

JPB 10 (1) (2023)

Jurnal Pembelajaran Biologi: Kajian Biologi dan Pembelajarannya

<https://ejournal.unsri.ac.id/index.php/fpb>


Kajian Kualitas Perairan Sungai Melalui Pembelajaran Berbasis Masalah Menggunakan Desain *Filla Chart*

Susy Amizera^{1*}, Didi Jaya Santri², Nike Anggraini³, Elvira Destiansari⁴^{1,2,3,4}Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Sriwijaya, Indonesia

Article History:

Received: 12.06.2023

Accepted: 13.06.2023

Published: 26.06.2023

Keyword:

*Water quality, Rivers,
problem-based learning,
FILA Chart, learning model*

Abstract: This study aims to describe problem-based learning using the FILA Chart design on the topic of testing the water quality of the Sekanak river, Palembang. The research design is a qualitative descriptive research. This research was carried out through problem-based learning using the FILA Chart design. The problem-based learning scenario using the FILA Chart design is carried out through five stages, namely: (1) students are given an overview of the problems regarding the decline in water quality, (2) students are given the opportunity to understand the problems using the FILA Chart (3) students observe directly the condition of the Sekanak river waters, (4) students analysed the results of field observations regarding the water quality of the Sekanak river and (5) students report the results of the investigation. Based on the results of research on the study of river water quality through problem-based learning, it can be concluded that the application of problem-based learning using the FILA Chart design can be used to obtain information about river water quality in terms of physical and biological factors. Thus problem-based learning using the FILA Chart design can be an alternative learning model for assessing the quality of river waters and finding solutions to river water quality problems.

Corresponding Author: Susy Amizera

Author Name*: susy amizera

Email*: susyamizera@fkip.unsri.ac.id

No.HP wa : 081377530063

ISSN: 2355-7192

E-ISSN: 2613-9936

PENDAHULUAN

Sungai merupakan sumber perairan yang dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan domestik, pertanian dan industri. Seiring dengan laju perkembangan penduduk menyebabkan tekanan aktivitas antropogenik yang berdampak pada penurunan kualitas air perairan (Mahabeer & Tekere, 2021). Kualitas perairan sungai merupakan komponen penting untuk menunjang keberlanjutan dalam ekosistem yang berkaitan dengan faktor biotik dan abiotik (Zeleňáková *et al.*, 2021)

Kajian mengenai kualitas perairan dapat menjadi suatu upaya pemantauan terhadap kondisi perairan sungai. Menurut Amizera *et al.* (2022), kegiatan pemantauan sungai dapat dilakukan dengan memperhatikan kondisi fisik perairan sungai melalui pemantauan aktivitas masyarakat di sekitar bantaran sungai. Berkaitan dengan hal tersebut, upaya pemantauan kualitas sungai dapat dilakukan melalui kegiatan pembelajaran berbasis masalah. Kajian kualitas perairan tersebut dapat dilakukan melalui kegiatan pembelajaran berbasis masalah. Menurut Adi *et al.* (2022) dan Simatupang & Ionita (2020), pembelajaran berbasis masalah dapat meningkatkan kemampuan dalam kegiatan penyelidikan mengenai perubahan lingkungan.

Penerapan pembelajaran berbasis masalah dapat dilaksanakan berbantuan desain pembelajaran *FILA CHART* (Tan & Mohammad Yusof Arshad, 2013; Suphap & Seebut, 2016). Melalui penggunaan *FILA CHART design* dalam masalah pembelajaran berbasis masalah, mahasiswa dapat dalam memecahkan masalah menggunakan strategi tertentu melalui kegiatan partisipasi aktif dan kerja sama kelompok dalam menyelesaikan suatu permasalahan yang timbul

