



## **Model *Problem-Based Learning* sebagai Upaya Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis pada Pembelajaran Biologi**

**Oki Sandra Agnesa<sup>1</sup>, Arini Rahmadana<sup>2</sup>**

Fakultas Tarbiyah, IAIN Sorong

e-mail : [okisandraa@gmail.com](mailto:okisandraa@gmail.com)<sup>1</sup>, [arinirahmdana@gmail.com](mailto:arinirahmdana@gmail.com)<sup>2</sup>

### **Abstrak**

Revolusi industri 4.0 pada abad ke-21 membawa perubahan pada berbagai sektor kehidupan termasuk pendidikan yang menuntut penguasaan keterampilan esensial di era ini, salah satunya adalah berpikir kritis. Keterampilan berpikir kritis harus diajarkan secara eksplisit pada seluruh kegiatan pembelajaran termasuk pembelajaran biologi. Penerapan model *Problem-based Learning* dalam pembelajaran dikatakan dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Tujuan penelitian ini adalah membuktikan bahwa model *Problem-based Learning* dapat menjadi sebuah upaya peningkatan keterampilan berpikir kritis pada pembelajaran biologi. Penelitian dilakukan dengan *literature review* pada artikel terkait dalam rentang waktu lima tahun (2018-2022). Sebanyak 21 orang peneliti membuktikan bahwa penerapan model *Problem-based Learning* dalam pembelajaran biologi dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis, sehingga dapat disimpulkan bahwa model *Problem-based Learning* dapat digunakan sebagai upaya meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada pembelajaran biologi.

**Kata Kunci:** *Berpikir Kritis, Biologi, Problem-based Learning*

### **Abstract**

The industrial revolution 4.0 in the 21st century brings changes to various sectors of life including education which demands mastery of essential skills in this era, one of which is critical thinking. Critical thinking skills must be taught explicitly in all learning activities, including biology. The application of the Problem-based Learning model in learning is said to be able to improve critical thinking skills. This study aims that the Problem-based Learning model can be an effort to increase critical thinking skills in biology learning. The study was conducted using a literature review on related articles within a span of five years (2018-2022). A total of 21 researchers proved that the application of the Problem-based Learning model in biology learning can improve critical thinking skills, so it can be concluded that the Problem-based Learning model can be used as an effort to improve critical thinking skills in biology learning.

**Keywords:** *Critical Thinking Skills, Biology, Problem-based Learning*

### **PENDAHULUAN**

Saat ini dunia berada pada abad ke-21 dan telah memasuki era revolusi industri 4.0. Era ini ditandai dengan otomatisasi yang dikendalikan oleh *artificial*

*intelligence* dan *digital physical frameworks* (Shahroom & Hussin, 2018). Revolusi industri 4.0 membawa perubahan dalam berbagai sektor kehidupan, salah satunya sektor pendidikan (Lase, 2019). Sektor pendidikan sebagai modal utama dalam mengembangkan dan memajukan generasi penerus bangsa juga perlu penyesuaian dengan perkembangan zaman agar tidak tertinggal dari negara lain (Dito & Pujiastuti, 2021). Era revolusi industri 4.0 menuntut pengembangan sumber daya manusia unggul dan berkualitas yang memiliki keseimbangan antara pengetahuan dan keterampilan sebagai dasarnya (Mardhiyah et al., 2021) agar dapat bersaing dan berkontribusi secara global (Lase, 2019). Menghadapi era ini bukanlah hal mudah dan memerlukan berbagai persiapan. Salah satu persiapan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan daya saing bangsa adalah dengan menargetkan kompetensi lulusan yang memiliki keterampilan abad 21 (Zubaidah, 2018b).

Hidup di abad ke-21 menuntut seseorang untuk menguasai berbagai keterampilan, akibatnya pendidikan diharapkan dapat menjadi modal utama untuk mempersiapkan siswa menguasai berbagai keterampilan tersebut (Zubaidah, 2016). Sampai saat ini masih menjadi perdebatan dan belum ada definisi tunggal yang diterima secara luas tentang keterampilan abad ke-21 (Suto, 2013). Berbagai keterampilan yang dibutuhkan pada abad ke-21 antara lain berpikir kritis, kolaborasi, komunikasi (Mardhiyah et al., 2021; Wrahatnolo & Munoto, 2018; Zubaidah, 2018b), kreativitas, memecahkan masalah (Mardhiyah et al., 2021; Zubaidah, 2018b), metakognisi, inovasi (Mardhiyah et al., 2021), *life planning*, fleksibilitas dan kemampuan beradaptasi, inisiatif dan manajemen diri, kewirausahaan, interaksi social dan budaya, produktivitas dan akuntabilitas, kepemimpinan, pembelajaran sepanjang hayat, literasi digital (Wrahatnolo & Munoto, 2018). Berbagai keterampilan abad ke-21 harus diajarkan secara eksplisit melalui kegiatan pembelajaran (Zubaidah, 2018a). Tujuannya untuk mempersiapkan lulusan agar siap memasuki era industri 4.0 di mana berbagai aktivitas manusia banyak digantikan oleh robot, karenanya pendidikan harus ikut berevolusi dalam kegiatan pembelajarannya dan memanfaatkan berbagai informasi untuk mengembangkan kemampuan siswa yang tidak dapat digantikan oleh robot (Shahroom & Hussin, 2018). Siswa yang telah menguasai keterampilan abad ke-21 akan lebih mampu beradaptasi dengan perubahan dan dapat bereaksi positif terhadap perubahan tersebut (Zubaidah, 2019).

