



Rancangan *Handout* Perubahan Iklim Berdasarkan Serapan Karbon Hutan Kota Pulau Bungin Untuk Pembelajaran Biologi Sma

Liya Tri Wahyuni¹, Sri Wulandari², Darmadi³

Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP Universitas Riau

Received:	05 September 2025	Abstrak	<i>Pembelajaran dengan Kurikulum Merdeka memberi kebebasan bagi guru dan siswa untuk mengelola proses belajar, khususnya pada fase E yang menuntut respons terhadap isu lingkungan dan iklim. Hutan penting dalam mitigasi perubahan iklim melalui penyerapan CO₂, sehingga pengukuran serapan karbon menjadi dasar kebijakan berkelanjutan. Penelitian ini mengukur serapan karbon di Hutan Kota Pulau Bungin menggunakan metode non-destruktif dan merancang handout perubahan iklim berbasis data tersebut dengan model ADDIE, divalidasi ahli materi dan media. Hasil menunjukkan 22 spesies pohon dengan nilai serapan karbon 2,76 ton/ha, terutama dari durian, trembesi, mahoni, gaharu, dan luwingan. Handout dinyatakan sangat valid (skor 3,38) dan layak digunakan untuk pembelajaran biologi SMA guna meningkatkan kesadaran mitigasi lingkungan. Pengelolaan hutan dan penggunaan handout perlu ditingkatkan dan dipantau untuk efektivitas pembelajaran. Penelitian ini mengintegrasikan data ilmiah dengan pembelajaran inovatif sesuai tujuan Kurikulum Merdeka.</i>
Revised:	17 September 2025	Kata Kunci:	<i>Hutan Kota Pulau Bungin, Serapan Karbon, Handout, Perubahan Iklim</i>
Accepted:	28 September 2025		

(*) Corresponding Author: liya.tri1946@student.unri.ac.id¹, sri.wulandari@lecturer.unri.ac.id², darmadi@lecturer.unri.ac.id³

How to Cite: Wahyuni, L., Wulandari, S., & Darmadi, D. (2025). Rancangan Handout Perubahan Iklim Berdasarkan Serapan Karbon Hutan Kota Pulau Bungin Untuk Pembelajaran Biologi Sma. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 11(10.D), 219-226. Retrieved from <https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/11769>

PENDAHULUAN

Pembelajaran saat ini telah menerapkan Kurikulum Merdeka, sebuah inisiatif pemerintah Indonesia yang memberikan kebebasan dan kemandirian kepada peserta didik dalam proses pembelajaran dengan fokus pada konteks yang relevan dan kontekstual. Menurut Badan Standar Kurikulum dan Asesmen Pendidikan (2024), pembelajaran biologi pada fase E di SMA menekankan kemampuan peserta didik untuk memahami dan mengatasi permasalahan yang berkaitan dengan perubahan iklim, serta berperan aktif dalam mencari solusi terhadap isu lokal maupun global (Vica, 2023). Capaian pembelajaran ini sangat penting mengingat perubahan iklim merupakan tantangan lingkungan yang signifikan dan memerlukan respons yang cepat dan tepat dari generasi muda.

Materi perubahan lingkungan, yang meliputi sub materi seperti pencemaran lingkungan, penanganan limbah, dinamika komunitas, dan mitigasi perubahan lingkungan, menjadi bagian penting dalam pembelajaran biologi di SMA (Irnaningtyas & Sagita, 2022). Perubahan iklim sendiri merupakan perubahan signifikan dalam pola cuaca dan suhu yang berdampak luas terhadap ekosistem dan kehidupan manusia, yang terutama disebabkan oleh peningkatan konsentrasi gas rumah kaca seperti karbon dioksida (CO₂) akibat aktivitas manusia (Abdillah et al., 2024). Dalam menghadapi tantangan ini, hutan memiliki peranan vital sebagai penyerap karbon melalui proses fotosintesis dan penyimpanan karbon dalam biomassa, sehingga berkontribusi dalam mitigasi perubahan iklim global (Seymour dan Busch, 2016).