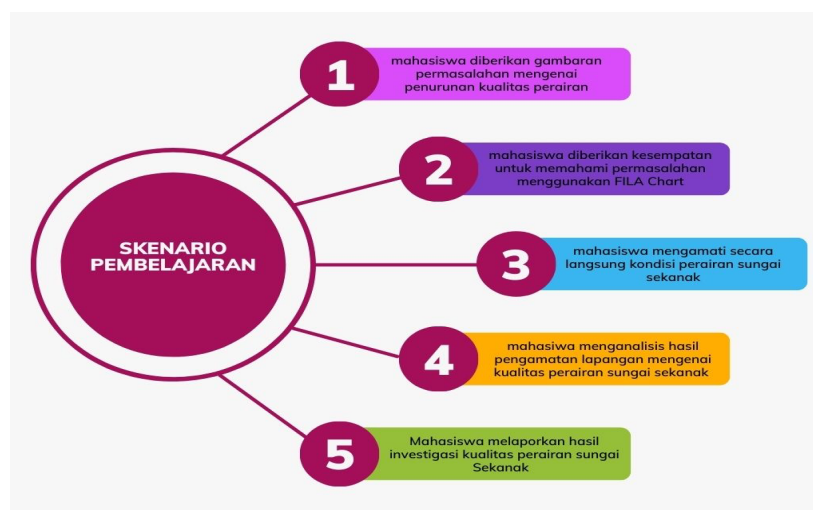
saat kegiatan pemantauan (Utami *et al.*, 2022). Dalam pembelajaran berbasis masalah, mahasiswa akan berkolaborasi untuk mengidentifikasi permasalahan dan saling memberikan informasi dalam pemecahan masalah hingga mendapatkan suatu kesimpulan mengenai solusi terhadap masalah tersebut. Menurut hasil penelitian sebelumnya (Peen & Arshad, 2017) bahwa implementasi *FILA CHART* pada kegiatan pembelajaran tidak hanya menambah tingkat kemampuan dalam hal pengetahuan saja tetapi juga dapat mempengaruhi tingkat kemampuan siswa dalam pemecahan masalah khususnya permasalahan lingkungan. Oleh sebab itu, implementasi *FILA Chart* dapat menjadi salah satu alternatif desain pembelajaran berbasis masalah.

Selama ini kajian mengenai kualitas perairan hanya berfokus pada kajian bersifat kuantitatif berdasarkan data kondisi fisik, kimia dan biologi perairan tanpa melibatkan mahasiswa dalam kegiatan pemantauan yang kaitannya pada kondisi kualitas perairan tersebut. Kebaharuan penelitian adalah dengan menerapkan pembelajaran berbasis masalah berbantuan *FILA CHART* untuk melakukan analisis kondisi perairan sungai. Pada penelitian ini, kajian kualitas perairan sungai dilakukan oleh mahasiswa sebagai bentuk kegiatan lapangan. Kegiatan lapangan ini dapat menjadi suatu pengalaman baru bagi mahasiswa karena dapat langsung melihat fenomena yang terjadi di perairan sungai. Metode pembelajaran berbasis masalah menggunakan model PBL dipilih dalam pembelajaran telah terbukti dapat menunjang kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan permasalahan. Adapun tujuan dalam penelitian ini mendeskripsikan pembelajaran berbasis masalah dengan menggunakan desain *FILA Chart* pada topik uji kualitas perairan sungai Sekanak, Palembang.

METODOLOGI

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian itu yaitu penelitian deskriptif kualitatif. Penelitian deskriptif kualitatif merupakan penelitian yang bertujuan untuk menggambarkan kondisi, kejadian atau fenomena yang terjadi saat penelitian berlangsung. Pada penelitian ini, kajian kualitas perairan sungai dilakukan berdasarkan studi kasus yang terjadi di perairan sungai Sekanak, Palembang, Sumatera Selatan. Kajian kualitas perairan sungai dilaksanakan melalui pembelajaran berbasis masalah menggunakan desain *FILLA Chart*.

