



Sosialisasi *Carbon Offset* Berbasis *Inquiry-Based Learning* (IBL) untuk Meningkatkan Literasi Pohon pada Siswa SMK

Arum Sanjayanti¹, Mashudi Alamsyah², Maya Fadhillah³, Saring⁴

^{1,2,3} Pendidikan Biologi, Universitas Indraprasta PGRI

⁴ Pendidikan Sejarah, Universitas Indraprasta PGRI

¹arumsanja08@gmail.com, ²mashudi.alamsyah@gmail.com ³mayafadhillah04@gmail.com, ⁴saring.ariyanto2009@gmail.com

Abstrak

Perubahan iklim merupakan tantangan global yang memerlukan langkah konkret untuk mengurangi emisi karbon. Salah satu strategi yang dapat dilakukan adalah *carbon offset* melalui penanaman pohon, yang melibatkan partisipasi aktif masyarakat. Pohon memiliki peran penting sebagai penyerap karbon dioksida, namun literasi siswa terkait fungsi ekologis pohon masih rendah. Literasi pohon menjadi kompetensi penting agar generasi muda memahami peran pohon dalam penyerapan karbon dioksida (CO₂). Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan literasi pohon siswa khususnya terkait jenis pohon penyerap karbon, fungsi ekologis, dan manfaatnya bagi lingkungan di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). Kegiatan ini menggunakan penerapan metode *Inquiry-Based Learning* (IBL) dengan pendekatan *participatory learning* yang melibatkan siswa kelas X di SMK di Jakarta. Instrumen penelitian berupa lembar observasi dan angket yang diukur dengan skala *Likert* yang bertujuan untuk mendapatkan data kepuasan dan pemahaman literasi pohon. Penerapan tahapan *Inquiry-Based Learning* (IBL) dimulai dari merumuskan pertanyaan kritis, merencanakan penyelidikan, mengumpulkan, menganalisis, dan menyimpulkan data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman dan literasi pohon mengenai konsep *carbon offset* dalam mitigasi perubahan iklim. Hasil tersebut korelasi dengan tingkat kepuasan tinggi setelah mendapatkan sosialisasi *carbon offset* pada kategori “sangat puas” dan peningkatan signifikan dalam pemahaman literasi pohon pada siswa SMK, hal ini menumbuhkan kesadaran dan motivasi siswa untuk berkontribusi dalam menjaga kelestarian lingkungan juga menstimulasi keterampilan berpikir kritis, kemampuan analisis data, dan refleksi ilmiah, sehingga literasi ekologis siswa meningkat secara signifikan.

Kata kunci: *Carbon offset*, literasi pohon, *Inquiry-Based Learning*, siswa SMK

PENDAHULUAN

Perubahan iklim merupakan isu global yang semakin mendesak untuk diatasi karena berdampak luas terhadap ekosistem, kesehatan, dan keberlanjutan kehidupan manusia. Salah satu penyebab utama perubahan iklim adalah meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca, terutama karbon dioksida (CO₂), yang dihasilkan dari aktivitas manusia seperti pembakaran bahan bakar fosil, deforestasi, dan degradasi lingkungan (IPCC, 2023). Sektor transportasi, industri, dan kegiatan berbasis energi fosil berkontribusi besar terhadap emisi karbon, sehingga diperlukan strategi mitigasi yang efektif untuk mengurangi dampak perubahan iklim (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan [KLHK], 2022). Upaya mitigasi perubahan iklim dapat dilakukan melalui berbagai strategi. Salah satunya adalah *carbon offset*, hal ini merupakan kompensasi emisi karbon yang dihasilkan dengan kegiatan penyerapan karbon, seperti penanaman pohon dan konservasi hutan (UNFCCC, 2022). Diketahui bahwa, *carbon offset* merupakan mekanisme kompensasi emisi karbon yang dihasilkan dari berbagai aktivitas manusia, seperti transportasi, industri, dan penggunaan energi berbasis fosil, dengan melakukan tindakan yang dapat menyerap atau mengurangi jumlah CO₂ di atmosfer. Kegiatan ini dapat berupa penanaman pohon, rehabilitasi lahan kritis, konservasi hutan, restorasi ekosistem mangrove, hingga penerapan teknologi penangkapan dan penyimpanan karbon (*carbon capture and storage*). Selain memberikan manfaat mitigasi iklim, program *carbon offset* juga memiliki dampak positif ganda (*co-benefits*), seperti meningkatkan kualitas udara, menjaga keanekaragaman hayati, mengurangi risiko banjir dan erosi, serta memberikan nilai ekonomi bagi masyarakat melalui hasil hutan bukan kayu. Dengan demikian, *carbon offset* bukan hanya sekadar kompensasi emisi, tetapi juga merupakan investasi jangka panjang untuk kelestarian lingkungan dan kesejahteraan manusia.