Hutan Kota Pulau Bungin, sebagai salah satu Ruang Terbuka Hijau (RTH) di Kabupaten Kuantan Singingi, memiliki potensi besar dalam menyerap CO₂ dan meningkatkan kualitas lingkungan hidup di sekitarnya (Ance Gusti et al., 2024). Namun, potensi hutan ini sebagai sumber belajar bagi peserta didik di sekolah sekitarnya masih belum dimanfaatkan secara optimal. Padahal, pembelajaran biologi yang kontekstual dengan memanfaatkan sumber belajar lokal dapat meningkatkan pemahaman dan motivasi belajar siswa (Salvina et al., 2022).

Dalam praktiknya, pembelajaran biologi di SMA masih menghadapi kendala, terutama pada faktor konten yang dianggap abstrak dan rumit oleh siswa, sehingga menurunkan minat dan motivasi belajar mereka (Paraniti dan Arjaya, 2024). Oleh karena itu, guru perlu mengembangkan bahan ajar yang inovatif dan menarik, yang dapat menyajikan materi secara lebih fleksibel dan dekat dengan pengalaman siswa. Selain itu, berdasarkan wawancara dengan guru biologi di SMAN 1 Taluk Kuantan, saat ini belum tersedia bahan ajar yang membahas perubahan iklim secara kontekstual dan terintegrasi dengan kondisi lokal, sehingga diperlukan pengembangan bahan ajar tambahan yang menarik dan relevan, seperti *handout*. *Handout* sebagai bahan ajar terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan siswa dalam pembelajaran IPA (Panjaitan et al., 2022). *Handout* ini diharapkan dapat melengkapi materi mitigasi perubahan lingkungan dalam pembelajaran biologi SMA dan membantu siswa memahami peran hutan kota dalam menyerap karbon serta upaya mitigasi perubahan iklim secara nyata.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang *handout* pembelajaran perubahan iklim yang berbasis pada data serapan karbon pohon di Hutan Kota Pulau Bungin sebagai media pembelajaran biologi yang valid dan kontekstual bagi siswa SMA.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2024 hingga April 2025. Metode penelitian terdiri dari dua tahap. Tahap pertama adalah analisis serapan karbon di Hutan Kota Pulau Bungin, yang dilakukan di tiga stasiun pengamatan. Penentuan stasiun menggunakan *purposive sampling* dengan mempertimbangkan tutupan vegetasinya pada area terbuka, semi ternaung, dan ternaung. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah meteran kain, *klinometer*, soil pH meter, *thermohygrometer*, *lux meter*, tali plastik, alat tulis dan kamera digital. Parameter penelitian meliputi jenis-jenis pohon, biomassa pohon, cadangan karbon, serapan karbon, dan faktor lingkungan. Pengumpulan data lapangan menggunakan *belttransect* sepanjang 100 m pada masing-masing stasiun, yang kemudian dibuat plot berukuran 20x20 m sebanyak 5 plot. Penghitungan nilai serapan karbon dilakukan secara *non-destruktif* menggunakan persamaan allometrik, sehingga tidak merusak pohon yang diamati.

Selanjutnya, data dianalisis untuk mengetahui serapan CO₂ dengan menghitung biomassa pohon terlebih dahulu dengan menggunakan persamaan allometrik (Panggabean et al., 2013) sebagai berikut:

$$Y = 0,0509 \times \rho \times DBH^2 \times T$$

Keterangan:

Y= Biomassa (Kg/m³)

P= Berat jenis kayu (gr/cm³ = 0,68 g/cm³)

DBH= Diameter setinggi dada (m)

T= Tinggi tanaman (m)

Jika data semua sudah dijumlahkan, maka akan didapatkan total biomassa per area (kg/satuan luas area) yang selanjutnya dihitung biomassa per hektar dengan menggunakan rumus (Wulandari et al., 2020) sebagai berikut:

$$W = \frac{\sum_{i=1}^n W_{pi}}{A} \times 10.000$$

Keterangan:

- W = Total Biomassa (ton/ha)
 W_{pi} = Biomassa Pohon (ton/ha)
 n = Jumlah Pohon
 A = Luas Area (m²)