Keterampilan berpikir kritis, salah satu dari berbagai keterampilan yang dibutuhkan pada abad ke-21 merupakan *life skill* yang perlu dikembangkan melalui proses pendidikan dan pembelajaran sebagai keterampilan esensial wajib bagi lulusan pada setiap jenjang pendidikan (Zubaidah, 2018b). Berpikir kritis termasuk ke dalam *high order thinking skill* (HOTS) yang berfokus pada kegiatan menginterpretasi, menganalisis, mengevaluasi, membuat kesimpulan dan pertimbangan berdasar bukti, konseptual, metodologis, atau kontekstual (Guo, 2016). Keterampilan berpikir kritis harus diajarkan secara eksplisit dalam seluruh matapelajaran termasuk biologi dengan harapan siswa mampu

menerapkan sistem berpikir tingkat tinggi dalam membangun alasan yang efektif, memperhitungkan kemungkinan, menarik kesimpulan dan membuat keputusan serta memecahkan masalah (Zubaidah, 2016). Pengembangan keterampilan berpikir kritis pada pembelajaran biologi dapat dilakukan dengan berbagai model pembelajaran, salah satunya adalah pembelajaran berdasarkan masalah *atau Problem-based Learning* (Mustaqim & Bahri, 2021). *Problem-based Learning* juga merupakan model pembelajaran yang melibatkan prinsip 4C (*critical thinking, creativity, communication, dan collaboration*) dalam penerapannya sehingga dianggap ideal untuk memenuhi tujuan pendidikan pada abad ke-21 (Zubaidah, 2018a). *Problem-based Learning* memfokuskan pembelajaran yang berpusat pada siswa dengan menghadapkan mereka pada permasalahan yang belum terstruktur untuk mendorong siswa berkolaborasi membangun pengetahuannya (Tawfik, 2015).

Pembelajaran biologi erat kaitannya dengan pemecahan masalah yang menuntut siswa untuk dapat berpikir secara kritis dalam mencari solusi dari masalah yang dihadapi, hal ini berkaitan dengan materi pelajaran biologi identik dengan berbagai situasi masalah yang membingungkan, tidak jelas, atau tidak terstruktur (*ill-structured*) yang akan mudah menarik perhatian dan rasa ingin tahu siswa, misalnya masalah pencemaran lingkungan, ledakan populasi ulat bulu, kasus keracunan makanan dan lainnya (Palennari, 2018). Oleh karena itu, menerapkan model *Problem based Learning* dalam pembelajaran biologi dapat menjadi pilihan yang sesuai dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa. Sebagai seorang akademisi, pasti akan muncul keraguan tentang kebenaran model *Problem-based Learning* dapat menjadi pilihan yang tepat dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa. Keraguan yang muncul dapat dihilangkan dengan memberikan bukti kongkrit. Tujuan penelitian *literature review* ini adalah dapat memberikan bukti bahwa model *Problem-based Learning* dapat menjadi sebuah upaya peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa pada pembelajaran biologi.

## **METODE**

Penelitian dilakukan berbasis *literature review* dengan tujuh tahap, yaitu menentukan tujuan penulisan, memilih sumber database, memilih kata kunci dalam proses pencarian database, melakukan proses pencarian literatur, menentukan kriteria inklusi artikel yang digunakan, melakukan seleksi berdasarkan kriteria inklusi, dan mensintesis hasil (Fink, 2014). Pencarian artikel menggunakan database Garuda dan Google Scholar dengan kata kunci *Problem Based Learning, keterampilan berpikir kritis, dan pembelajaran biologi*. Artikel yang digunakan dalam *lieterature review* ini harus memenuhi kriteria inklusi yang ditetapkan, diantaranya artikel memiliki judul dan isi yang relevan dengan tujuan penelitian, berbahasa Inggris atau berbahasa Indonesia, *free fulltext access*, dan artikel dipublikasi pada tahun 2018-2022. Penelitian ini menggunakan *content analysis* atau kajian isi sebagai metode analisis datanya. Metode analisis ini

dilakukan dengan mengkaji secara detail dan mendalam terhadap sumber literatur yang digunakan, dalam hal ini penulis mengkaji isi dari hasil penelitian dalam jurnal nasional maupun internasional mengenai model Problem Based Learning sebagai upaya peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa pada pembelajaran biologi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Artikel yang memenuhi kriteria inklusi dan dapat digunakan dalam proses literature review pada penelitian ini sebanyak 21 artikel. Artikel yang digunakan berasal dari jurnal berbahasa Inggris sebanyak 8 artikel dan berbahasa Indonesia sebanyak 13 artikel. Seluruh artikel ini dilakukan proses review dengan metode content analysis untuk memperoleh informasi bagaimana penggunaan model Problem-based learning pada pembelajaran biologi kaitannya dengan keterampilan kritis siswa. Hasil review dituliskan dalam tabel yang mencakup kode artikel, judul artikel, dan hasil review artikel. Hasil review artikel dijabarkan secara rinci pada Tabel 1.

