

## Penguatan Kapasitas Kompetensi Guru Kimia dalam Pengembangan Modul Ajar Terintegrasi Isu Lingkungan

Pintaka Kusumaningtyas<sup>1</sup>, Iya' Setyasih<sup>2</sup>, Ramaulvi Muhammad Akhyar<sup>3</sup>, Egi Syahrah Anggraeni<sup>1</sup>, Sumarni<sup>1</sup>, Siti Maimunah<sup>2</sup>

### **Kata Kunci:**

Delta Mahakam;  
Isu Lingkungan;  
Kompetensi Guru;  
Modul Ajar.

### **Keywords :**

Delta Mahakam;  
Environmental Issue;  
Teacher Competency  
Merdeka Curricullum.

### **Correspondensi Author**

<sup>1</sup>Pendidikan Kimia, Universitas  
Mulawarman  
Jl. Muara Pahu, Gunung Kelua, Samarinda  
Email: [pintaka@fkip.unmul.id](mailto:pintaka@fkip.unmul.id)

### **Article History**

Received: 19-10-2024;  
Reviewed: 12-12-2024;  
Accepted: 16-05-2025;  
Available Online: 15-08-2025;  
Published: 26-08-2025.

**Abstract.** Environmental damage in the Mahakam Delta region, Kutai Kartanegara regency, has become increasingly critical due to large-scale mangrove deforestation. The purpose of this community service is to enhance the competence of chemistry teachers in developing integrated teaching modules on environmental issues in the Mahakam Delta area. The implementation methods consist of: (1) socialization, (2) reviewing teaching modules, (3) environmental issue counseling, (4) providing technical guidance or training on module development, and (5) mentoring in teaching modules preparation. The partner in this activity is the Chemistry Subject Teacher Forum (MGMP) of Kutai Kartanegara regency, East Kalimantan province, involving 56 teachers. The results of the pretest and posttest evaluations show that chemistry teacher's understanding of module development increased by 31.9%, and an environmentally integrated teaching module was produced, which can be applied in chemistry learning.

**Abstrak.** Kerusakan lingkungan di kawasan Delta Mahakam, Kabupaten Kutai Kartanegara, semakin kritis akibat deforestasi mangrove dalam skala besar. Tujuan pengabdian kepada masyarakat ini adalah untuk meningkatkan kompetensi guru kimia dalam mengembangkan modul ajar terintegrasi isu lingkungan di kawasan Delta Mahakam. Metode pelaksanaan kegiatan, terdiri atas: (1) sosialisasi, (2) telaah modul ajar guru, (3) penyuluhan isu lingkungan, (4) bimbingan teknis/pelatihan penyusunan modul ajar, dan (5) pendampingan penyusunan modul ajar. Mitra kegiatan ini adalah Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) kimia kabupaten Kutai Kartanegara provinsi Kalimantan Timur, yang berjumlah 56 guru. Hasil evaluasi *pretest* dan *posttest* menunjukkan bahwa pemahaman guru kimia tentang penyusunan modul ajar meningkat sebesar 31,9%, dan dihasilkannya modul ajar

## PENDAHULUAN

Kabupaten Kutai Kartanegara di Provinsi Kalimantan Timur memiliki kawasan delta yang terbentuk dari endapan di Sungai Mahakam dan berbentuk menyerupai kipas atau kaki burung (*foot bird*) dengan luas daratan mencapai 150.000 ha. Kawasan ini kaya akan sumber daya alam, seperti minyak bumi, gas alam dan perikanan (ikan, udang dan kepiting), serta memiliki ekosistem mangrove terbesar di Indonesia. Mangrove berperan penting sebagai penyerap gas rumah kaca ( $\text{CO}_2$ ) dan penyimpan karbon sebesar 3–5 kali lipat lebih besar dibandingkan dengan hutan tropis (Alongi, 2014), sehingga dijuluki sebagai “paru-paru dunia”. Secara ekologis, mangrove menjadi habitat penting bagi biota laut, sehingga kawasan Delta Mahakam sangat terkenal sebagai penghasil udang ekspor bernilai tinggi (Zain dkk., 2014; Karimah, 2017). Namun, tingginya permintaan udang ekspor ini mendorong alih fungsi lahan secara besar-besaran dan menyebabkan deforestasi mangrove hingga mencapai mencapai 10.155 ha/tahun dengan hanya 15% mangrove yang saat ini masih tersisa (Sodikin dkk., 2021).