Cadangan karbon (C-stock) dihitung dengan menggunakan pendekatan biomassa, karbondioksida yang diserap tanaman melalui proses fotosintesis disimpan dalam bentuk biomassa. Cadangan karbon yang tersimpan dalam bentuk biomassa dapat diketahui dengan mengalikan biomassa dengan fraksi karbon dari biomassa tersebut, yang secara umum sebesar 0,50 (I Wayan Susi, 2010).

$$C = W \times 0,5$$

Keterangan:

- C = Cadangan karbon tersimpan (ton/ha)
 W = Biomassa (ton/ha)
 0,5 = Faktor Konversi

Nilai cadangan karbon yang diperoleh dikalikan dengan 3,67 untuk mengetahui nilai serapan CO₂. Nilai 3,67 adalah konstanta untuk mengkonversi karbon menjadi bentuk CO₂. Kemudian dihitung berdasarkan persamaan (Ilham dan Tjahjaningrum, 2020) sebagai berikut:

$$EC = 3,67 \times C$$

Keterangan:

- EC = serapan karbon tersimpan (Ton/ha)
 3,67 = nilai molekul relatif (MR)
 C = cadangan karbon tersimpan (Ton/ha)

Hasil penelitian pada tahap pertama, akan digunakan untuk perancangan bahan ajar *handout*

perubahan iklim pada tahap kedua. Tahap kedua adalah perancangan *handout* perubahan iklim menggunakan model ADDIE (*Analysis, Design, Development*). Dalam penelitian ini, model ADDIE digunakan hingga tahap analisis, perancangan, dan pengembangan. Validasi *handout* dilakukan oleh dua validator yang merupakan ahli materi dan media untuk memastikan kualitas isi dan penyajian bahan ajar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Lingkungan Hutan Kota Pulau Bungin

Kawasan Hutan Kota Pulau Bungin memiliki luas 1,3 ha. Hutan Kota Pulau Bungin terletak dipinggir sepanjang sungai indragirihilir. Hutan kota ini berbentuk memanjang mengikuti daerah aliran Sungai Indragiri. Suhu rata-rata di kawasan hutan ini adalah 26,3°C dengan kelembaban rata-rata 62%.

Komposisi Jenis Pohon pada Hutan Kota Pulau Bungin

Komposisi adalah susunan suatu tegakan yang mencakup jumlah jenis atau famili serta banyaknya individu dari setiap jenis pohon (Cashter et al., 2016). Famili, Jenis dan jumlah individu yang terdapat pada arboretum Universitas Riau dapat dilihat di Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah famili, jenis, dan individu pohon pada Hutan Kota Pulau Bungin

No	Stasiun	Famili	Spesies	Individu
1	I (Area Terbuka)	7	8	26
2	II (Area Semi Ternaung)	9	12	58
3	III (Area Ternaung)	13	16	90
Jumlah Famili			16	
Jumlah Spesies			22	
Jumlah Individu			174	

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, ditemukan sebanyak 22 spesies pohon yang masuk kedalam 16 famili dengan jumlah individu sebanyak 174 batang. Jumlah famili dan spesies terbanyak terdapat pada stasiun III area ternaung. Komposisi famili di ketiga stasiun terdiri atas *Anacardiaceae*, *Arecaceae*, *Apocynaceae*, *Bombacaceae*, *Clusiaceae*, *Combretaceae*, *Euphorbiaceae*, *Fabaceae*, *Lythraceae*, *Malvaceae*, *Meliaceae*, *Moraceae*, *Rubiaceae*, *Sapotaceae*, *Thymelaeaceae*, dan *Verbenaceae*. Namun hanya famili *Bombacaceae* dan *Fabaceae* yang terdapat pada tiga stasiun. Hal tersebut menunjukkan bahwa, tingkat penyebaran dan adaptasi yang tinggi dari kedua famili tersebut terhadap kondisi fisik lingkungan Hutan Kota Pulau Bungin.