Skenario pembelajaran berbasis masalah menggunakan desain *FILLA Chart* dilaksanakan melalui beberapa tahapan, seperti yang tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Skenario Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan *FILA Chart*

Berkaitan dengan hal tersebut, proses pembelajaran berbasis masalah berbantuan *FILA Chart* menggunakan kisi – kisi instrumen penggunaan *FILLA Chart* tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1 Kisi-kisi Instrumen *FILA CHART* (Suphap & Seebut, 2016)

Komponen	Indikator
F <i>Fact</i>	Berdasarkan pengamatan di lapangan, mahasiswa mencatat informasi penting (fakta) ditemukan saat investigasi/ pengamatan kualitas perairan sungai
I <i>Ideas</i>	Berdasarkan informasi yang telah ditemukan, mahasiswa menuliskan ide-ide penting yang dapat dijadikan pedoman untuk menemukan jawaban mengenai permasalahan yang disajikan

L	<i>Learning Issue</i>	Berdasarkan ide-ide penting, mahasiswa mengeksplorasi pengetahuan / informasi lebih detail mengenai semua ide - ide tersebut
A	<i>Action</i>	Mahasiswa menggunakan pengetahuan/ ide yang mereka miliki untuk menyusun rencana – rencana yang mungkin dapat menyelesaikan permasalahan yang disajikan

HASIL

A. Penerapan Pembelajaran Berbasis Masalah Menggunakan Desain *FILLA Chart*

Pada pelaksanaan pembelajaran berbasis masalah, mahasiswa diberikan gambaran umum mengenai kondisi perairan sungai yang akan diamati melalui video dan wacana , selanjutnya mahasiswa dibagi dalam beberapa kelompok untuk kegiatan investigasi permasalahan yang terjadi di perairan sungai sebagai bentuk kajian kualitas perairan sungai. Pelaksanaan pembelajaran berbasis masalah menggunakan Desain *FILA Chart* dilakukan melalui beberapa tahapan berikut ini.

1. Identifikasi Permasalahan

Pada tahapan ini, mahasiswa akan diberikan gambaran umum mengenai permasalahan yang terjadi di Perairan sungai sekanak. Gambaran mengenai kondisi yang terjadi di perairan tersebut diberikan pada mahasiswa dalam bentuk wacana seperti yang tersaji di Gambar 2.

Sungai Sekanak merupakan anak Sungai Musi yang terletak di Kota Palembang dengan total luas daerah aliran 11,40 km². Sungai ini merupakan bagian dari sistem drainase yang terdiri dari sembilan belas sistem yang ada di Wilayah Kota Palembang (BLH Kota Palembang, 2012). Sungai Sekanak memiliki muara di Pasar Sekanak dan hulu hingga ke Jalan Soekarno Hatta.

Keberadaan sungai Sekanak saat ini menjadi salah satu potensi wisata menarik untuk diolah sedemikian rupa. Beberapa tahun belakangan wacana dari pemerintah kota yang akan mengembalikan kawasan Sekanak menjadi kawasan heritage dengan konsep Sekanak Kerihin (Sekanak Tempo Dulu. Tujuan paling utama dari revitalisasi kawasan Sekanak adalah menjadikan kawasan tersebut sebagai salah satu destinasi pariwisata. Tahapan awal yang dilakukan oleh pemerintah kota Palembang adalah dengan merevitalisasi kawasan tepian sungai Sekanak yaitu dengan mewarnai bantaran (promenade) sungai Sekanak dengan mural dan warna warna mencolok dengan tema “Sekanak Bersolek”.

Namun demikian, masyarakat bantaran sungai memanfaatkan Sungai Sekanak untuk membuang limbah domestik, seperti MCK, perdagangan dan industri. Sebagai dampak dari kegiatan masyarakat tersebut, Sungai Sekanak mengalami pencemaran, dimana terjadi perubahan fisik air diantaranya perubahan pada warna air sungai yang kehitaman dan berbau menyengat. Jika hal ini terus berlanjut, selain masalah kesehatan yang lebih kompleks, maka tujuan menjadikan Sungai Sekanak sebagai wisata perairan dan transportasi sulit untuk diwujudkan.