**Tabel 1. Hasil Review Artikel**

Kode	Judul Artikel	Hasil
A1	Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Zat Aditif dan Zat Adiktif Kelas VIII SMPN 12 Padang (Hasanah et al., 2018)	Perbedaan rata-rata selisih nilai <i>pretest-posttest</i> keterampilan berpikir kritis kelas yang menggunakan model pembelajaran berbasis masalah ( $t_{hitung} = 2,94$ ) dengan kelas control ( $t_{hitung} = 1,67$ ) menjadi acuan bahwa model pembelajaran berbasis masalah dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Hasil penelitian juga menunjukkan terjadinya peningkatan indikator keterampilan berpikir kritis meliputi kemampuan analisis, evaluasi, inferensi, deduktif, dan induktif. Sintaks pembelajaran berbasis masalah melatih keterampilan berpikir kritis, di mana tahap <i>clarify</i> , <i>define</i> , <i>analyse</i> melatih kemampuan analisis, tahap <i>review</i> melatih kemampuan evaluasi, tahap <i>identify learning objectives</i> melatih kemampuan inferensi, tahap <i>selfstudy</i> melatih kemampuan deduksi dan induksi serta tahap <i>report and synthesis</i> melatih kemampuan inferensi.
A2	Pengaruh <i>Reciprocal Teaching</i> dan <i>Problem Based Learning</i> terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik SMA pada Materi Sistem Reproduksi (Anggraeni et al., 2018)	Pembelajaran dengan model <i>Reciprocal Teaching</i> dan <i>Problem-based Learning</i> berpengaruh positif terhadap keterampilan berpikir kritis pada materi sistem reproduksi. Keterlibatan siswa dalam pembelajaran dengan model <i>Problem-based Learning</i> dapat membantu mengembangkan keterampilan berpikir kritis. Model ini melibatkan siswa untuk mengembangkan kemampuan mencari dan menyelidiki secara kritis, logis, dan analitis untuk menemukan solusi masalah yang dihadapi.
A3	Analisis Berpikir Kritis Siswa yang Bergaya Kognitif Reflektif dan Impulsif pada Pembelajaran Biologi	Setiap siswa memiliki gaya kognitif berbeda (reflektif atau impulsif) yang mempengaruhi keterampilan berpikir kritisnya. Model <i>Problem-based Learning</i> dengan media Gambar yang diterapkan pada pembelajaran biologi materi pencemaran lingkungan

	melalui Model Pembelajaran <i>Problem Based Learning</i> dengan Media Gambar (Muryani & Cintamulya, 2018)	terbukti berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kritis siswa, dimana siswa dengan gaya kognitif reflektif memperoleh nilai tes lebih tinggi dibandingkan siswa dengan gaya kognitif impulsif pada tes keterampilan berpikir kritis.
A4	Pengaruh Model Pembelajaran <i>Problem Based Learning</i> terhadap Berpikir Kritis Siswa SMP pada Pembelajaran Biologi Materi Pemanasan Global (Fitriyyah & Wulandari, 2019)	Hasil penelitian dengan menggunakan instrumen tes dengan empat indikator keterampilan berpikir kritis meliputi menganalisis argument, bertanya dan menjawab pertanyaan tentang suatu penjelasan, mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan suatu definisi menunjukkan nilai rata-rata <i>posttest</i> (83,60%) lebih besar dibandingkan nilai <i>pretest</i> (52,93%) pada kelas yang menggunakan model <i>Problem-based Learning</i> dan jika dibandingkan dengan kelas kontrol yang memiliki nilai <i>pretest</i> (54,00%) dan nilai <i>posttest</i> (76,40%), kelas eksperimen juga memiliki nilai yang lebih tinggi. Hal ini membuktikan bahwa penggunaan model <i>Problem-based Learning</i> pada pembelajaran biologi memiliki pengaruh positif pada keterampilan berpikir kritis siswa.
A5	<i>Problem-Based Learning Model with Experimental Task Method Triggers Critical Thinking Skills</i> (Fransiska et al., 2019)	Model <i>Problem-based Learning</i> dengan metode <i>experimental tasks</i> dapat memicu peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa dibandingkan dengan model pembelajaran konvensional, dibuktikan dengan rata-rata nilai keterampilan berpikir kritis siswa kelas eksperimen lebih tinggi dibanding kelas kontrol. Hal ini karena <i>Problem-based Learning</i> menggunakan masalah kontekstual dalam pembelajaran untuk membangun pengetahuan dan mengakomodasi keterampilan berpikir kritis.
A6	Efektifitas Bahan Ajar Ekologi Hewan Berbasis <i>Problem Based Learning</i> terhadap Keterampilan berpikir kritis dan Pemecahan Masalah Mahasiswa Pendidikan Biologi (Setyoko et al., 2019)	Penggunaan bahan ajar berbasis <i>Problem-based Learning</i> mengakomodasi proses pemecahan masalah dengan memberi pengalaman nyata pada proses pembelajaran. Bahan ajar ekologi hewan yang dikemas dengan permasalahan unik menarik minat mahasiswa untuk dipecahkan, sehingga dapat menjadi media pembelajaran dalam proses perkuliahan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah.
A7	<i>Blended-Problem-Based Learning: How its impact on students' critical thinking skills?</i> (Lukitasari et al., 2019)	Penggabungan proses pembelajaran tatap muka dengan pembelajaran <i>online</i> pada <i>Blended-Problem-based Learning</i> ternyata dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran, motivasi dan HOTS siswa. Efektivitas penggunaan <i>Blended-Problem-based Learning</i> dibuktikan dengan respon positif pada peningkatan aspek perhatian, relevansi, percaya diri, sikap, dan nilai siswa yang juga sejalan dengan peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa dalam memberikan penjelasan sederhana, membangun keterampilan dasar, memberikan penjelasan lebih lanjut, menentukan tindakan pemecahan masalah, dan menarik kesimpulan dengan benar.