Famili *Bombacaceae* dapat bertahan di hutan dataran rendah maupun hutan bukit dengan curah hujan tinggi, serta mampu menyesuaikan diri dengan tingkat penutupan tajuk yang berbeda, sehingga mendukung kelangsungan hidup dan penyebaran mereka di berbagai habitat hutan (Putri dan Indriyanto, 2021). Anggota famili *Bombacaceae* yang banyak ditemukan pada hutan ini adalah spesies *Durio zibenthinus* atau yang kita kenal dengan pohon durian. Durian tumbuh optimal pada suhu antara 25-32°C dan kelembaban 50-80%, yang merupakan kondisi umum di daerah tropis. Kemampuan ini membuat durian dapat beradaptasi dengan baik di berbagai ketinggian dari dataran rendah hingga sekitar 800 meter di atas permukaan laut (Priyanti, 2012).

Famili *Fabaceae* yang banyak ditemukan di Hutan Kota Pulau Bungin adalah spesies *Samanea saman*. Pohon ini memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi, mampu tumbuh optimal di daerah dengan curah hujan 600–3.000 mm per tahun dan ketinggian 0–300 meter di atas permukaan laut, serta dapat bertahan dan menghadapi cuaca ekstrem seperti musim kering selama 2–4 bulan dengan suhu antara 20°C hingga 38°C (Prabowo, 2022).

Nilai Biomassa Cadangan Karbon, dan Serapan Karbon Pohon pada Hutan Kota Pulau Bungin

Berdasarkan hasil penelitian, masing-masing stasiun memiliki nilai biomassa, cadangan karbon, dan serapan karbon yang berbeda-beda yang dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata Nilai Biomassa, Cadangan Karbon, dan Serapan Karbon Hutan Kota Pulau Bungin

No	Stasiun	Biomassa (ton/ha)	Cadangan Karbon (ton/ha)	Serapan Karbon (ton/ha)
----	---------	-------------------	--------------------------	-------------------------

1	I (Area Terbuka)	0,51	0,25	0,93
2	II (Area Semi Ternaung)	1,16	0,58	2,13
3	III (Area Ternaung)	2,86	1,43	5,24
Rata-rata		1,51	0,75	2,76

Tabel tersebut menunjukkan bahwa stasiun III lebih unggul daripada stasiun I dan II dari segi biomassa, cadangan karbon, dan serapan karbonnya. Nilainya jauh berbeda jika dibandingkan dengan stasiun 1 dan 2. Jenis pohon didominasi oleh tanaman yang efektif dalam menyerap karbon seperti trembesi (*Samanea saman* Merr.), mahoni (*Swietenia mahogani* L.), durian (*Durio zibenthinus* L.), enau (*Arenga pinnata* Merr.) dan luwungan (*Ficus racemosa* L.).

Nilai biomassa berbanding lurus dengan nilai cadangan karbon, hal tersebut dipertegas oleh Irvianty *et al.*, (2023) yang menyatakan bahwa, nilai cadangan karbon sebuah tegakan dapat dilihat dari nilai biomasanya. Nilai biomassa dipengaruhi oleh diameter dan ketinggian pohon yang diukur. Menurut Apriladi Yusri dan Kiswanto (2022:88), perbedaan nilai biomassa disetiap lokasi juga ditentukan oleh diameter pohon, jumlah dan kerapatan pohon, jenis pohon, tajuk dan faktor lingkungan. Faktor lingkungan tersebut seperti besaran suhu, kadar air, kesuburan tanah dan sinar matahari yang tentunya berpengaruh terhadap laju fotosintesis. Meningkatnya biomassa berhubungan erat dengan proses fotosintesis pada tanaman, karena nilai biomassa dan karbon yang bertambah adalah akibat dari tanaman yang menyerap CO₂ dari udara kemudian mengubahnya menjadi senyawa organik hasil fotosintesis untuk melakukan pertumbuhan.

Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (2010:73) menyatakan bahwa, serapan karbon terbagi menjadi 3 kategori, yaitu: kategori tinggi jika total serapan karbon >100 Ton/ha, kategori sedang apabila total serapan karbon 35-100 Ton/ha, dan kategori rendah apabila total serapan karbon <35 Ton/ha. Berdasarkan kategori tersebut, dapat diketahui bahwa nilai serapan karbon di Hutan Kota Pulau Bungin termasuk kategori rendah karena kurang dari 35 ton/ha. Kategori tersebut menunjukkan perlunya restorasi hutan dan kerjasama antar berbagai pihak untuk pengelolaan hutan yang berkelanjutan.