Gambar 2. Kondisi Permasalahan di Perairan Sungai Sekanak

2. Pemahaman Masalah Menggunakan *FILA Chart*

Pada tahap ini, mahasiswa pada setiap kelompok melengkapi tabel Filla Chart seperti yang tersaji pada Gambar 2. mahasiswa menggunakan kemampuan untuk menyelesaikan permasalahan berdasarkan kondisi lapangan Melalui penggunaan *FILA Chart*, yang meliputi Fact (F), ideas (I), Learning Issue (L) dan Action Plan (A). Hasil Investigasi permasalahan menggunakan Filla Chart yang ditemukan oleh mahasiswa tersaji di Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pemahaman terhadap Permasalahan Menggunakan Desain *FILA Chart*

Kel	<i>Fact (F)</i>	<i>Ideas (I)</i>	<i>Learning Issue (L)</i>	<i>Action (A)</i>
1	<ul style="list-style-type: none"> • Air sungai berwarna hitam • Ada sampah mengendap di dasar sungai • Terdapat minyak di permukaan air sungai • Terdapat saluran pembuangan yang langsung ke badan sungai 	<ul style="list-style-type: none"> • Lumpur di dasar tercemar karena sampah • Organisme yang hidup di dasar terganggu • Air sungai tercemar karena limbah industri 	<ul style="list-style-type: none"> • Lumpur di dasar tercemar karena sampah • Organisme yang hidup di dasar terganggu • Air sungai tercemar karena limbah industri 	<ul style="list-style-type: none"> • Menguji kualitas perairan sungai menggunakan organisme sebagai bioindikator
2	<ul style="list-style-type: none"> • Air hitam pekat, berminyak dan berbuih • Beberapa bagian sungai terdapat endapan lumpur dan bercampur limbah domestik sehingga menutupi atau menghambat aliran air ke sungai • Terdapat tanaman enceng gondok yang hidup di beberapa sungai 	<ul style="list-style-type: none"> • Terdapat pencemaran zat fosfat pada sungai sekanak • Masyarakat membuang sampah ke sungai • Zat pencemar di air dapat diserap oleh tanaman air 	<ul style="list-style-type: none"> • Masyarakat membuang sampah ke sungai • Zat pencemar di air dapat diserap oleh tanaman air 	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan observasi remediasi menggunakan tanaman air sebagai agen fitoremediasi
3	<ul style="list-style-type: none"> • Sungai berwarna hitam dan keruh • Air sungai terlihat berminyak • Terdapat banyak sampah dalam limbah rumah tangga 	<ul style="list-style-type: none"> • Zat terlarut menyebabkan air sungai berwarna hitam dan keruh • Limbah rumah tangga menyebabkan air sungai berwarna hitam keruh dan berminyak 	<ul style="list-style-type: none"> • Zat terlarut menyebabkan air sungai berwarna hitam dan keruh • Limbah rumah tangga menyebabkan air sungai berwarna hitam keruh dan berminyak 	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan observasi dan pengujian tingkat kejernihan air sungai
4	<ul style="list-style-type: none"> • Banyak sampah organik dan anorganik dari berbagai sumber • Warna perairan yang hitam 	<ul style="list-style-type: none"> • Sampah organik dan anorganik berkaitan dengan mikroorganisme • Warna air mempengaruhi tingkat pencemaran • Warna air yang berbeda mengindikasikan kualitas perairan 	<ul style="list-style-type: none"> • Sampah organik dan anorganik berkaitan dengan mikroorganisme • Warna air mempengaruhi tingkat pencemaran • Warna air yang berbeda mengindikasikan kualitas perairan 	<ul style="list-style-type: none"> • Menguji kualitas air melalui keberadaan fitoplankton sebagai bioindikator

3. Pengamatan Lapangan

Pada tahap pembelajaran ini, mahasiswa diberikan kesempatan untuk melakukan tindakan sesuai dengan rencana *action* yang telah mahasiswa diskusikan melalui penggunaan *design FILLA Chart*. Kegiatan pengamatan lapangan ini bertujuan agar kemampuan mahasiswa terhadap pemecahan masalah dapat lebih berkembang dan kemampuan analisis mahasiswa dapat lebih meningkat. Kegiatan pengamatan lapangan mahasiswa tersaji pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengambilan Data Sampel Air Sungai Sekanak
 (a) Kelompok 1 (b) Kelompok 2; (c) Kelompok 3; (d) Kelompok 4

4. Hasil Pengamatan Lapangan

Tahap selanjutnya yaitu mahasiswa menuliskan hasil pengamatan lapangan yang telah mereka lakukan. Hasil pengamatan ini didasarkan pada pengamatan secara visual di lapangan maupun hasil pengamatan lanjutan yang dilakukan di laboratorium. Hasil Pengamatan tersebut tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengamatan Lapangan