Isu kerusakan mangrove di kawasan Delta Mahakam tidak pernah diangkat dalam pembelajaran di sekolah yang berada di kawasan ini. Padahal, pendidikan memiliki peran krusial dalam membentuk generasi yang peduli dan bertanggung jawab terhadap lingkungan melalui pengetahuan, keterampilan, dan pemahaman akan dampak deforestasi mangrove terhadap perubahan iklim (Karpudewan dkk., 2015; Richard & Friess, 2016). Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan mengintegrasikan isu lingkungan ke dalam pembelajaran terutama di sekolah-sekolah yang ada di kawasan Delta Mahakam. Pendidikan literasi lingkungan yang efektif membutuhkan pendekatan berbasis sains, khususnya kimia (McBeth & Volk, 2009; Karimzadegan & Meiboudia, 2012; Bybee, 2013), untuk

menjelaskan mekanisme seperti penyerapan karbon oleh mangrove atau dampak emisi gas rumah kaca. Literasi lingkungan tentang isu pemanasan global dan perubahan iklim telah tercantum dalam capaian pembelajaran Kurikulum Merdeka pada mata pelajaran kimia fase E (Kemendikbudristek, 2024). Oleh karena itu, guru kimia perlu mengorientasikan isu lingkungan yang berkaitan dengan pemanasan global dan perubahan iklim ini ke dalam pembelajaran (Talanquer, 2021).

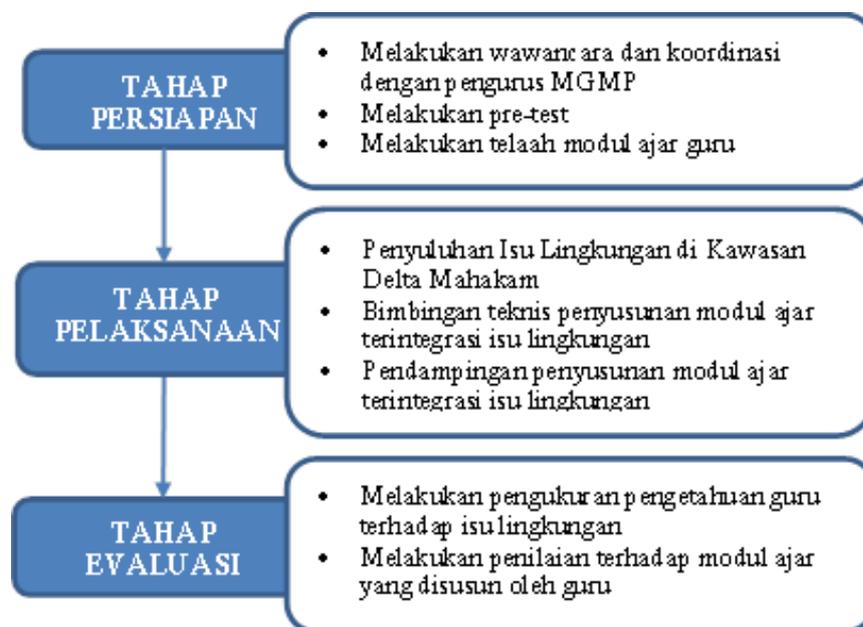
Namun faktanya, guru kimia di kabupaten Kutai Kartanegara tidak mengenal Delta Mahakam sebagai ekosistem kritis dan tidak memahami isu deforestasi mangrove yang terjadi di kawasan ini, sehingga pembelajaran kimia hanya berfokus pada contoh global, seperti penyebab pemanasan global akibat pembakaran bahan bakar fosil kendaraan bermotor dan pabrik industri. Persepsi guru yang menganggap alih fungsi hutan mangrove menjadi lahan tambak adalah hal yang wajar karena hal ini menjadi sumber mata pencaharian utama masyarakat di kawasan ini menyebabkan guru-guru tidak mampu menghadirkan permasalahan kontekstual yang dekat dengan kondisi lingkungan di sekitar tempat tinggal siswa.