A8	<i>The Effect of Problem Based Learning to Critical Thinking Ability of M1 Students in Plant Biotechnology Materials</i> (Choiriya et al., 2019)	Model <i>Problem-based Learning</i> terbukti dapat memotivasi siswa untuk belajar mandiri dalam mencari informasi dari berbagai sumber, seperti lingkungan, media, dan internet yang dapat melatih siswa untuk berpikir kritis tentang masalah kontekstual yang berkaitan dengan materi, dampak pembelajaran seperti ini adalah peningkatan kemampuan kognitif siswa dalam mengidentifikasi masalah, merumuskan hipotesis, menganalisis masalah, mengevaluasi dan menyimpulkan. Penelitian yang dilakukan membuktikan bahwa keterampilan berpikir kritis siswa pada kelas dengan model <i>Problem-based Learning</i> lebih tinggi dibandingkan siswa pada kelas dengan model pembelajaran diskusi.
A9	Keefektifan Lembar Kegiatan Peserta Didik Berbasis <i>Problem Based Learning</i> Pada Materi Perubahan Lingkungan Untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis (Saputra & Kuntjoro, 2019)	Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) efektif menunjang pembelajaran yang berpusat pada pebelajar. Penelitian membuktikan bahwa LKPD berbasis <i>Problem-based Learning</i> efektif dalam melatih keterampilan berpikir kritis berdasarkan aspek interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, penjelasan dan regulasi diri dengan persentase ketercapaian sebesar 81,5%.
A10	<i>The Effect of Model Problem Based Learning on the Critical Thinking Ability of Students in Class X Man 1 Padang</i> (Sopranda & Chatri, 2020)	Model pembelajaran <i>Problem-based Learning</i> menggunakan tujuh tahapan untuk membantu siswa menganalisis masalah, dimulai dari mengklarifikasi konsep ( <i>clarify</i> ), mendefinisikan masalah ( <i>define</i> ), menganalisis masalah ( <i>analysis</i> ), menemukan penjelasan ( <i>review</i> ), merumuskan tujuan pembelajaran ( <i>identify learning objective</i> ), mencari informasi lebih lanjut ( <i>selfstudy</i> ), dan melaporkan serta mencicipi informasi baru ( <i>report and synthesis</i> ). Tahapan dalam <i>Problem-based Learning</i> mengakomodasi siswa menjadi lebih aktif selama proses pembelajaran dengan memberikan kesempatan pada siswa melakukan aktivitas berpikir dalam memecahkan masalah, mengumpulkan informasi, mengolah dan menyimpulkannya sehingga memberikan pengaruh positif pada peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa dibandingkan kelas control yang menggunakan model saintifik. Penelitian ini menyimpulkan bahwa pembelajaran biologi dengan model <i>Problem-based Learning</i> meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa X IPA MAN 1 Padang.
A11	Penerapan Model Pembelajaran <i>Problem Based Learning</i> untuk Meningkatkan Keterampilan berpikir kritis Siswa Kelas X MIPA-2 (Mardiyanti, 2020)	Keterampilan berpikir kritis siswa meningkat baik secara individual maupun klasikal pada pembelajaran biologi materi perubahan lingkungan yang menerapkan model <i>Problem-based Learning</i> , dibuktikan dengan terjadinya peningkatan yang signifikan pada pencapaian indikator keterampilan berpikir kritis meliputi menganalisis argumen, mempertimbangkan sumber, membuat dan menilai

		induksi, membuat dan memperimbangkan keputusan, mengidentifikasi asumsi, dan memutuskan tindakan dari siklus I (rata-rata nilai 79) ke siklus II (rata-rata nilai 85).
A12	Upaya Meningkatkan Keterampilan berpikir kritis Siswa pada Mata Pelajaran Biologi melalui Penerapan Model Pembelajaran <i>Problem Based Learning</i> di Kelas X SMA Negeri 1 Kluet Tengah (Fakhrizal & Hasanah, 2020)	Penerapan model <i>Problem-based Learning</i> pada mata pelajaran biologi di kelas X dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, dibuktikan dengan terjadinya peningkatan rata-rata persentase keterampilan berpikir kritis siswa (pra siklus: 37,81% kategori kurang kritis, siklus I: 51,80% kategori cukup kritis, dan siklus II: 76,90% kategori kritis). Hal ini terjadi karena model <i>Problem-based Learning</i> mengakomodasi siswa dalam mengembangkan aktivitas berpikirnya termasuk keterampilan berpikir kritis.
A13	The Correlation between Critical Thinking Skills and Academic Achievement in Biology through Problem Based Learning-Predict Observe Explain (PBLPOE) (Fitriani et al., 2020)	Penelitian yang dilakukan membuktikan bahwa prestasi akademik siswa dapat meningkat seiring dengan meningkatnya pemikiran kritis siswa, siswa dengan keterampilan berpikir kritis yang baik dilatih untuk berpikir pada tingkat tinggi yang lebih memungkinkan mereka untuk memperoleh prestasi akademik yang lebih tinggi. Pendidik perlu memberdayakan siswa untuk berpikir kritis dan berhasil mencapai nilai bagus pada pembelajaran biologi, karenanya disarankan bagi pendidik untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis di dalam kelas guna meningkatkan prestasi belajar siswa, misalnya dengan menerapkan model pembelajaran <i>Problem-based Learning – Predict Observe Explain</i> (PBLPOE).
A14	<i>Development of Problem Based Learning (PBL)-Based E-Module to Improve Critical Thinking Skills of Students In Biology Learning Class X SMAN 1 Seberida Indragiri Hulu Regency</i> (Sagita et al., 2021)	Pembelajaran menggunakan <i>E-module biodiversity and viruses</i> berbasis <i>Problem-based Learning</i> pada pembelajaran Biologi dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dibandingkan dengan siswa yang tidak menggunakannya pada pembelajaran keanekaragaman hayati dan virus.
A15	<i>The Effectiveness of Problem Based Learning (PBL) Based E-Module on the Classic Genetic Materials to Improve the Student's Critical Thinking Skills</i> (Anesa & Ahda, 2021)	Penggunaan e-modul berbasis <i>Problem-based Learning</i> untuk materi genetika klasik pada kelas eksperimen menunjukkan rata-rata hasil tes keterampilan berpikir kritis dengan indikator <i>analysis, evaluation, inference, deductive and inductive reasoning</i> yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelas control yang tidak menggunakan. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan e-modul berbasis <i>Problem-based Learning</i> efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis.
A16	Peningkatan Keterampilan berpikir kritis Biologi Siswa melalui Model <i>Problem Based Learning</i> (PBL)	Terjadi peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa yang dilihat berdasarkan hasil tes dari siklus I sebesar 51,51% menjadi 84,85% pada siklus II dengan penggunaan model pembelajaran <i>Problem-based Learning</i> pada materi struktur dan fungsi