Kelompok	Hasil Pengamatan
1	Hasil pengamatan terlihat bahwa terdapat beberapa hewan yang hidup di dasar perairan seperti kerang dan cacing merah
2	Hasil pengamatan terlihat bahwa terdapat tanaman air yang hidup di perairan seperti tanaman enceng gondok dan kayu apu
3	Hasil pengamatan menunjukkan air sungai keruh walaupun tingkat TSS masih dibawah ambang baku mutu
4	Hasil pengamatan menunjukkan air berwarna hijau kecoklatan dan terdapat beberapa kelompok plankton yang ditemukan pada badan perairan

5. Melaporkan Hasil Investigasi Kondisi Perairan Sungai

Tahap akhir dalam pembelajaran berbasis masalah menggunakan desain FILLA Chart yaitu mahasiswa melaporkan hasil investigasi secara tertulis. Hasil investigasi tersebut menunjukkan kualitas perairan sungai yang diamati selama proses pembelajaran. Selain ini laporan hasil investigasi ini bertujuan agar mahasiswa lebih kritis dalam menyikapi permasalahan lingkungan dan menimbulkan sikap peduli lingkungan.

B. Gambaran Kualitas Perairan Sungai

Kajian mengenai kualitas perairan sungai melalui pembelajaran berbasis masalah dapat terlihat melalui pendekatan visual maupun keberadaan organisme yang dapat dijadikan indikator kualitas perairan sungai. Kualitas perairan sungai yang diamati melalui pembelajaran berbasis masalah tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Gambaran Kualitas Perairan Sungai

Parameter	Hasil Pengamatan	Kualitas Perairan
Fisik	Sungai keruh, berwarna kehijauan dan berbau tidak sedap, terdapat sampah di badan sungai	Tercemar
Biologi (tumbuhan)	Tumbuhan yang ditemukan di perairan sungai yaitu enceng gondok dan kayu apu	Tercemar
Biologi (Hewan)	Hewan yang ditemukan di perairan sungai dari kelompok makrozoobentos berasal dari genus Tubifex, Bellamia, Pomacea, Nerita, dan Cobicula	Tercemar
Biologi (plankton)	Plankton yang ditemukan di perairan sungai berasal dari genus coleps, Euglena, Trachelomonas, Phacus, Actinastrum, Nitzchia, Dictyosphaerium dan Oscillatoria	Tercemar

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat tergambar pada Tabel 2 bahwa mahasiswa mampu mengkaji kualitas perairan sungai melalui Pembelajaran berbasis masalah. Melalui penggunaan desain *FILA Chart* dalam pembelajaran berbasis masalah, mahasiswa dapat lebih mudah mengidentifikasi permasalahan yang terjadi di perairan sungai sekanak secara lebih sistematis mulai dari penemuan fakta lapangan sampai dengan alternatif solusi terhadap permasalahan yang terjadi. Oleh karena itu penggunaan desain *FILA Chart* dapat mendorong rasa ingin tau dan keterampilan berfikir kritis mahasiswa. Hal ini didukung juga oleh penelitian (Rubiyanti *et al.*, 2020; Maya *et al.*, 2020; Fakhriyah, 2014), pembelajaran berbasis masalah dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan hasil belajar mahasiswa. Selain itu, pembelajaran berbasis masalah dapat menjadi salah satu alternatif model pembelajaran yang berfokus pada penggunaan masalah nyata sebagai sesuatu yang harus dipelajari dan dicarikan solusinya (Anggraini *et al.*, 2022). Kemampuan berfikir kritis dalam pemecahan permasalahan lingkungan khususnya lingkungan perairan sungai dapat menjadi sarana untuk mengembangkan ide – ide serta gagasan yang sistematis dalam mengkaji kualitas perairan sungai secara kontekstual (Sulastris & Pertiwi, 2020; Yoasthin *et al.*, 2018).