Tujuan dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah untuk memberikan penguatan kompetensi guru dalam mengembangkan modul ajar terintegrasi isu lingkungan di kawasan Delta Mahakam dan mengimplementasikannya dalam pembelajaran (Najri, 2020; Ratoga dkk., 2023). Pembelajaran kimia yang mengintegrasikan isu lingkungan di kawasan Delta Mahakam diharapkan dapat mendukung pencapaian tujuan SDGs dalam mengatasi masalah perubahan iklim melalui bidang pendidikan (tujuan no.13) dan meningkatkan kualitas pendidikan (tujuan no.4) melalui peningkatan kompetensi dan profesionalisme guru (Burmeister dkk., 2012; Hajichambis dkk., 2020).

## METODE

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan dengan mitra, yaitu: Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) kimia kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Anggota MGMP kimia berjumlah 56 orang berdasarkan SK Kepala Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Provinsi Kalimantan Timur No. 100.3.3/0196/Disdik-Wil.III tanggal 1 Februari 2024. Anggota MGMP kimia kabupaten Kutai Kartanegara berasal dari

SMA negeri dan swasta yang terletak di 15 kecamatan. Metode yang digunakan dalam kegiatan pengabdian ini adalah berupa penyuluhan, bimbingan teknis dan pendampingan. Tahapan yang dilakukan dalam kegiatan pengabdian ini, meliputi: (1) tahap persiapan, (2) tahap pelaksanaan, dan (3) tahap evaluasi. Kegiatan yang dilakukan dalam setiap tahapan dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1:** Langkah-langkah Pelaksanaan Kegiatan Pengabdian

Keberhasilan program diukur menggunakan teknik tes, dokumentasi, dan observasi partisipatif. Peningkatan pengetahuan dan pemahaman guru terhadap isu lingkungan di kawasan Delta Mahakam diukur menggunakan teknik tes, yang terdiri atas 8 soal dalam bentuk soal benar/salah (1 soal), checklist (3 soal), isian singkat (3 soal), dan esai (1 soal). Indikator yang digunakan dalam menyusun soal tes adalah indikator pengetahuan lingkungan, yang meliputi: (1) pengetahuan tentang ekologi dan keadaan lingkungan di kawasan Delta Mahakam, (2) pengetahuan tentang kerusakan lingkungan di kawasan Delta Mahakam (analisis penyebab, dampak dan perubahan lingkungan), dan (3) pengetahuan mengenai pemecahan masalah terkait permasalahan lingkungan (memilih Teknik dokumentasi dilakukan

cara pemecahan masalah dan mengemukakan tindakan yang dilakukan untuk mengatasi masalah). Hasil *pretest* dan *posttest* tentang pengetahuan lingkungan guru kimia dikategorisasi sesuai Tabel 1.

**Tabel 1 :** Kriteria Katogeri Pengetahuan Lingkungan

Nilai	Kategori
$80 < x \leq 100$	Sangat Baik
$60 < x \leq 80$	Baik
$40 < x \leq 60$	Cukup
$20 < x \leq 40$	Kurang
$0 < x \leq 20$	Sangat Kurang

dengan menilai modul ajar guru sebelum dan

sesudah kegiatan bimtek dan pendampingan penyusunan modul ajar. Teknik observasi partisipatif dilakukan dengan mengukur kehadiran dan keterlibatan guru dalam kegiatan pendampingan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Kebutuhan Mitra

