAI POSISI BATANG DITINJAU DARI BERAT JENIS (BJ *Journal of Global Forest and Environmental Science*, 2(3), 69–77. <https://ejournal.unib.ac.id/jhutanlingkungan/article/view/25727>
- Sanusi, D. (2002). KAJIAN PRODUKSI, PERDAGANGAN, INDUSTRI DAN TEKNOLOGI EBONI. *Berita Biologi*, 6(2), 191–206. https://ejournal.biologi.lipi.go.id/index.php/berita_biologi/article/download/1481/1370
- Sasongko, D. A., Cita, K. D., Rusli, A. R., & Supriono, B. (2023). Kehilangan Karbon dan Oksigen pada Pemanenan Jati (Tectona grandis Linn. f) Unggul Nusantara di Kebun Percobaan Cogreg, Kecamatan Ciseeng, Kabupaten Bogor. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 28(1), 72–77. <https://doi.org/10.18343/jipi.28.1.72>
- Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D – MPKK* (2nd ed.).

- Alfabeta.
- Susila, R., & Apriliani, R. N. (2019). Pendugaan Cadangan Karbon Di Taman Hutan Raya Inten Dewata. *Wanamukti: Jurnal Penelitian Kehutanan*, 22(2), 94–103. <https://doi.org/10.35138/wanamukti.v22i2.333>
- Uyun, H. F., & Indriawati, R. (2013). Pengaruh lama hipoksia terhadap angka eritrosit dan kadar hemoglobin *Rattus norvegicus* Effect of Hypoxia Duration to the Erythrocyte and Hemoglobin *Rattus norvegicus*. *Mutiara Medika*, 13(1), 49–54. <https://journal.umy.ac.id/index.php/mm/article/view/1056/1140>