Sehubungan dengan hal tersebut, maka penerapan pembelajaran berbasis masalah juga dapat meningkatkan kesadaran mahasiswa terhadap permasalahan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan 2. Implementasi pembelajaran berbasis masalah dapat menjadi salah satu cara untuk mengubah kesadaran siswa sehingga dapat menimbulkan sikap peduli lingkungan (Iseu Laelasari & Rahmawati, 2020; Handayani & Sopandi, 2016). melalui penerapan pembelajaran berbasis masalah dapat mendorong mahasiswa untuk menemukan alternatif solusi permasalahan lingkungan khususnya lingkungan perairan sungai (Santri *et al.*, 2022) . Hal ini dikarenakan lingkungan perairan sungai merupakan lingkungan yang sangat penting dalam menunjang kehidupan ekosistem perairan maupun kehidupan manusia sehingga perlunya kesadaran terhadap pentingnya menjaga keberlanjutan sistem pada kehidupan perairan sungai

Lingkungan perairan sungai merupakan lingkungan yang paling cepat mudah terdampak pencemaran. Indikasi pencemaran lingkungan perairan sungai dapat terindikasi melalui hasil pengamatan fisik dan biologi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3. Menurut (Amizera *et al.*, 2022) habitat fisik perairan sungai dapat menjadi salah satu cara untuk memantau kualitas perairan sungai. Pemantauan habitat fisik perairan sungai dapat dilakukan dengan mengamati

jumlah tutupan substrat dasar perairan dan kondisi air sungai serta aktivitas yang terjadi di sekitar aliran sungai (Rahman *et al.*, 2020; Pohan *et al.*, 2017). Berdasarkan hasil pengamatan lapangan dapat terlihat bahwa air sungai terlihat keruh, berbau tidak sedap dan banyak timbunan sampah di badan perairan sungai. Hal ini mengindikasikan bahwa perairan sungai tersebut berada pada kondisi tercemar akibat aktivitas domestik. Hal ini didukung oleh hasil penelitian (Kospa & Rahmadi, 2019; Yohannes *et al.*, 2019) bahwa perilaku domestik masyarakat yang membuang sampah langsung ke badan sungai serta adanya TPS ilegal di pinggir sungai dapat berdampak pada pencemaran perairan sungai.

Kondisi kualitas sungai juga dapat dipantau melalui keberadaan organisme perairan yang tinggal di badan perairan yang dapat dijadikan bioindikator. Beberapa organisme bioindikator dapat berasal dari kelompok makrofit, makrozoobentos dan plankton. Berdasarkan hasil pengamatan lapangan terlihat bahwa terdapat tanaman enceng gondok dan kayu apu di badan perairan. Hasil penelitian (Farnese *et al.*, 2014; De Laet *et al.*, 2019; Ayanda *et al.*, 2020), enceng gondok dan kayu apu merupakan kelompok makrofit yang memiliki toleransi terhadap pencemaran yang tinggi sehingga jika dalam badan perairan terdapat enceng gondok dan kayu apu namun tidak terdapat makrofit lainnya maka dapat diindikasikan perairan tersebut dalam kondisi tercemar. Kelompok organisme yang dapat dijadikan bioindikator yaitu makrozoobentos. Hasil pengamatan lapangan ditemukan makrozoobentos dari genus Tubifex, Bellamia, Pomacea, Nerita, dan Cobicula. Selain itu hasil pengamatan lapangan ditemukan kelompok plankton yang berasal dari genus coleps, Euglena, Trachelomonas, Phacus, Actinastrum, Nitzschia, Dictyosphaerium dan Oscillatoria yang merupakan bioindikator pencemaran air. Menurut hasil penelitian (Aryawati, 2021) bahwa kelompok fitoplankton tersebut dapat menjadi indikator pencemaran organik di perairan. Dengan demikian dapat diindikasikan bahwa kualitas perairan sungai yang diamati melalui pembelajaran berbasis masalah berada pada kondisi yang tercemar.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai kajian kualitas perairan sungai melalui pembelajaran berbasis masalah dapat disimpulkan bahwa penerapan pembelajaran berbasis masalah menggunakan desain *FILLA Chart* dilakukan melalui lima tahapan yaitu identifikasi permasalahan, pemahaman masalah menggunakan *FILA Chart*, melaksanakan aktivitas pengamatan lapangan, menuliskan hasil pengamatan lapangan dan melaporkan hasil investigasi kondisi perairan sungai. Selain itu, melalui pembelajaran berbasis masalah dapat diindikasikan bahwa kualitas perairan sungai yang diamati berada pada kondisi yang tercemar berdasarkan hasil pengamatan fisik dan keberadaan organisme perairan sebagai faktor biologi. Dengan demikian pembelajaran berbasis masalah menggunakan desain *FILA Chart* dapat menjadi alternatif model pembelajaran untuk mengatasi permasalahan lingkungan khususnya lingkungan perairan sungai