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan mitra diketahui bahwa kegiatan MGMP kimia di kabupaten Kutai Kartanegara belum pernah membedah capaian pembelajaran kimia semenjak diberlakukannya kurikulum merdeka pada tahun 2022. Sebagian besar guru hanya mengembangkan modul ajar berdasarkan contoh-contoh yang ada di Platform Merdeka Mengajar (PMM), kemudian memodifikasinya tanpa menyesuaikan dengan karakteristik dan kebutuhan peserta didik serta potensi atau isu lokal yang ada di sekitar peserta didik. Salsabilla dkk. (2023) mengemukakan bahwa masih banyak guru yang belum memahami teknik penyusunan modul ajar dengan baik sehingga menyebabkan penyampaian konten pelajaran menjadi tidak sistematis dan menjadi kurang menarik akibat modul ajar yang kurang baik (Salsabilla dkk., 2023).

Berdasarkan hasil telaah 3 modul ajar kurikulum merdeka yang dibuat oleh guru anggota MGMP kimia kabupaten Kukar tentang materi prinsip kimia hijau, ditemukan bahwa konsep kimia yang diberikan kepada peserta didik dalam penerapan prinsip kimia hijau pada pembelajaran kimia di kelas X hanya diberikan secara parsial, dan guru tidak memberikan contoh nyata yang dekat dan relevan dengan kehidupan nyata peserta didik. Hal ini disebabkan karena prinsip kimia hijau merupakan materi baru yang belum pernah diajarkan oleh guru di kurikulum sebelumnya dan juga belum pernah dibahas dalam pertemuan yang dilaksanakan oleh MGMP. Padahal, prinsip kimia hijau dapat digunakan dalam pembelajaran kimia sebagai solusi terhadap permasalahan lingkungan yang terjadi di kawasan Delta Mahakam, seperti penggunaan metode *silvofishery* untuk pertambakan yang tidak merusak ekosistem mangrove dan mencegah perilaku *destructive fishing/illegal fishing* yang marak terjadi di kawasan ini akibat penggunaan bahan kimia yang membahayakan lingkungan dan

kesehatan manusia. Oleh karena itu, guru MGMP kimia kabupaten Kukar perlu diberikan pelatihan dan pendampingan agar mampu merancang pembelajaran yang efektif dan relevan dengan isu lingkungan yang ada di sekitar kehidupan siswa (Stolk dkk., 2009; Srisawasdi & Kroothkeaw, 2014).

Sebelum pelaksanaan kegiatan pendampingan, tim melakukan koordinasi kepada ketua MGMP Kimia kabupaten Kukar untuk menentukan jadwal pertemuan guna mensosialisasikan kegiatan pengabdian yang akan dilaksanakan. Hasil koordinasi dengan pengurus inti MGMP kimia disepakati bahwa pertemuan untuk pelaksanaan kegiatan pengabdian dilaksanakan secara daring dan luring karena kondisi lokasi pengurus dan anggota MGMP yang cukup berjauhan.

### Penyuluhan Isu Lingkungan di Kawasan Delta Mahakam

Kegiatan penyuluhan ini dilaksanakan secara daring dengan narasumber dari tim pengabdian sendiri (Gambar 2A). Dalam kegiatan penyuluhan ini, guru diberikan pengetahuan tentang peran ekologis hutan mangrove dalam mitigasi gas rumah kaca yang dapat menyebabkan pemanasan global dan perubahan iklim (Fitria, 2021; Ketaren, 2023). Guru juga dilatih untuk bernalar kritis dalam menganalisis penyebab dan dampak deforestasi hutan mangrove yang terjadi di kawasan Delta Mahakam (Guskey, 2002; Desimone, 2009). Pengetahuan tentang isu lingkungan ini diharapkan dapat membantu guru dalam mengorientasikan permasalahan yang berkaitan dengan isu lingkungan yang ada di sekitar tempat tinggal peserta didik ke dalam pembelajaran (Eilks & Hofstein, 2015). Pemanfaatan lingkungan sekitar sebagai sumber belajar dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik yang sangat diperlukan di abad 21 (Rahmawati et al., 2016).