Pohon memiliki peran penting sebagai penyerap karbon melalui proses fotosintesis, sehingga dapat mengurangi kadar CO₂ di udara. Produktivitas pohon yang tinggi akan mendukung melimpahnya jumlah karbon dan membantu memperlambat laju perubahan iklim (Jenerette & Herrmann, 2024). Namun, kesadaran masyarakat, khususnya generasi muda, tentang pentingnya pohon sebagai penyerap karbon masih perlu ditingkatkan. Hal ini disebabkan oleh minimnya literasi lingkungan yang mencakup pengetahuan, keterampilan, dan sikap peduli terhadap isu-isu ekologi, termasuk literasi pohon (Kurniati et al. 2021). Diketahui bahwa, pohon memiliki peran penting dalam proses penyerapan karbon melalui mekanisme fotosintesis. Setiap jenis pohon memiliki kemampuan berbeda dalam menyerap CO₂ tergantung pada spesies, usia, dan kondisi lingkungannya seperti pohon trembesi, mahoni, beringin, jati, pinus dan mangrove (Fajarani et al., 2020; Indriani et al., 2021).

Di lingkungan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), literasi pohon tidak hanya relevan secara ekologis, tetapi juga memiliki keterkaitan dengan keterampilan vokasional, khususnya pada bidang otomotif yang erat dengan isu emisi kendaraan bermotor. Pemahaman siswa mengenai keterkaitan antara emisi karbon dan pohon sebagai penyerap karbon dapat meningkatkan kesadaran lingkungan sekaligus membentuk perilaku ramah lingkungan (Utami et al., 2023). Oleh karena itu, literasi pohon tentang jenis, fungsi, dan manfaat pohon menjadi penting untuk dimiliki oleh generasi muda, termasuk siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). Literasi pohon tidak hanya meningkatkan kesadaran lingkungan, tetapi juga mendorong partisipasi aktif dalam kegiatan mitigasi perubahan iklim di tingkat lokal (Sukmawati & Prasetyo, 2020).

Salah satu pendekatan yang efektif untuk meningkatkan literasi lingkungan pada siswa adalah melalui *Inquiry-Based Learning* (IBL), yang menekankan pada proses penyelidikan, pengumpulan data, dan analisis untuk menjawab pertanyaan atau memecahkan masalah. Pendekatan ini menempatkan siswa sebagai pusat pembelajaran, mendorong mereka untuk aktif bertanya, mengobservasi fenomena, serta merumuskan hipotesis sebelum menarik kesimpulan, sehingga keterlibatan kognitif dan metakognitif mereka meningkat secara signifikan. Lebih lanjut, dengan menempatkan “pertanyaan autentik” sebagai pemicu, IBL mendorong siswa membangun pengetahuan melalui siklus inkuiri yang sistematis, sehingga tidak hanya memahami konsep, tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (*higher-order thinking*) dan literasi ilmiah. Bukti terkini menunjukkan bahwa *Inquiry-Based Learning* (IBL) efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa/siswa dalam sains; meta-analisis terbaru mencatat efek positif yang konsisten ketika inkuiri didesain dengan baik oleh guru (Antonio & Prudente, 2024; Strat et al., 2024; Arifin et al., 2025). Beberapa peneliti menemukan manfaat IBL antara lain; (a) Meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (*critical thinking & problem solving*). Meta-analisis dan tinjauan sistematis menemukan efek sedang-besar pada pengembangan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah pada berbagai jenjang pendidikan ketika IBL diterapkan dengan fasilitasi yang tepat; (b) Meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan minat belajar siswa. Banyak studi melaporkan peningkatan motivasi dan proyek siswa; (c) Memperbaiki hasil pembelajaran konseptual bila diberi struktur/guidance yang sesuai. Hasil akademik (pemahaman konseptual) meningkat lebih konsisten pada model IBL yang dipadu instruksi terarah (*guided inquiry*) dibandingkan *open inquiry* penuh (Jong et al., 2023; Soomro et al., 2025; Chen & Chen, 2025).