	di Negara 6 SMA Padangsidempuan (Nasution et al., 2021)	peredaran darah.
A17	Penerapan Model Pembelajaran <i>Problem Based Learning</i> (PBL) untuk Meningkatkan Keterampilan berpikir kritis dan Hasil Belajar Peserta Didik pada Mata Pelajaran Biologi dalam Pembelajaran Online di Masa Pandemi Covid-19 (Apryani & Suryanto, 2021)	Model <i>Problem-based Learning</i> pada matapelajaran biologi dapat diterapkan dalam pembelajaran online melalui platform <i>google classroom</i> dan <i>google meeting</i> . Model ini juga meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan hasil belajar, dibuktikan dengan terjadi peningkatan aspek berpikir kritis dari siklus I dengan rata-rata 56,89% kategori "kurang kritis" menjadi 78,61% kategori "cukup kritis" pada siklus II dengan penerapan model <i>Problem-based Learning</i> pada mata pelajaran biologi dalam pembelajaran online di masa pandemi Covid-19.
A18	Implementasi Model <i>Problem Based Learning</i> Dipadu LKPD Berbasis STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis pada Materi Pencemaran Lingkungan (Hasanah et al., 2021)	Pembelajaran biologi yang hanya terfokus pada materi dengan menghafal konsep tanpa menggunakan LKPD dalam melakukan kerja praktek secara maksimal tidak mendorong siswa untuk melatih keterampilan berpikir kritisnya. Penelitian yang telah dilakukan membuktikan bahwa penerapan model <i>Problem-based Learning</i> yang dipadu LKPD berbasis STEM pada materi pencemaran lingkungan di kelas X SMA dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.
A19	The Effect of Problem Based Learning (PBL) Model with Analyze Case Study on Respiration System Material on Students Critical Thinking Ability (Virtanti et al., 2021)	Penerapan model <i>Problem-based Learning</i> dengan analisis studi kasus pada proses pembelajaran menyebabkan siswa lebih termotivasi dan meningkatkan keaktifan siswa, selain itu model ini juga dapat memacu siswa lebih kreatif, berpikir kritis, berargumentasi, dan bekerja kelompok, namun dalam penerapannya terkendala keterbatasan waktu sehingga dibutuhkan pengaturan waktu yang efisien. Meskipun demikian hasil penelitian menunjukkan model <i>Problem-based Learning</i> dengan analisis studi kasus berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kritis, dibuktikan dengan hasil tes berpikir kritis siswa berada pada kategorii (52%) dan kategori sedang (48%).
A20	Pengaruh Model PBL ( <i>Problem Based Learning</i> ) dengan Media Animasi terhadap Keterampilan berpikir kritis dan Hasil Belajar Biologi Siswa di SMAN 1 Kota Bengkulu (Nasral & Meliandika, 2022)	Penggunaan model <i>Problem-based Learning</i> dengan media animasi pada materi pencemaran lingkungan berpengaruh terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis dan hasil belajar siswa. Media animasi dapat menjadi alat bantu dalam menganalisis masalah sehingga memudahkan dalam proses pemecahan masalah. Penyajian materi dengan media animasi pada model <i>Problem-based Learning</i> membantu meningkatkan perhatian, motivasi, semangat dan daya ingat dalam proses pembelajaran yang menjadi rangsangan bagi siswa untuk memecahkan masalah menggunakan kemampuan berpikir dan eksplorasi pengetahuan yang secara tidak langsung berperan dalam peningkatan keterampilan berpikir kritis dan hasil



			belajar.
A21	Integrasi <i>Problem Learning</i> Daring Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Pendidikan (Fadhilah et al., 2022)	<i>STEM-Based Learning</i> melalui Daring Terhadap Mahasiswa Biologi	Pembelajaran dengan pendekatan dan model yang tepat akan lebih efektif jika dipadukan dengan pemanfaatan teknologi. Hal ini dibuktikan dengan hasil penelitian yang mengintegrasikan <i>STEM-Problem-based Learning</i> melalui daring pada pembelajaran berpengaruh positif terhadap keterampilan berpikir kritis siswa. Hal ini karena empat komponen dalam STEM yang diintegrasikan dengan <i>Problem-based Learning</i> akan meningkatkan aktivitas berpikir kritis meliputi pemecahan masalah, pengambilan keputusan, asumsi, penyelidikan, dan evaluasi.

Penelitian berbasis *literature review* yang dilakukan untuk mengkaji model *Problem-based Learning* sebagai upaya peningkatan keterampilan berpikir kritis pada pembelajaran biologi dilakukan dengan mengkaji 21 artikel hasil penelitian dari jurnal berbahasa Inggris maupun Indonesia. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis, model *Problem-based Learning* dapat dikombinasikan dengan berbagai media pembelajaran. Media pembelajaran yang dapat digunakan seperti media gambar, bahan ajar, LKS, *E-module*, ataupun animasi. Model *Problem-based Learning* juga dapat dikombinasikan dengan model pembelajaran lainnya, seperti model *reciprocal teaching*, *experimental tasks*, *predict-observe-explain* (PLO), *online learning*, *blended learning*, *science-technology-engineering-mathematics* (STEM), ataupun *analyze case study* sebagai upaya meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Selain keterampilan berpikir kritis penggunaan media ataupun model pembelajaran yang dikombinasikan dengan model *Problem-based Learning* juga dapat memberikan pengaruh positif pada kemampuan pemecahan masalah, prestasi akademik, ataupun hasil belajar.