Rancangan Handout Perubahan Iklim

Perancangan *handout* mengacu pada Andryanti *et al.*, (2021) yang kemudian dilakukan beberapa modifikasi. Adapun hasil validasi dari ketiga validator ditampilkan sebagai rerata pada Tabel 3. berikut.

Tabel 3. Hasil Validasi *Handout*

Aspek	Validator Ahli		Skor diperoleh	Rata-rata Skor	Kategori
	Medi a	Mate ri			
Kelayakan Isi	24	15	39	3,54	Sangat valid
Kebahasaan	19	11	30	3,33	Sangat Valid
Kegrafisan	28	-	28	4	Sangat valid

Aspek	Validator Ahli		Skor diperoleh	Rata-rata Skor	Kategori
	Media	Materi			
Sajian/illustrasi	-	8	8	2,67	Valid
Total				13,5	
Rata-rata				4	
				3,38	Sangat Valid

Berdasarkan hasil validasi handout yang dilakukan oleh ahli materi dan ahli media diperoleh rata-rata skor senilai 3,38 dengan kategori sangat valid.

Berdasarkan aspek kelayakan isi, *handout* memiliki rata-rata skor senilai 3,54 dengan kategori sangat valid. Karena materi bahan ajar sudah sesuai dengan capaian dan tujuan pembelajaran, sesuai dengan kebenaran dan substansinya, menambah wawasan peserta didik, uraian materi disajikan dengan jelas dan sistematis, dan diintegrasikan dengan teknologi yang ada (Kemendikbudristek dan BSKAP, 2022).

Berdasarkan hasil penilaian pada aspek kebahasaan, *handout* memiliki rata-rata skor senilai 3,33 yang termasuk dalam kategori sangat valid. Kategori ini diperoleh karena bahasa yang digunakan dalam *handout* mudah dipahami oleh peserta didik, bahasa yang digunakan juga telah sesuai dengan kaedah Ejaan Bahasa Indonesia (EBI) yang baik dan benar, penggunaan kalimat yang efektif serta informasi yang diberikan jelas. Hal tersebut juga didukung oleh Yulia (2021) yang menyatakan bahwa, bahan ajar yang valid yaitu bahan ajar yang memiliki struktur bahasa yang jelas serta mudah dibaca dan dipahami.

Berdasarkan aspek kegrafisan, *handout* memiliki rata-rata skor sebesar 4 dan masuk dalam kategori sangat valid oleh ahli media. Bahan ajar ini sudah memenuhi aspek kegrafisan yaitu dari segi tampilan, cover, jenis huruf dan ukurannya, kesesuaian *layout* atau tata letak, serta kesesuaian warna dan format penyusunannya. Hal ini sesuai dengan Nerita *et al.*, (2018) yang menyatakan bahwa pemilihan warna dan penempatan gambar akan mempengaruhi kelayakan kegrafisan pada sebuah bahan ajar yang dikembangkan.

Dilihat dari aspek sajian/illustrasi, *handout* memperoleh rata-rata skor 2,67 yang masuk dalam kategori valid oleh ahli materi. Kategori tersebut didapat karena *handout* ini sudah menyediakan materi yang sesuai dengan kompetensi yang harus dicapai, memiliki stimulus yang sesuai dengan kegunaannya, materi berdasarkan penelitian yang dilakukan, berisi petunjuk penggunaan, berisi latihan/soal evaluasi, dan daftar pustaka sebagai referensi pendukung. Rozalia *et al.*, (2019) menambahkan bahwa, bahan ajar dianggap valid jika dikembangkan berdasarkan dua elemen utama, yaitu judul dan informasi pendukung. Judul harus mencakup aspek yang berkaitan dengan identitas, sementara informasi pendukung berkaitan dengan kemampuan dan keterampilan penulis dalam menyajikan materi. Hal tersebut diperjelas oleh Sitepu (2012), komponen yang ada dalam bahan ajar meliputi judul, daftar isi, prakata, petunjuk penggunaan, pendahuluan, materi, latihan, dan daftar pustaka. Oleh karena itu hasil validitas aspek sajian berdasarkan penilaian oleh validator, memperoleh rata-rata sebesar 2,67 dengan kategori valid.