Namun, terdapat masalah utama yang muncul berulang tantangan/hambatan menurut para ahli terkait *Inquiry-Based Learning* (IBL) : (a) keterbatasan kompetensi dan kepercayaan guru, (b) tekanan kurikulum & keterbatasan waktu/asesmen berbasis standar, (c) keterbatasan sumber daya & teknologi, (d) kesiapan siswa (*skill & kebiasaan belajar*), dan (e) hambatan tingkat sistem (kepemimpinan sekolah, kebijakan, skala implementasi) (Ogebo et al., 2024; Sam, 2024). Hal demikian, bisa diberikan solusi untuk menghadapinya sebagai berikut; (a) pelatihan guru yang intensif dan *coaching in-class* (*modeling & co-teaching*), (b) menggunakan *scaffolding* dan variasi tingkat guidance dengan menerapkan level IBL: *structured* → *guided* → *open inquiry* sesuai kesiapan siswa serta mengurangi beban kognitif pelajaran, hal ini membantu menjaga hasil sambil tetap menumbuhkan kemandirian, (c) memanfaatkan teknologi & *learning analytics* (LA) secara terarah, (d) mengalokasikan waktu dan mengintegrasikan aktivitas inkuiri ke dalam tujuan kurikulum (bukan aktivitas “tambahan”), (e) Bangun komunitas praktik inkuiri & sharing materi siap-pakai. Pada platform berbagi *lesson plan* IBL, rubrik, dan contoh asesmen akan mengurangi hambatan, melakukan *peer observation* dan PLC (*professional learning community*) untuk meningkatkan keberlanjutan (Jong et al., 2023; Zohar, 2023; Ogebo et al., 2024; Chen & Chen, 2025).

Pada topik literasi lingkungan *Inquiry-Based Learning* (IBL) memungkinkan siswa untuk secara langsung mengeksplorasi isu-isu nyata, seperti mitigasi perubahan iklim, penyerapan karbon oleh pohon, masalah lingkungan atau konservasi ekosistem lokal, sehingga pemahaman konsep tidak hanya bersifat teoretis tetapi juga aplikatif. Selain itu, pendekatan ini juga terbukti meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan keterampilan ilmiah siswa, termasuk pengamatan, pengukuran, analisis data, dan refleksi atas hasil eksperimen atau penelitian lapangan mereka (Baptista et al., 2025). Dengan demikian, *Inquiry-Based Learning* (IBL) bukan hanya strategi pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan literasi lingkungan, tetapi juga membentuk siswa menjadi individu yang mampu mengambil keputusan berbasis bukti serta memiliki kesadaran dan tanggung jawab terhadap pelestarian lingkungan.

Kegiatan sosialisasi *carbon offset*, *Inquiry-Based Learning* (IBL) dapat menjadi sarana pembelajaran yang menghubungkan pengetahuan ilmiah dengan aksi nyata, misalnya melalui kegiatan identifikasi pohon penyerap karbon di lingkungan sekolah atau sekitar tempat tinggal siswa. Dengan demikian, sosialisasi *carbon offset* berbasis IBL tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep penyerapan karbon, tetapi juga mengajak mereka untuk terlibat langsung dalam kegiatan yang berdampak positif terhadap lingkungan. Melalui program ini, diharapkan literasi pohon siswa SMK meningkat, kesadaran ekologis terbentuk, dan mereka mampu menjadi agen perubahan dalam upaya mitigasi perubahan iklim.

METODE

Metode yang diterapkan dalam kegiatan ini adalah *Inquiry-Based Learning* (IBL) oleh Arifin et al., (2025) dengan pendekatan *participatory learning* (Lundy, 2022) yang dilakukan di kelas X di SMK Jakarta. Model ini dipilih karena mampu memosisikan siswa sebagai subjek aktif dalam pembelajaran, di mana mereka tidak hanya menerima informasi, tetapi juga terlibat langsung dalam proses penyelidikan, pengumpulan data, dan analisis terkait topik *carbon offset*. Melalui kombinasi IBL dan *participatory learning*, kegiatan sosialisasi ini diharapkan dapat meningkatkan literasi pohon siswa secara bermakna, memperkuat keterampilan berpikir kritis, serta menumbuhkan kesadaran lingkungan yang aplikatif di kehidupan sehari-hari. Instrumen penelitian berupa lembar observasi dan angket yang diukur dengan skala *Likert* yang bertujuan untuk mendapatkan data kepuasan dan pemahaman literasi pohon setelah sosialisasi *carbon offset* berbasis *Inquiry-Based Learning* (IBL). Pada kegiatan sosialisasi *carbon offset* berbasis IBL, penerapan metode ini dirancang melalui lima tahapan utama sebagai berikut:

- a. Merumuskan pertanyaan, tahap awal diawali dengan pemantik diskusi mengenai isu perubahan iklim dan peran pohon dalam menyerap karbon dioksida. Siswa diajak mengajukan pertanyaan kritis.
- b. Merencanakan penyelidikan bersama fasilitator, siswa menyusun rencana untuk menjawab pertanyaan tersebut dengan menentukan lokasi pengamatan (area sekolah atau lingkungan sekitar) dan menentukan jenis data yang akan dikumpulkan (spesies pohon).
- c. Mengumpulkan data, siswa melakukan pengamatan langsung di lapangan dengan (mengidentifikasi spesies pohon penyerap karbon berdasarkan ciri morfologi).
- d. Menganalisis, data pengamatan langsung yang terkumpul dianalisis bersama kelompok pohon penyerap karbon.
- e. Menyimpulkan, berdasarkan hasil analisis, siswa menarik kesimpulan tentang: spesies pohon yang memiliki daya serap karbon tertinggi di lingkungan sekolah, pentingnya menanam dan memelihara pohon untuk mitigasi perubahan iklim.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Program Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) dilaksanakan di kelas X di SMK Jakarta dihadiri oleh kepala sekolah dan guru serta tim PKM abdimas yang bertujuan untuk meningkatkan literasi pohon siswa khususnya terkait jenis pohon penyerap karbon, fungsi ekologis, dan manfaatnya bagi lingkungan secara berkelanjutan. Berikut hasil dan pembahasan rincian kegiatan sosialisasi carbon offset berbasis *Inquiry Based Learning* (IBL) yang dirancang mengikuti lima tahapan utama (Pedaste et al., 2015) sebagai berikut;

a. **Merumuskan Pertanyaan (*Orientation & Questioning*)**

Pada tahap awal, siswa diperkenalkan dengan konsep *carbon offset*, dampak emisi karbon terhadap perubahan iklim, serta peran pohon sebagai penyerap karbon. Tujuannya membangkitkan rasa ingin tahu siswa mengenai isu perubahan iklim dan peran pohon dalam penyerapan karbon. Hasilnya, siswa mampu merumuskan pertanyaan yang relevan dengan topik, dengan menunjukkan adanya rasa ingin tahu yang tinggi terhadap isu lingkungan.



Gambar 1.
Siswa Merumuskan Pertanyaan

b. **Merencanakan Penyelidikan (*Conceptualization / Planning*)**

Berdasarkan pertanyaan yang muncul, siswa bersama tim PKM menyusun rencana penyelidikan, meliputi: penentuan lokasi observasi (halaman sekolah dan area sekitar), jenis data yang dikumpulkan (spesies pohon). Tahap ini juga membagi siswa menjadi beberapa kelompok kecil agar proses investigasi lebih efektif. Hasil perencanaan pembahasan ini menunjukkan bahwa kolaborasi antarsiswa berjalan baik dan siswa mampu membagi peran secara merata.



Gambar 2
Merencanakan penyelidikan

c. Mengumpulkan data (*Investigation*)

Siswa mengumpulkan data, melakukan pengamatan langsung di lapangan dengan (mengidentifikasi spesies pohon berdasarkan ciri morfologi). Data yang dikumpulkan mencakup 7 spesies pohon yang ada di lingkungan sekolah dan sekitar rumah. Pengamatan lapangan berjalan kondusif, meskipun sebagian siswa memerlukan pendampingan untuk mengidentifikasi spesies dengan ciri morfologi yang mirip. Berikut pohon yang ditemukan ditampilkan pada tabel 1:

Spesies (Famili)	Nama ilmiah	Manfaat ringkas	Usia (indikatif)	Kondisi lingkungan & catatan budidaya
Angsana (Fabaceae)	<i>Pterocarpus indicus</i>	Peneduh bertajuk lebar; kayu keras untuk mebel/kerajinan; beragam pemanfaatan bagian tumbuhan.	Berumur panjang; pohon besar ($\pm 15-40$ m)	Pohon besar dengan mahkota luas; umum ditanam sebagai peneduh tepi jalan/taman kota.
Trembesi (Fabaceae)	<i>Samanea saman</i>	Peneduh (tajuk payung sangat lebar); daun dapat dimanfaatkan pakan; kayu guna ringan.	Tumbuh cepat; mencapai ± 25 m	Cocok ruang terbuka/lahan luas karena tajuk melebar; populer sebagai peneduh jalan/taman.
Ketapang (Combretaceae)	<i>Terminalia catappa</i>	Peneduh; pewarna alami (tanin); kayu bangunan tradisional; daun untuk menetralkan pH air (akuakultur).	Berumur panjang; tinggi dapat ± 35 m	Adaptif; optimal pesisir & hingga ~ 400 mdpl; curah hujan 1.000–3.500 mm/tahun; gugur daun musiman.
Mahoni (Meliaceae)	<i>Swietenia macrophylla</i>	Kayu bernilai (viniir, mebel, kerajinan); buah/ekstrak sebagai pestisida nabati; kulit batang pewarna.	Berumur panjang; pohon besar	Toleran iklim tropis; sering ditanam sebagai pelindung/peneduh di tepi jalan.
Tabebuaya (Bignoniaceae)	<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	Penghijauan/peneduh; estetika kota; daun dimanfaatkan secara tradisional; membantu pereduksi polusi perkotaan.	Mulai berbunga ± 8 bulan–1,5 tahun setelah tanam; pohon sedang ($\pm 5-15$ m, dapat lebih)	Tahan kering & lembap; cocok iklim tropis–subtropis; musim berbunga umumnya kemarau.

d. Mengolah dan menganalisis hasil penyelidikan.