### **Model *Problem-based Learning* tanpa kombinasi sebagai upaya meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada pembelajaran biologi**

Pembelajaran biologi yang menerapkan model *Problem-based Learning* dalam prosesnya terbukti dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Artikel dengan kode A1, A2, A4, A8, A10, A11, A12, dan A16 yang telah di-review membuktikan hal tersebut. Tujuh penelitian yang dipublikasikan dalam artikel tersebut membuktikan bahwa penggunaan model *Problem-based Learning* pada pembelajaran biologi tanpa dikombinasikan dengan media maupun model pembelajaran lainnya sudah mampu memberikan efek positif terhadap keterampilan berpikir kritis (Choiriya et al., 2019; Fakhrizal & Hasanah, 2020; Fitriyyah & Wulandari, 2019; Hasanah et al., 2018; Mardiyanti, 2020; Nasution et al., 2021; Sopranda & Chatri, 2020). Model *Problem-based Learning* yang diintegrasikan dalam pembelajaran biologi ini memiliki tujuh tahapan dalam membantu menganalisis masalah, meliputi *clarify the concepts*, *define the problem*, *analyse the problem*, *find the explanation*, *formulate the learning objective*, *search for further information*, dan *report and test new information* (De

Graaff & Kolmos, 2003). Tahap *clarify the concepts* dapat membangkitkan rasa ingin tahu dan memotivasi karena tuntutan untuk mengidentifikasi konsep asing yang berkaitan dengan masalah, tahap *define the problem* menuntut integrasi pengetahuan yang telah ada ke dalam kehidupan sehari-hari untuk menentukan masalah yang terjadi, tahap *analyze the problem* menuntut untuk dilakukannya kegiatan analisis masalah dengan berbekal pengetahuan yang telah dimiliki, biasanya dilakukan secara berkelompok untuk dapat saling membantu dalam memecahkan masalah dengan diskusi, tahap *find the explanation* mengarahkan untuk pembuatan hipotesis dari berbagai kemungkinan alternatif pemecahan masalah sesuai pengetahuannya dengan menganalisis masalah yang akan dipecahkan, tahap *formulate the learning objective* menuntut penentuan tugas dan kegiatan dari masing-masing anggota kelompok untuk memecahkan masalah yang telah dirumuskan, tahap *search for further information* mengakomodasi untuk pencarian informasi dari literatur yang relevan dengan masalah yang dihadapi agar dapat dijadikan alternatif pemecahan masalah, dan tahap terakhir *report and test new information* mengakomodir kegiatan berbagi informasi antar anggota kelompok untuk dapat membuat kesimpulan berupa solusi pemecahan masalah (Hasanah et al., 2018; Sopranda & Chatri, 2020).

Penerapan model ini pada akhirnya akan memberikan kesempatan untuk melakukan aktivitas berpikir dalam hal mengumpulkan informasi, mengolah dan menyimpulkannya untuk membuat solusi dalam memecahkan masalah yang akan berdampak positif pada peningkatan keterampilan berpikir kritis. Tahapan pembelajaran pada model *Problem-based Learning* ditujukan untuk melatih kemampuan analisis dalam mengidentifikasi masalah dengan mengaitkan antara pengetahuan yang diperoleh dari pembelajaran di sekolah dengan kehidupan sehari-hari. Kegiatan *clarify, define, analysis, review, identify learning objective, selfstudy, dan report and synthesis* dikatakan mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis dapat terjadi dibuktikan dengan peningkatan pada indikator berpikir kritis. Tahap *clarify, define, dan analyze* mengakomodasi dalam melatih kemampuan menganalisis, tahap *review* menuntut untuk dapat membuat hipotesis berdasarkan fakta dan konsep yang telah ditemukan dapat melatih kemampuan evaluasi, tahap *identify learning objective* serta *review and synthesis* membantu mengembangkan kemampuan inferensi, dan tahap *selfstudy* memungkinkan untuk pencarian informasi dari berbagai sumber yang relevan untuk memecahkan masalah yang dihadapi, tahap ini melatih kemampuan deduksi dan induksi. Indikator berpikir kritis yang terus dilatih dengan penerapan model *Problem-based Learning* dalam proses pembelajaran pasti akan membawa dampak positif dan dapat digunakan sebagai salah satu upaya dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis.

**Upaya peningkatan keterampilan berpikir kritis dengan penggunaan media pembelajaran yang terintegrasi model *Problem-based Learning* pada pembelajaran biologi**

Pembelajaran yang menggunakan media terintegrasi Model *Problem-based Learning* dalam kegiatan pembelajarannya terbukti dapat memberikan dampak positif terhadap keterampilan berpikir kritis. Artikel dengan kode A3, A6, A9, A14, A15, A18, dan A20 yang telah *direview* membuktikan dampak positif tersebut. Jenis media pembelajaran yang memberikan dampak positif setelah diintegrasikan dengan model *Problem-based Learning* dari artikel yang *direview* antara lain media gambar, bahan ajar, LKPD, *e-module*, dan animasi. Selain penggunaan model pembelajaran yang sesuai, penggunaan media dalam proses pembelajaran juga memiliki peran penting untuk mencapai tujuan pembelajaran. Penggunaan media dalam proses pembelajaran ditujukan untuk menarik minat dan membangkitkan motivasi belajar, sehingga akan memberikan dampak positif pada suksesnya kegiatan pembelajaran dan pembentukan keterampilan yang dituju.