REFERENSI

- Adi, N. N. S., Seniwati, N. P., & Dwi, I. G. A. A. N. (2022, September). Penerapan model pembelajaran problem based learning (pbl) pada mata kuliah pengetahuan dasar lingkungan. In SEMBIO: Prosiding Seminar Nasional Biologi dan Pendidikan Biologi (Vol. 1, No. 1, pp. 89-95).
- Amizera, S., Destiansari, E., Santri, D. J., Arifin, Z., & Anggraini, N. (2022). River monitoring : in view of the physical habitat of the river and the presence of macroinvertebrates. *Jurnal Biota*, 8(2), 88–94.
- Anggraini, N., Nazip, K., Amizera, S., & Destiansari, E. (2022). Penerapan model problem based learning berbasis STEM menggunakan bahan ajar realitas lokal terhadap literasi lingkungan mahasiswa. *BIOEDUSAINS:Jurnal Pendidikan Biologi Dan Sains*, 5(1), 121–129. <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v5i1.3589>
- Aryawati, R. (2021). Fitoplankton sebagai bioindikator pencemaran organik di perairan sungai musi bagian hilir Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 13(1), 163–171. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v13i1.25498>
- Ayanda, O. I., Ajayi, T., & Asuwaju, F. P. (2020). Eichhornia crassipes (Mart.) Solms: uses, challenges, threats, and prospects. *Scientific World Journal*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/3452172>
- De Laet, C., Matringe, T., Petit, E., & Grison, C. (2019). Eichhornia crassipes: a powerful bio-indicator for water pollution by emerging pollutants. *Scientific Reports*, 9(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-43769-4>
- Fakhriyah, F. (2014). Penerapan problem based learning dalam upaya mengembangkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 3(1), 95–101. <https://doi.org/10.15294/jpii.v3i1.2906>
- Farnese, F., Oliveira, J., Lima, F., Leão, G., Gusman, G., & Silva, L. (2014). Evaluation of the potential of Pistia stratiotes L. (water lettuce) for bioindication and phytoremediation of aquatic environments contaminated with arsenic. *Brazilian Journal of Biology*, 74(3 suppl 1), S108–S112. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.01113>
- Handayani, D., & Sopandi, W. (2016). Penggunaan model problem based learning untuk meningkatkan kemampuan memecahkan masalah dan sikap peduli lingkungan peserta didik. *EduHumaniora: Jurnal Pendidikan Dasar Kampus Cibiru*, 7(2), 105. <https://doi.org/10.17509/eh.v7i2.2702>