### Bimbingan Teknis Penyusunan Modul Ajar Kurikulum Merdeka

Integrasi isu lingkungan ke dalam pembelajaran menuntut guru untuk berinovasi dan berkreasi dalam merancang pembelajaran yang efektif dan menyenangkan bagi peserta didik. Oleh karena itu, guru perlu dilatih secara terus-menerus agar mampu

meningkatkan kinerjanya (Haq & Fitriani, 2024). Integrasi isu lingkungan ke dalam pembelajaran dimulai dengan merancang modul ajar yang baik. Selama ini, guru hanya mempelajari cara menyusun modul ajar kurikulum merdeka melalui webinar-webinar yang diselenggarakan oleh pemerintah pusat dan daerah (Dwi dkk., 2022), sehingga banyak guru yang masih kebingungan untuk mengembangkan modul ajar yang sesuai dengan kondisi dan permasalahan lingkungan yang ada di sekitar peserta didik. Oleh karena itu dalam kegiatan pengabdian ini dilaksanakan kegiatan bimbingan teknis penyusunan modul ajar kurikulum merdeka agar guru benar-benar memahami cara menyusun modul ajar yang baik. Kegiatan bimbingan teknis penyusunan modul ajar dilaksanakan secara offline dalam 2 kali pertemuan (Gambar 2B).

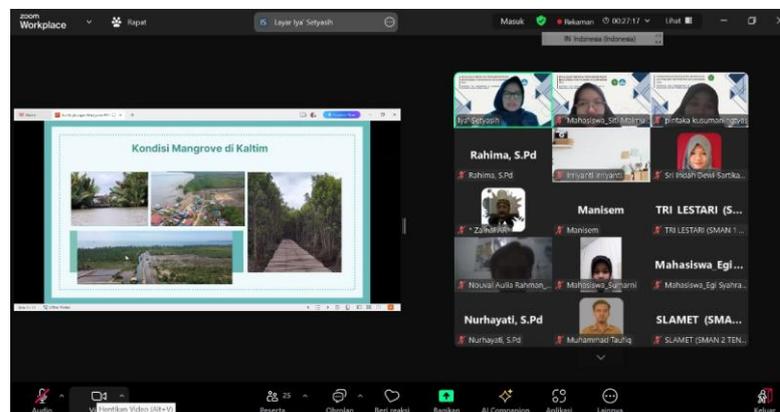
Materi yang disampaikan dalam kegiatan bimbingan teknis ini, meliputi: (1) analisis capaian pembelajaran kimia kurikulum merdeka, penyusunan alur tujuan pembelajaran (ATP), dan penjelasan mengenai prinsip dan prosedur penyusunan modul ajar kurikulum merdeka; (2) perumusan pemahaman bermakna dan pertanyaan pemantik; dan (3) penentuan strategi pembelajaran yang sesuai untuk mengintegrasikan isu lingkungan di kawasan Delta Mahakam ke dalam pembelajaran.

Pemahaman terhadap capaian pembelajaran dalam kurikulum merdeka sangat penting agar guru dapat mengintegrasikan isu lingkungan ke dalam pembelajaran dan mampu menentukan strategi pembelajaran yang tepat untuk

mengintegrasikannya. Dalam capaian pembelajaran kimia di fase E, isu lingkungan di kawasan Delta Mahakam yang berkaitan dengan deforestasi hutan mangrove dapat diintegrasikan pada materi tentang perubahan iklim.

### Pendampingan Penyusunan Modul Ajar

Kegiatan pendampingan ini dilaksanakan baik secara individu kepada anggota mitra dalam bentuk konsultasi dan review oleh tim pengabdian. Selama kegiatan pendampingan, anggota mitra banyak berkonsultasi tentang penentuan strategi pembelajaran yang tepat untuk mengintegrasikan isu lingkungan di kawasan Delta Mahakam ke dalam pembelajaran kimia dan topik materi kimia yang berkaitan dengan isu tersebut. Tim pengabdian memberikan alternatif beberapa strategi pembelajaran yang dapat digunakan, yaitu antara lain: pembelajaran berbasis pengalaman, pembelajaran berbasis proyek, pembelajaran berbasis inkuiri, dan pembelajaran berbasis masalah (Perkasa dkk., 2017). Kegiatan pendampingan ini dilaksanakan selama 2 minggu hingga anggota mitra menghasilkan modul ajar yang telah dibuat. Selanjutnya, beberapa anggota mitra mempresentasikan hasil modul ajar yang telah disusun dalam pertemuan secara offline. Dalam presentasi tersebut, tim pengabdian mereview dan memberi masukan untuk perbaikan modul ajar yang telah dibuat.