Artikel dengan kode A3 telah membuktikan bahwa pembelajaran biologi terintegrasi model *Problem-based Learning* dengan media gambar pada materi pencemaran berpengaruh positif pada keterampilan berpikir kritis (Muryani & Cintamulya, 2018). Penelitian tersebut menguji perbedaan keterampilan berpikir kritis antara siswa dengan gaya kognitif reflektif dan impulsif, hasilnya menunjukkan penerapan model *Problem-based Learning* dengan media gambar pada siswa dengan gaya kognitif reflektif lebih baik dari siswa dengan gaya kognitif impulsif dalam keterampilan berpikir kritis. Artikel dengan kode A6 membuktikan efektivitas bahan ajar ekologi hewan yang diintegrasikan dengan model *Problem-based Learning* pada keterampilan berpikir kritis (Setyoko et al., 2019). Bahan ajar yang mengintegrasikan model *Problem-based Learning* mendukung terlaksananya kegiatan ilmiah dalam proses pembelajarannya, hal ini akan memberikan kebiasaan untuk menganalisis dalam kegiatan ilmiah yang dilakukan. Proses analisis ini membantu dalam pengembangan keterampilan berpikir kritis. Artikel dengan kode A9 dan A18 keduanya membuktikan dampak positif penggunaan Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) berbasis model *Problem-based Learning* pada materi biologi pada keterampilan berpikir kritis (Hasanah et al., 2021; Saputra & Kuntjoro, 2019). LKPD umumnya berisi ringkasan materi, soal latihan, dan petunjuk penyelesaian tugas yang digunakan sebagai bahan penunjang proses pembelajaran. LKPD yang diintegrasikan dengan model *Problem-based Learning* dapat memfasilitasi dalam membangun pengetahuan dan keaktifan untuk mengembangkan kemampuan pemecahan masalah, hal ini akan berdampak positif pada pengembangan keterampilan berpikir kritis. Hal ini dapat terjadi karena LKPD berbasis model *Problem-based Learning* yang digunakan dalam pembelajaran dapat menjadi pemicu motivasi belajar, mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, dan menjadikan pembelajaran bermakna, sehingga memiliki pengaruh positif pada keterampilan berpikir kritis dalam pemahaman konsep biologi. Artikel dengan kode A14 dan A15 membuktikan pengaruh positif pada keterampilan berpikir kritis dari penggunaan *e-module* terintegrasi model *Problem-based Learning* dalam

pembelajaran biologi (Anesa & Ahda, 2021; Sagita et al., 2021). *E-module* merupakan perangkat pembelajaran yang berisikan materi, strategi, batasan, dan teknik penilaian yang sudah direncanakan untuk dapat mencapai tujuan pembelajaran (Sagita et al., 2021). *E-module* yang diintegrasikan dengan model *Problem-based Learning* dapat dirancang dengan fokus berpikir kritis untuk memfasilitasi kegiatan pembelajaran yang memberikan keterlibatan substansial pada pengembangan keterampilan berpikir kritis dalam hal penalaran yang melibatkan siswa pada kemampuan mengkonstruksi ide secara deduktif maupun induktif. Artikel dengan kode A20 membuktikan bahwa media animasi yang diintegrasikan dengan model *Problem-based Learning* untuk materi pencemaran lingkungan dapat digunakan sebagai upaya meningkatkan keterampilan berpikir kritis (Nasral & Meliandika, 2022). Penggunaan media pembelajaran bertujuan untuk dapat meningkatkan perhatian, motivasi, semangat, dan daya ingat siswa. Media animasi yang diintegrasikan dengan model *Problem-based Learning* akan menjadi rangsangan yang tepat bagi siswa untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis karena menuntut penggunaan kemampuan berpikir dan eksplorasi siswa untuk memecahkan masalah.

### **Kombinasi model *Problem-based Learning* dengan model, strategi, ataupun metode lainnya pada pembelajaran biologi sebagai upaya meningkatkan keterampilan berpikir kritis**

Model *Problem-based Learning* dapat dikombinasikan dengan model, strategi, ataupun metode pembelajaran lainnya dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada proses pembelajaran biologi. Artikel dengan kode A5, A7, A13, A19, dan A21 membuktikan hal tersebut. Model, strategi, ataupun metode pembelajaran yang terbukti memberi dampak positif pada keterampilan berpikir kritis jika diintegrasikan dengan *Problem-based Learning* antara lain model pembelajaran *Blended Learning*, *Predict Observe Explain*, STEM, metode *Experimental Task*, dan Strategi *Analyze Case Study*. Integrasi *Problem-based Learning* dengan metode *Experimental Task* terbukti dapat memicu peningkatan keterampilan berpikir kritis (Fransiska et al., 2019). Hal ini dapat terjadi karena metode eksperimen terintegrasi *Problem-based Learning* memberikan pengalaman langsung bagi siswa untuk dapat menemukan jawaban masalah yang dihadapi dengan melakukan eksperimen sebagai pembuktian teori yang telah dipelajari melalui kegiatan penerapan konsep, pembuatan hipotesis, pengamatan, analisis, dan penarikan kesimpulan. Kegiatan ini secara tidak langsung dapat memicu dalam proses pengembangan keterampilan berpikir kritis. Penggunaan model *Problem-based Learning* dalam pembelajaran online (*Blended-Problem-based Learning Model*) juga terbukti memberi dampak positif bagi keterampilan berpikir kritis (Lukitasari et al., 2019). Efektivitas pembelajaran dapat ditingkatkan salah satunya melalui kombinasi *Problem-based Learning* dengan pembelajaran online. Peningkatan efektivitas pembelajaran dapat terjadi karena pembelajaran dengan model ini dapat meningkatkan aspek perhatian dan motivasi siswa untuk mengikuti rangkaian pembelajaran yang akan diberikan,