- Iseu Laelasari, & Rahmawati, A. (2020). Analisis penerapan model problem based learning dalam mengembangkan sikap peduli lingkungan siswa pada materi pencemaran lingkungan. *Symbiotic: Journal of Biological Education and Science*, 1(2), 76–81. <https://doi.org/10.32939/symbiotic.v1i2.9>
- Kospa, H. S. D., & Rahmadi, R. (2019). Pengaruh perilaku masyarakat terhadap kualitas air di sungai sekanak kota Palembang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(2), 212. <https://doi.org/10.14710/jil.17.2.212-221>
- Mahabeer, P., & Tekere, M. (2021). Anthropogenic pollution influences on the physical and chemical quality of water and sediments of the umdloti river system, Kwazulu-Natal. *Physics and Chemistry of the Earth*, 123 (January 2020), 103030. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2021.103030>
- Maya, S., Sholikhah, S., & Sundaygara, C. (2020). Pengaruh model PBL terhadap berpikir kritis ditinjau dari kemandirian belajar siswa. *RAINSTEK: Jurnal Terapan Sains & Teknologi*, 2(1), 9–16. <https://doi.org/10.21067/jtst.v2i1.4376>
- Peen, T. Y., & Arshad, M. Y. (2017). Collaborative and self-directed learning processes: a case study in malaysian chemistry pbl lesson. *Indonesian Journal of Educational Review*, 4(1), 153–166.
- Pohan, D. A. S., Budiyo, B., & Syafrudin, S. (2017). Analisis kualitas air sungai guna menentukan peruntukan ditinjau dari aspek lingkungan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 14(2), 63. <https://doi.org/10.14710/jil.14.2.63-71>
- Rahman, Triarjunet, R., & Dewata, I. (2020). Analisis indeks pencemaran air sungai ombilin dilihat dari kandungan kimia anorganik. *Jurnal Kependudukan Dan Pembangunan Lingkungan*, 1 no 3(3), 52–58.
- Rubiyanti, Badarudin, & Eka, K. I. (2020). Improving critical thinking skills and learning independence using problem based learning based on science literation. *Indonesian journal of educational studies (IJES)*, 23(1), 34–43.
- Santri, D. J., Amizera, S., & Anggraini, N. (2022). The implementation of case methods learning on water quality toward knowledge and care attitude of students' environment. *Journal of Biology Education*, 5(2), 120. <https://doi.org/10.21043/jobv5i2.16170>
- Simatupang, H., & Ionita, F. (2020). Pengaruh model problem based learning terhadap kemampuan pemecahan masalah materi pencemaran lingkungan siswa SMA Negeri 13 Medan. *Jurnal Biolokus*, 3(1), 245. <https://doi.org/10.30821/biolokus.v3i1.680>
- Sulastris, S., & Pertiwi, F. N. (2020). Problem based learning model through constextual approach related with science problem solving ability of junior high school students. *INSECTA: Integrative Science Education and Teaching Activity Journal*, 1(1), 50. <https://doi.org/10.21154/insecta.v1i1.2059>
- Suphap, P., & Seebut, S. (2016). Using PBL with FILA chart to design learning activities on fundamental principle of counting to support problem-solving skills. *Journal of Community Development Research (Humanities and Social Sciences)*, 9(2), 12–22.
- Tan, Y. P., & Mohammad Yusof Arshad. (2013). FILA-MMS chart in chemistry PBL lesson: A case study of its implementation during problem analysis. *PBL Across Cultures (Proceedings from the 4th International Research Symposium on PBL 2013, Kuala Lumpur, Universiti Teknologi Malaysia)*, 154–162. http://vbn.aau.dk/ws/files/80414713/samlet_1_.pdf#page=161
- Utami, K., Inayah, G. N., Supriatno, B., & Riandi. (2022). PBL model learning innovation with mindmaple assisted fila chart design on metacognitive skills. *BIOEDUKASI: Jurnal Pendidikan Biologi*, 15(2), 157–168.
- Yoasthin, E., Nurhayati, B., & Arsal, A. F. (2018). Implementasi Model Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Mata Pelajaran Biologi di SMA Negeri 1 Mamasa (Studi Pada Perubahan Lingkungan) Implementation Problem Based Learning Model to Increase Student. *Prosiding Seminar Nasional Biologi dan Pembelajarannya*, 189–194. <https://ojs.unm.ac.id/semnasbio/article/view/7114>
- Yohannes, B. Y., Utomo, S. W., & Agustina, H. (2019). Kajian kualitas air sungai dan upaya pengendalian pencemaran air. *IJEEM-Indonesian Journal of Environmental Education and Management*, 4(2), 136–155. <https://doi.org/10.21009/ijeem.042.05>
- Zeleňáková, M., Kubiak-Wojcicka, K., Weiss, R., Weiss, E., & Elhamid, H. F. A. (2021). Environmental risk assessment focused on water quality in the Laborec River watershed. *Ecohydrology and Hydrobiology*, 21(4), 641–654. <https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2021.06.002>