Siswa mengolah data, membandingkan hasil antar jenis pohon, dan mempresentasikan temuan di kelas. Hasil menunjukkan bahwa pohon berdiameter lebih besar memiliki daya serap karbon yang lebih tinggi. Beberapa kelompok juga mengidentifikasi bahwa lokasi tumbuh memengaruhi kesehatan pohon dan potensi serapan. Diskusi ini memperkuat pemahaman siswa bahwa variabel biologis (jenis, usia, diameter) dan lingkungan (kondisi tanah, ketersediaan air) memengaruhi daya serap CO₂ (Dinas Pertamanan dan Hutan Kota DKI Jakarta, 2023).

e. Menyimpulkan

Berdasarkan hasil analisis, siswa menarik kesimpulan tentang: jenis pohon yang memiliki daya serap karbon tertinggi di lingkungan sekolah dan rumah siswa yaitu pohon trembesi, angkana, ketapang, tabebuya, dan mahoni. Hasil kesimpulan tersebut sejalan dengan penelitian pohon Trembesi yang berusia 6 tahun dapat menyerap hingga 314,28 ton karbon per hektar; daun pohon Ketapang dapat menyerap CO₂ hingga 0,511 gram per daun per jam, sehingga menjadikannya salah satu spesies dengan kapasitas serapan CO₂ per daun tertinggi; pohon Angkana masih muda dalam menyerap CO₂ sebagai bagian dari upaya mitigasi perubahan iklim (Vauzia et al., 2023). Pentingnya menanam dan memelihara pohon untuk mitigasi perubahan iklim selain penyerap karbon dan menjaga keanekaragaman hayati spesies flora dan fauna.

Berdasarkan hasil survei setelah sosialisasi *carbon offset* berbasis *Inquiry-Based Learning* (IBL) terkait kepuasan literasi pohon pada siswa SMK ditunjukkan tabel dibawah ini sebagai berikut;

Tabel 1: Hasil survei kepuasan siswa setelah sosialisasi *carbon offset* berbasis *Inquiry-Based Learning* (IBL)

No	Indikator Kepuasan	Rata-rata Skor	Kategori
1	Kesesuaian materi dengan kebutuhan	3,80	Sangat Puas
2	Kejelasan metode IBL	3,73	Sangat Puas
3	Kemampuan fasilitator menyampaikan materi	3,87	Sangat Puas
4	Kualitas media pembelajaran	3,75	Sangat Puas
Rata-rata Total	3,79	Sangat Puas	

Berdasarkan hasil survei setelah sosialisasi *carbon offset* berbasis *Inquiry-Based Learning* (IBL), tingkat kepuasan siswa SMK terhadap kegiatan ini tergolong sangat tinggi. Data yang ditunjukkan pada tabel di atas menunjukkan bahwa keempat indikator yang diukur memperoleh skor rata-rata di atas 3,7 kategori “sangat puas”. *Inquiry-Based Learning* efektif dalam meningkatkan pemahaman dan kesadaran peserta mengenai perubahan iklim dan pentingnya tindakan mitigasi. Melalui *Inquiry-Based Learning* (IBL), peserta didorong untuk mengajukan pertanyaan, merumuskan hipotesis, dan melakukan penelitian untuk memahami fenomena perubahan iklim secara mendalam. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan pemahaman konseptual tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan analitis peserta.

Selain itu, penelitian menunjukkan bahwa pendidikan yang berbasis pada pemahaman ilmiah seperti IBL, dapat meningkatkan efisiensi emisi karbon di perkotaan. Hal ini, disebabkan oleh peningkatan kesadaran masyarakat terhadap alternatif rendah karbon dan kemampuan untuk mengonversi pengetahuan teoretis menjadi praktik sehari-hari (Zion, 2023).