Gambar 2: Tim Memberikan Materi Penyuluhan tentang Isu Lingkungan di Kawasan Delta



Gambar 3: Tim Memberikan Bimbingan Teknis Penyusunan Modul Ajar

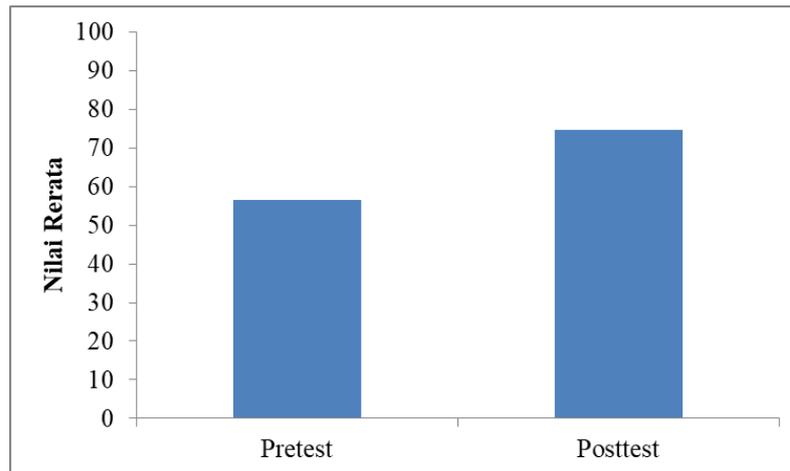
### Evaluasi Program

Hasil evaluasi berdasarkan pengukuran pengetahuan guru tentang isu lingkungan yang ada di kawasan Delta Mahakam melalui kegiatan *pre-test* dan *post-test* menunjukkan bahwa kegiatan penyuluhan isu lingkungan yang dilakukan oleh tim pengabdian mampu meningkatkan pengetahuan guru dari kategori cukup dengan nilai rata-rata 56,65 menjadi kategori baik dengan nilai rata-rata 74,72 (Gambar 3A). Keberhasilan program juga diukur melalui dokumentasi modul ajar yang dibuat oleh guru setelah kegiatan bimtek dan pendampingan penyusunan modul ajar. Salah satu produk perangkat pembelajaran yang dihasilkan oleh guru MGMP kimia selama proses pendampingan adalah lembar kerja peserta didik berbasis inkuiri terbimbing untuk mengintegrasikan isu lingkungan di kawasan Delta Mahakam. Topik yang diangkat dalam LKPD tersebut adalah "Uji Kualitas Air di Kawasan Delta Mahakam" (Gambar 3B). Topik ini dianggap sesuai untuk diterapkan dalam pembelajaran kimia di sekolah yang berada di kawasan ekosistem mangrove. Dalam LKPD tersebut, siswa diminta untuk menganalisis kualitas air yang ada di kawasan mangrove dan membuat kesimpulan apakah hasil uji kualitas air yang telah dilakukan

termasuk ke dalam kategori baik untuk mendukung pertumbuhan mangrove atau justru tidak baik untuk pertumbuhan mangrove karena telah mengalami pencemaran. Penggunaan LKPD terintegrasi isu lingkungan ini juga bisa dikombinasikan dengan penggunaan teknologi digital agar sesuai dengan perkembangan zaman (McKenney dkk., 2016; Zowada dkk., 2020).