Berdasarkan analisis hasil validasi keseluruhan aspek oleh ahli media dan ahli materi, *handout* perubahan iklim memperoleh skor rata-rata 3,38 yang masuk dalam kategori sangat valid. Hal ini menunjukkan bahwa *handout* yang dibuat layak digunakan oleh guru dan siswa dalam proses pembelajaran.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, nilai serapan karbon Hutan Kota Pulau Bungin memiliki rata-rata sebesar 2,76 ton/ha dengan kontribusi besar dari pohon durian (*Durio zibenthinus*), trembesi (*Samanea saman*), mahoni (*Swietenia mahogany*), gaharu (*Aquilaria malaccensis*), dan luwangan (*Ficus racemosa*). Selain itu, handout perubahan iklim yang dikembangkan sebagai suplemen bahan ajar dinyatakan sangat valid dengan skor rata-rata 3,38, sehingga layak digunakan dalam proses pembelajaran. Penanaman kembali dan pengelolaan pada kawasan Hutan Kota Pulau Bungin perlu dilakukan untuk menambah nilai serapan karbon pada hutan tersebut dan perlunya implementasi handout perubahan iklim pada proses pembelajaran di sekolah untuk melihat pengaruh handout dalam proses pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, A. A. M. P., A. V. Rahmawati, dan U. Kamal. 2024. "Perubahan Iklim dan Krisis Lingkungan: Tantangan Hukum dan Peran Masyarakat." *Deposisi: Jurnal Publikasi Ilmu Hukum*. 2, no.2: 364–375. Diambil dari <https://doi.org/10.59581/deposisi.v2i2.3206>
- Ance Gusti, R., Suwondo, dan Nursal. 2024. "Komposisi Jenis Tegakan di Hutan Kota Pulau Bungin Kabupaten Kuantan Singingi Sebagai Rancangan Booklet Materi Keanekaragaman Hayati Kelas X SMA." *Biogenesis*. 20, no 1: 11–27.
- Andryanti, A. E., S. Salam, dan M. S. Husain. 2021. "Perancangan Handout Menggambar Flora Untuk Peserta Didik Kelas VII Smp Negeri 2 Parepare." *Ilmu Pendidikan*. 2, no. 1: 1–15.
- Apriliadi Yusri, A., dan D. Kiswanto. 2022. "Analisis Kemampuan Hutan Kota Sebagai Penyerap Gas Co2 Dan Produksi Gas O2 Di Kota Samarinda." *Jurnal Penelitian ekosistem*. 8, no.2: 84–98. Diambil dari <http://doi.org/10.20886/jped.2022.8.2.83-98>
- Badan Standar Kurikulum dan Asesmen Pendidikan. 2024. "SK BSKAP 032/H/KR/2024 Tentang Capaian Pembelajaran Pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah Pada Kurikulum Merdeka." Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Diambil dari https://kurikulum.kemdikbud.go.id/file/1718471412_manage_file.pdf
- Cashter, F., W. Sri, dan Nursal. 2016. "Composition and Structure of Vegetation in Riau University Arboretum As a Store of Carbon Stock To Develop Module for Environmental Education Courses." *Biogenesis*. 2, no.1: 1–13.
- Dharmawan, I. W. S. 2010. "Pendugaan Biomasa Karbon Di Atas Tanah Pada Tegakan *Rhizophora mucronata* Di Ciasem, Purwakarta." *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 15(no.1): 50–56.
- Irvianty, Z. Siregar, dan C. N. Defira. 2023. "Biomassa, Potensi Cadangan Karbon dan Serapan Karbon Pada Hutan Kota." *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)*. 12, no.2(2): 439–445.
- Kemendikbudristek, dan BSKAP. 2022. "Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 039Tahun 2022 Tentang Penilaian Buku Pendidikan." *Kemendikbudristek*.
- Nasional, B. P. P. 2010. *Rancangan Strategi Nasional REDD+*. Bappenas, Kemenhut, UN-REDD Programme: Jakarta.
- Nedhisa, P. I., dan I. T. Tjahjaningrum. 2020. "Estimasi Biomassa, Stok Karbon dan Sekuestrasi Karbon Mangrove pada *Rhizophora mucronata* di Wonorejo Surabaya dengan Persamaan Allometrik." *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 8(2).
- Nerita, S., Y. S. Hartati, A. Maizeli, dan A. Afza. 2018. "Validitas Handout Berbasis Penemuan Terbimbing Pada Perkuliahan Evaluasi Proses Dan Hasil Belajar Biologi." *Jurnal*

Penelitian Pendidikan IPA. 4, no.2.