Secara lengkap, indikator kesesuaian materi dengan kebutuhan memperoleh skor rata-rata 3,80, menunjukkan bahwa materi yang disampaikan relevan dengan kebutuhan dan pengetahuan awal siswa. Indikator kejernihan metode IBL mendapatkan skor rata-rata 3,73, mengindikasikan bahwa proses pembelajaran interaktif ini mudah dipahami dan dijalankan oleh peserta (Ekantini & Damayanti, 2021). Sementara itu, kemampuan fasilitator dalam menyampaikan materi memperoleh skor tertinggi, yaitu 3,87, menegaskan bahwa pengelolaan kegiatan dan komunikasi instruktur efektif dalam mendukung pemahaman siswa. Terakhir, kualitas media pembelajaran mendapatkan skor rata-rata 3,75, yang menunjukkan bahwa media yang digunakan mendukung pemahaman konsep *carbon offset* secara visual dan praktis (Virginia Department of Education, 2020). Secara keseluruhan, rata-rata total kepuasan siswa mencapai 3,79, masuk dalam kategori sangat puas, yang menandakan bahwa kegiatan sosialisasi ini tidak hanya informatif tetapi juga interaktif, menarik, dan mudah diterima oleh siswa. Hasil ini menunjukkan bahwa pendekatan IBL efektif dalam meningkatkan literasi pohon dan pemahaman terkait *carbon offset* pada peserta didik (Zion, 2023; Ekantini & Damayanti, 2021). Pendekatan IBL juga menstimulasi keterampilan berpikir kritis, kemampuan analisis data, dan refleksi ilmiah, sehingga literasi ekologis siswa meningkat secara signifikan. Pada keterlibatan aktif ini, siswa lebih mampu mengaitkan konsep teori dengan praktik nyata di lapangan, memahami pentingnya menanam dan memelihara pohon, serta menyadari peran individu dalam strategi mitigasi karbon. Temuan ini sejalan dengan studi sebelumnya yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis inquiry meningkatkan pemahaman ekologis dan perilaku pro-lingkungan pada siswa sehingga memperoleh pemahaman konsep biologi dasar lebih baik (Zuhaida & Mubtasyiroh, 2022).

Berdasarkan hasil survei setelah sosialisasi *carbon offset* berbasis *Inquiry-Based Learning* (IBL) terkait pemahaman literasi pohon pada siswa SMK ditunjukkan tabel dibawah ini sebagai berikut;

Tabel 2. Hasil pemahaman literasi pohon siswa SMK setelah sosialisasi *carbon offset* berbasis IBL

Aspek Literasi Pohon	Indikator Penilaian	Skor Rata-Rata (Skala 1–100)	Keterangan
Pengetahuan Pohon	Memahami ciri-ciri morfologi pohon	78,5	Cukup baik, beberapa siswa perlu pendalaman lagi
Manfaat Pohon	Mengetahui fungsi ekologis dan sosial pohon	82,3	Baik, banyak siswa memahami manfaat ekologis dan sosial
Identifikasi spesies Pohon	Kemampuan mengenali dan mengklasifikasi jenis pohon	75,4	Perlu latihan lebih pada pengenalan spesies lokal yang mirip
Kepedulian Pelestarian	Sikap dan niat menjaga serta menanam pohon	85,7	Sangat baik, menunjukkan kesadaran tinggi

Berdasarkan hasil survei pasca sosialisasi program *carbon offset* yang diterapkan melalui pendekatan *Inquiry-Based Learning* (IBL), ditemukan peningkatan signifikan dalam pemahaman literasi pohon pada siswa SMK terhadap berbagai aspek lingkungan hidup. Skor tertinggi dicapai pada aspek kepedulian terhadap pelestarian pohon, dengan nilai 85,7, menunjukkan bahwa metode IBL efektif dalam menumbuhkan kesadaran dan motivasi siswa untuk berkontribusi dalam menjaga kelestarian lingkungan. Selanjutnya, pengetahuan siswa mengenai ciri-ciri morfologi pohon dan manfaat ekologisnya juga menunjukkan hasil yang baik, masing-masing dengan skor 78,5 dan 82,3. Hal ini memperkuat fondasi pemahaman siswa terhadap pentingnya pohon dalam mitigasi perubahan iklim. Namun, terdapat aspek yang masih perlu perhatian lebih lanjut, yaitu identifikasi spesies pohon yang memperoleh skor 75,4. Angka ini mengindikasikan bahwa meskipun pemahaman konseptual telah tercapai, keterampilan praktis dalam mengenali spesies pohon masih perlu ditingkatkan. Hal ini sejalan dengan temuan sebelumnya yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis inkuiri dapat meningkatkan pemahaman konseptual siswa, namun diperlukan pendampingan lebih lanjut untuk mengembangkan keterampilan praktis mereka dalam konteks lingkungan (Sleutel et al., 2023; Faisal et al., 2024). Secara keseluruhan, penerapan metode IBL dalam sosialisasi *carbon offset* telah berhasil mengintegrasikan pengetahuan konseptual dan keterampilan praktis, sekaligus meningkatkan sikap positif siswa terhadap pelestarian pohon. Hal ini sesuai dengan tujuan abdimas untuk memberdayakan siswa menjadi agen perubahan dalam mitigasi perubahan iklim melalui edukasi yang bermakna dan kontekstual. Penting untuk terus melakukan evaluasi dan pendampingan agar siswa tidak hanya memahami konsep, tetapi juga mampu menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari, khususnya dalam upaya pelestarian lingkungan (Sleutel et al., 2023).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Tim PKM Universitas Indraprasta PGRI terkait sosialisasi *carbon offset* berbasis *Inquiry-Based Learning* (IBL) untuk meningkatkan literasi pohon pada siswa SMK dapat disimpulkan bahwa penerapan metode IBL yang terdiri dari tahap merumuskan pertanyaan kritis, merencanakan penyelidikan, mengumpulkan, menganalisis, dan menyimpulkan data terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman dan literasi pohon mengenai konsep *carbon offset* dalam mitigasi perubahan iklim. Siswa mampu mengikuti setiap tahapan *inquiry-based learning* (IBL) dengan baik terbukti mereka mampu mengidentifikasi spesies pohon penyerap karbon di lingkungan sekolah dan rumah di Jakarta yaitu pohon trembesi, angkana, ketapang, tabebuaya, dan mahoni berdasarkan bimbingan tim PKM aspek ini perlu diperhatikan dengan benar sebab pembelajaran berbasis inkuiri dapat meningkatkan pemahaman konseptual siswa, namun diperlukan pendampingan lebih lanjut untuk mengembangkan keterampilan praktis mereka dalam konteks lingkungan. Hasil tersebut korelasi dengan tingkat kepuasan tinggi setelah mendapatkan sosialisasi *carbon offset* pada kategori “sangat puas” dan peningkatan signifikan dalam pemahaman literasi pohon pada siswa SMK, hal ini menumbuhkan kesadaran dan motivasi siswa untuk berkontribusi dalam menjaga kelestarian lingkungan juga menstimulasi keterampilan berpikir kritis, kemampuan analisis data, dan refleksi ilmiah, sehingga literasi ekologis siswa meningkat secara signifikan. Rekomendasi penelitian selanjutnya penggunaan metode *Inquiry-Based Learning* (IBL) dalam sosialisasi *carbon offset* dapat dikembangkan lebih lanjut dengan dukungan media pembelajaran yang lebih interaktif serta peningkatan sarana dan prasarana pengukuran di lapangan untuk hasil yang lebih optimal. Refleksi dan aksi nyata yang dirancang siswa, seperti pembuatan poster ilmiah kampanye lingkungan dan rencana penanaman pohon penyerap karbon, menunjukkan bahwa metode ini tidak hanya meningkatkan pengetahuan, tetapi juga memotivasi tindakan konkret dalam pelestarian lingkungan