Kendala yang dihadapi selama pelaksanaan program adalah sulitnya menentukan jadwal pertemuan secara *offline* karena jarak lokasi anggota mitra yang sangat berjauhan dengan waktu tempuh perjalanan sekitar 2–4 jam. Oleh karena itu, perlu adanya sarana diskusi lain yang dapat dijadikan sebagai alternatif agar guru anggota mitra dapat saling bertukar ilmu dan pengalaman dalam menyusun modul ajar dan perangkat ajar lainnya.

Selama kegiatan berlangsung, intensitas kehadiran guru anggota mitra juga mengalami peningkatan. Sebelum adanya kegiatan pengabdian ini, pertemuan MGMP hanya dihadiri oleh kurang dari 10 orang anggota. Namun, saat pelaksanaan kegiatan pengabdian ini, kehadiran peserta MGMP mencapai 25 hingga 30 orang. Hal ini mengindikasikan antusiasme peserta dalam mengikuti kegiatan yang dilaksanakan.



Gambar 4 : Grafik peningkatan pengetahuan guru tentang isu lingkungan di kawasan Delta



Gambar 5 : LKPD berbasis inkuiri terbimbing yang dibuat oleh guru untuk mengintegrasikan isu lingkungan di kawasan Delta Mahakam

## SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil pengabdian ini adalah terjadinya peningkatan pengetahuan guru tentang isu lingkungan yang ada di kawasan Delta Mahakam dan meningkatkan kompetensi guru dalam mengembangkan perangkat modul ajar kurikulum merdeka yang mengintegrasikan isu lingkungan di kawasan Delta Mahakam.

Saran dalam pelaksanaan program pengabdian ini adalah dikembangkan platform *e-Learning* MGMP kimia kabupaten Kutai Kartanegara agar kendala jarak lokasi anggota mitra yang cukup berjauhan dapat teratasi melalui diskusi dalam platform *e-Learning*.

## DAFTAR RUJUKAN

- Alongi, D. M. (2014). Carbon cycling and storage in mangrove forests. *Annual Review of Marine Science*, 6, 195–219.
- Burmeister, M., Rauch, F., & Eilks, I. (2012). Education for Sustainable Development (ESD) and Chemistry Education. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(2), 59-68.
- Bybee, R. W. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. NSTA Press.
- Desimone, L. M. (2009). Improving Impact Studies of Teachers' Professional Development. *Educational Researcher*, 38(3), 181-199.