- Panggabean, M. L. E., Rahmawaty, dan Riswan. 2013. "Pendugaan Cadangan Karbon Above Ground Biomass (AGB) pada Tegakan Hutan Alam di Kabupaten Langkat (The Estimate of Carbon Stocks Above Ground Biomass (AGB) of Natural Forest Stands in Langkat District)." *Peronema Forestry Science Journal*. 2(1): 39–46.
- Panjaitan, R., D. Dharmono, dan S. Suyidno. 2022. The Effectiveness of Science Handouts Based on Critical Thinking Skills on the Diversity of Living Things. *Science Education Journal*. 6, No. 2: 65–77.
- Paraniti, A. A. I., dan I. B. A. Arjaya. 2024. "Permasalahan Proses Pembelajaran Biologi Sma Di Tingkat Nasional Dan Internasional: Kajian Literatur Sistematis." *Progres Pendidikan*. 2, no. 3: 183–190.
- Prabowo, M. P. 2022. Pohon Trembesi: Klasifikasi, Ciri-ciri dan Manfaat Trembesi. Diambil 9 April 2025, dari <https://lindungihutan.com/blog/pohon-trembesi/>
- Priyanti. 2012. "KEANEKARAGAMAN TUMBUHAN *Durio* spp. MENURUT PERSPEKTIF LOKAL MASYARAKAT DAYAK." *Widya*. 29(319): 45–52. Diambil dari <https://www.neliti.com/publications/218678/keanekaragaman-tumbuhan-durio-spp-menurut-perspektif-lokal-masyarakat-dayak#cite>
- Putri, S. M., dan Indriyanto. 2021. "Plant Diversity of Bengkunt Protection Forest Vegetation in Resort III FMU (Forest Management Unit) 1 Pesisir Barat Sesilia." *Jurnal Hutan Tropis*. 9, no. 1: 212–221.
- Rozalia, A., K. Kasrina, dan I. Ansori. 2019. "Pengembangan Handout Biologi Materi Keanekaragaman Hayati Untuk Sma Kelas X." *Diklabio: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Biologi*. 2, no.2: 44–51.
- Salvina, Lufri, dan Zulyusri. 2022. "Penggunaan Pendekatan Kontekstual Berbasis Lesson Study pada Pembelajaran Biologi untk Meningkatkan Aktivitas dan Kompetensi Belajar Siswa di Kelas VIII.3 MTsN Lubuk Buaya Padang." *Jurnal Pendidikan*. 2, no. 1: 1–10.
- Seymour, F., dan J. Busch. 2016. "*Why Forests? Why Now?: The Science, Economics, and Politics of Tropical Forests and Climate Change.*" *Center for Global Development*.
- Sitepu. 2012. *Penulisan Buku Teks Pelajaran*. PT Remaja Rosdakarya: Jawa Barat.
- Vica, A. 2023. "*Implementasi Pelaksanaan Pembelajaran Biologi pada Kurikulum Merdeka untuk Siswa Kelas X di SMA Argopuro Panti Jember Tahun Pelajaran 2022/2023.*" Skripsi. Program Studi Tadris Biologi Universitas Islam Negeri Kiai Haji Achmad Siddiq Jember.
- Wulandari, S., Suwondo, Firdaus, dan Nursal. 2020. "Arboretum as Carbon Stock and Carbon dioxide Uptake to Support the Realization of Green Campus at Riau University." *International Journal of Ecophysiology*. 2, no.1: 11–17.
- Yulia, Y. 2021. "Validitas Bahan Ajar Berbasis Riset Pada Materi Sistem Reproduksi SMA/MA." *Horizon*. 1, no. 1: 195–203.