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim PKM menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Indraprasta PGRI atas dukungan dan kepercayaannya melalui bantuan dana hibah penelitian (DIPA UNINDRA) yang diberikan. Dukungan ini menjadi fondasi penting bagi kelancaran dan keberhasilan penelitian kami yang berjudul “*Sosialisasi Carbon Offset Berbasis Inquiry-Based Learning (IBL) untuk Meningkatkan Literasi Pohon pada Siswa SMK*”. Lebih lanjut, dengan segala dukungan yang diberikan, kami berharap hasil penelitian ini dapat menjadi acuan bagi pengembangan program pendidikan lingkungan yang inovatif di SMK, serta memberi kontribusi nyata dalam peningkatan literasi pohon dan kesadaran akan pentingnya mitigasi perubahan iklim. Sekali lagi, ucapan terima kasih yang tulus kami sampaikan kepada Universitas Indraprasta PGRI atas kepercayaan, dukungan, dan komitmennya terhadap pengembangan ilmu pengetahuan dan pendidikan yang bermanfaat bagi masyarakat luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Antonio, R. P., & Prudente, M. S. (2024). Effects of Inquiry-Based Approaches on Students' Higher-Order Thinking Skills in Science: A Meta-Analysis. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 12(1), 251-281.
- Arifin, Z., Saputro, S., & Kamari, A. (2025). The effect of inquiry-based learning on students' critical thinking skills in science education: A systematic review and meta-analysis. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(3)
- Baptista, M., Pinho, A. S., & Alves, A. R. (2025). Students' Learning for Action Through Inquiry-Based Science Education on a Local Environmental Problem. *Sustainability*, 17(9), 3907.
- Chen, F., & Chen, G. (2025). Learning analytics in inquiry-based learning: a systematic review. *Educational technology research and development*, 1-31.
- Dinas Pertamanan dan Hutan Kota DKI Jakarta. (2023). *Data spesies pohon penyerap karbon di Jakarta Selatan*. Jakarta: Distamhut/FLONA Dki
- Ekantini, A., & Damayanti, I. (2021). *Inquiry-Based Environmental Literacy to Improve Environmental Care Character*. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 12(1), 45-58.
- Faisal, R. A. A., Lisdiana, H., & Astuti, T. N. (2024). Pengembangan e-Modul Hidrokarbon Berbasis Inquiry Based Learning untuk Meningkatkan Pemahaman Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan*, 25(2), 155-165.
- Fajariani, W., Hendra, M., & Susanto, D. (2020). Estimation of above ground carbon sequestration in trembesi (*Albizia saman*) and johar (*Senna siamea*) at PT Multi Harapan Utama, East Kalimantan. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*, 5(2), 115..
- Indriani, A., Polii, B. J., & Ogie, T. (2021). Potential leaves of trembesi (*Albizia Saman* (Jacq.) Merr.) as bioaccumulators for heavy metal (Pb) in Manado City. *Jurnal Agroekoteknologi Terapan*, 2(2), 21-31.
- IPCC. (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Jenerette, G. D., & Herrmann, D. L. (2024). A global synthesis of reported urban tree carbon production rates and approaches. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 11, 1244418.
- Jong, T., Lazonder, A. W., Chinn, C. A., Fischer, F., Gobert, J., Hmelo-Silver, C. E., ... & Zacharia, Z. C. (2023). Let's talk evidence—The case for combining inquiry-based and direct instruction. *Educational Research Review*, 39, 100536.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Statistik Lingkungan Hidup dan Kehutanan Tahun 2022. Jakarta: KLHK
- Kurniati, A., Dike, D., & Parida, L. (2021). Pengembangan Literasi Lingkungan untuk Membangun Sekolah Sehat dan Hijau di SD Negeri 01 Kenukut Kecamatan Kelam Permai Kabupaten Sintang. *Jurnal Abdidas*, 2(2), 223-230.
- Lundy, L. (2022). Participatory learning approaches in adult education. *International Journal of Lifelong Education*, 41(5), 450-467. <https://doi.org/10.1080/02601370.2022.2083261>
- Ogegbo, A. A., Ramnarain, U., & Krajcik, J. (2024). Factors predicting teachers' implementation of inquiry-based teaching practices: Analysis of South African TIMSS 2019 data from an ecological perspective. *Journal of research in science teaching*, 61(9), 2069-2103.
- Ogegbo, A. A., Ramnarain, U., & Krajcik, J. (2024). Factors predicting teachers' implementation of inquiry-based teaching practices: Analysis of South African TIMSS 2019 data from an ecological perspective. *Journal of research in science teaching*, 61(9), 2069-2103.
- Sam, R. (2024). Systematic review of inquiry-based learning: assessing impact and best practices in education. *F1000Research*, 13, 1045.
- Sleutel, S., Van den Broeck, G., & De Cock, M. (2023). The Effect of Environmental Education Open Inquiry Learning on Students' Environmental Literacy. *Journal of Technology and Environmental Science*, 18(2), 112-124. <https://doi.org/10.2478/jtes-2023-0004>