- Dwi, P., Mutiara, A., & Juliantari, N. K. (2022). Dampak Implementasi Kurikulum Merdeka Terhadap Pengembangan Potensi Peserta Didik. *Jayapangus Press Cetta: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 5(4), 329–341.
- Eilks, I., & Hofstein, A. (2015). *Relevant Chemistry Education*. Springer.
- Fitria, A. (2021). Ekosistem Mangrove dan Mitigasi Pemanasan Global. *Jurnal Ekologi, Masyarakat Dan Sains*, 2(1), 29–34.  
<https://doi.org/10.55448/ems.v2i1.20>
- Guskey, T. R. (2002). Professional Development and Teacher Change. *Teachers and Teaching*, 8(3), 381-391.
- Haq, A.-M. Q., & Fitriani, M. I. (2024). Lingkungan Belajar Terintegrasi Melalui Kurikulum Merdeka dalam Meningkatkan Kinerja Guru. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(3), 1775–1784.  
<https://doi.org/10.29303/jipp.v9i3.2394>
- Hadjichambis, A.Ch., Reis, P., Paraskeva-Hadjichambi, D., Cincera, J., Boeve-de Pauw, J., Gericke, N., & Knippels, M-C. (2020). Ceneptualizing Environmental Citizenship for 21<sup>st</sup> Century Education. *Sustainability*, 12(6), 2321.
- Karimah. (2017). Peran Ekosistem Hutan Mangrove Sebagai Habitat Untuk Organisme Laut. *Jurnal Biologi Tropis*, 17(2), 51–57.  
<https://doi.org/10.29303/jbt.v17i2.497>
- Karimzadegan, H., & Meiboudia, H. (2012). Exploration of Environmental Literacy in Science Education Curriculum in Primary Schools in Iran. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46, 404–409.
- Karpudewan, M., Roth, W-M., & Ismail, Z. (2013). The Effects of “Green Chemistry” on Secondary School Students’ Understanding and Motivation. *The Asia-Pasific Education Researcher*, 24(1). DOI:10.1007/s40299-013-0156-z.
- Kemendikbudristek. (2024). *Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 032/H/KR/2024* (Issue 021).
- Ketaren, D. G. K. (2023). Peranan Kawasan Mangrove Dalam Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca Di Indonesia. *Jurnal Kelautan Dan Perikanan Terapan (JKPT)*, 1, 73. DOI: 10.15578/jkpt.v1i0.12050
- McBeth, W., & Volk, T. L. (2009). The National Environmental Literacy Project: A Baseline Study of Middle Grade Students in the United States. *The Journal of Environmental Education*, 41(1), 55–67.
- McKenney, S., Boschman, F., Pieters, J., & Voogt, J. (2016). Collaborative Design of Technology-Enhanced Learning: What can We Learn from Teacher Talk?. *TechTrends*. DOI: 10.1007/s11528-016-0078-8.
- Najri, P. (2020). MGMP Dalam Meningkatkan Keprofesionalan Guru Mata Pelajaran. *AKTUALITA Jurnal Penelitian Sosial Dan Keagamaan*, 10(1), 130–144.  
[www.ejournal.annadwahkualatungkal.ac.id](http://www.ejournal.annadwahkualatungkal.ac.id)
- Perkasa, M., Agrippina, & Wiraningtyas. (2017). Pembelajaran Kimia Berorientasi Sustainable Development untuk Meningkatkan Kesadaran Siswa terhadap Lingkungan. *Jurnal Sainsmat*, 6(2), 63–72.
- Rahmawati, I., Maryani, E., & Mulyana, A. (2016). Pemanfaatan Lingkungan Sekitar Sebagai Sumber Kemampuan Berpikir Kritis. *Pendidikan Geografi*, 16(1), 66–87.
- Ratoga, A., Beresman, S., Friska, P., & Anggiat, S. (2023). Peranan Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Dalam Meningkatkan Kompetensi Guru Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial di Sekolah Menengah Pertama (SMP). *Jurnal Pendidikan Mandal*, 8(1), 211–220.
- Richards, D. R., & Friess, D. A. (2016). Rates and Drivers of Mangrove Deforestation in Southeast Asia. *PNAS*, 113(2), 344–349.
- Salsabilla, I. I., Jannah, E., & Juanda. (2023). Analisis Modul Ajar Berbasis Kurikulum

- Merdeka. *Jurnal Literasi Dan Pembelajaran Indonesia*, 3(1), 33–41.
- Sodikin, Nurkholifah, & Said, M. (2021). Spatial Modeling of Mangrove Deforestation in Mahakam River Delta Kutai District Kertanegara Province of East Kalimantan. *Journal of Empowerment Community and Education*, 1(3), 180–186.
- Srisawasdi, N., & Kroothkeaw, S. (2014). Supporting Teachers' Learning to Develop STEM-Based Teaching Materials. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116, 1723-1728.
- Stolk, M.J., Bulte, A.M.W., de Jong, O., & Pilot, A. (2009). Strategies for a professional development programme: empowering teachers for context-based chemistry education. *Chemistry Education research and Practice*, 10, 154-163.
- Talanquer, V. (2021). Progress and Challenges in Chemistry Education. *Journal of Chemical Education*, 98(2), 351-357
- Zain, Z., Hutabarat, S., Prayitno, S. B., & Ambaryanto, A. (2014). Potency of Mahakam Delta in East Kalimantan, Indonesia. *International Journal of Science and Engineering*, 6(2), 126–130. <https://doi.org/10.12777/ijse.6.2.126-130>.
- Zowada, C., Gulacar, O., & Eilks, I. (2020). Incorporating a Web-Based Digital Tool in Teaching Green Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 97(4), 1017-1026.