- Soomro, R. B. K., Soomro, A. B., & Memon, I. (2025). Inquiry-Based Science Teaching and Its Impact on Critical Thinking and Problem-Solving Skills: A Meta-Analysis of STEM Education.
- Strat, T. T. S., Henriksen, E. K., & Jegstad, K. M. (2024). Inquiry-based science education in science teacher education: a systematic review. *Studies in Science Education*, 60(2), 191-249.
- Sukmawati, R., & Prasetyo, B. (2020). Literasi lingkungan dan pengaruhnya terhadap perilaku ramah lingkungan siswa. *Jurnal Pendidikan Lingkungan dan Pembangunan Berkelanjutan*, 21(2), 157-167. <https://doi.org/10.21009/jplpb.v21i2.14691>
- UNFCCC. (2022). *Introduction to Carbon Offsetting*. United Nations Framework Convention on Climate Change.
- Utami, F. N., Suryani, L., & Handayani, T. (2023). Literasi lingkungan siswa SMK dalam menghadapi tantangan perubahan iklim. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 13(1), 45-55
- Vauzia, V., Mayandri, F., Azizah, N., & Alti, R. P. (2023). Morphological and Stomata Characteristics of Trembesi (*Samanea saman* (Jacq.) Merr.) Leaves as Green Plants in Padang City, Indonesia. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(6), 4402-4409.
- Virginia Department of Education. (2020). *Environmental Literacy: Knowledge, Skills, and Dispositions for Responsible Action*.
- Zion, M. (2023). *Meta-CIC: Integrating Open Inquiry-Based Learning with Metacognitive Guidance and Peer Collaboration to Enhance Environmental Literacy*. *Journal of Environmental Education*, 54(2), 123-137.
- Zohar, A. (2023). It's Not All or Nothing: System-Wide Implementation of Inquiry-Based Teaching and Learning. In *Scaling-up Higher Order Thinking: Demonstrating a Paradigm for Deep Educational Change* (pp. 91-110). Cham: Springer International Publishing.
- Zuhaida, A., & Muhtasyiroh, Z. (2022). Efektivitas model project based learning dengan pendekatan inkuiri berbasis lingkungan terhadap hasil belajar IPA. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 6(2), 119-129.