siswa yang semangat mengikuti pembelajaran akan mudah baginya untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritisnya, di mana dengan menerapkan model *Problem-based Learning* siswa diajarkan untuk bisa menentukan tindakan pemecahan masalah dan dapat menarik kesimpulan dengan benar yang membutuhkan keterampilan berpikir kritis dalam melakukannya. Model *Problem-based Learning* yang dikombinasikan dengan model *Predict Observe Explain* terbukti memiliki dampak positif pada peningkatan keterampilan berpikir kritis (Fitriani et al., 2020). Peningkatan keterampilan berpikir kritis dengan menggunakan model *Problem-based Learning-Predict Observe Explain* (PBLPOE) terjadi karena kegiatan pembelajaran dengan model ini membantu siswa dalam mengkonstruksi pengetahuannya berdasarkan pengalaman dari berbagai keadaan dan fenomena untuk memperoleh pengetahuan baru dan menemukan solusi dari permasalahan yang dihadapi. Model *Problem-based Learning* yang dikombinasikan dengan strategi *analyze case study* juga terbukti memiliki pengaruh terhadap keterampilan berpikir kritis (Virtanti et al., 2021). Hal ini dapat terjadi karena dengan strategi analisis studi kasus siswa menjadi termotivasi dan aktif dalam mengikuti kegiatan pembelajaran, studi kasus yang menarik dan unik dapat memacu siswa menjadi lebih kreatif dan berpikir kritis dalam proses berargumentasi dalam kelompok untuk menyelesaikan masalah yang diangkat dalam studi kasusnya, secara tidak langsung kegiatan ini akan membantu dalam peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa. Model pembelajaran berbasis STEM yang diintegrasikan dengan model *Problem-based Learning* melalui daring juga memiliki pengaruh positif terhadap keterampilan berpikir kritis (Fadhilah et al., 2022). Integrasi STEM dengan *Problem-based Learning* pada pembelajaran biologi ditujukan untuk membantu siswa melatih kemampuan memecahkan masalah, mengambil keputusan, membuat asumsi, melakukan penyelidikan, dan mengevaluasi hasilnya untuk menemukan solusi permasalahan yang dicari, hal ini akan memberikan pengaruh positif pada pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa selama proses pembelajaran.

### **Pengaruh positif model *Problem-based Learning* terhadap kemampuan pemecahan masalah, prestasi akademik, dan hasil belajar biologi**

Model *Problem-based Learning* selain dapat digunakan sebagai upaya meningkatkan keterampilan berpikir kritis, ternyata dapat juga memiliki pengaruh positif bagi kemampuan pemecahan masalah, prestasi akademik, dan hasil belajar. Hal ini dibuktikan dengan hasil penelitian yang dipublikasikan dalam beberapa artikel. A6, A13, A17 dan A20 merupakan kode artikel yang membuktikan bahwa model *Problem-based Learning* yang diterapkan pada pembelajaran biologi memberi pengaruh positif tidak hanya pada keterampilan berpikir kritis, namun juga pada kemampuan pemecahan masalah, prestasi akademik, dan hasil belajar. Pembelajaran yang dikombinasikan model *Problem-based Learning* mengakomodasi pebelajar dalam melakukan pemecahan masalah dengan memberikan pengalaman nyata dalam proses pembelajaran di mana pembelajaran bersifat *student center* yang menuntut keaktifan dalam

kegiatan melakukan penelitian, mengintegrasikan teori dan praktik, serta mengaplikasikan pengetahuan dan keterampilannya untuk membangun solusi suatu permasalahan (Setyoko et al., 2019). Penerapan model *Problem-based Learning* selain berpengaruh positif pada keterampilan berpikir kritis juga memiliki dampak positif pada prestasi akademik. Hal ini dapat terjadi karena berpikir kritis berkorelasi dengan prestasi akademik, di mana berpikir kritis merupakan salah satu keterampilan kognitif tertinggi, seseorang dengan kemampuan kognitif yang tinggi lebih memungkinkan untuk memiliki prestasi akademik yang tinggi (Fitriani et al., 2020). Model *Problem-based Learning* memungkinkan pembelajaran bersifat *student center*, dampaknya adalah dihasilkannya pengalaman belajar sendiri yang menumbuhkan motivasi dalam belajar, hal ini akan memberikan dampak signifikan pada hasil belajar (Apryani & Suryanto, 2021; Nasral & Meliandika, 2022).

## KESIMPULAN

Hasil literature review yang dilakukan membuktikan bahwa model Problem-based Learning dapat menjadi upaya yang bisa dilakukan dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada pembelajaran biologi. Penerapan model Problem-based Learning yang dikombinasikan dengan media ataupun model pembelajaran lainnya juga memberikan efek positif pada keterampilan berpikir kritis. Meskipun demikian belum ada jaminan keseluruhan penelitian tersebut telah menggunakan instrument penelitian yang telah tervalidasi sehingga menimbulkan keraguan sejauhmana hasil penelitiannya dapat dipercaya. Oleh karena itu, disarankan agar penelitian berikutnya dapat menggunakan instrument penelitian yang telah diujicoba dan tervalidasi untuk mengukur efek dari penggunaan model Problem-based Learning terhadap keterampilan berpikir kritis. Meskipun demikian sangat disarankan untuk menerapkan model Problem-based Learning baik yang dikombinasikan dengan media maupun model pembelajaran lainnya ataupun tidak dikombinasikan dalam pembelajaran biologi dimulai dari kelas oleh pengajar sebagai upaya meningkatkan keterampilan berpikir kritis.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anesa, D. R., & Ahda, Y. (2021). The Effectiveness of Problem Based Learning (PBL) Based E-Module on the Classic Genetic Materials to Improve the Student's Critical Thinking Skills. *International Journal of Social Science and Human Research*, 04(07), 1785–1789. <https://doi.org/10.47191/ijsshr/v4-i7-30>
- Anggraeni, H., Rahayu, S., Rusdi, R., & Ichsan, I. Z. (2018). Pengaruh Reciprocal Teaching dan Problem Based Learning terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik SMA pada Materi Sistem Reproduksi. *Biota*, 11(1), 77–95. <https://doi.org/10.20414/jb.v11i1.84>
- Apryani, Y., & Suryanto. (2021). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Peserta Didik pada Mata Pelajaran Biologi dalam Pembelajaran

Online di Masa Pandemi Covid-19. *Tajdidukasi: Jurnal Penelitian Dan Kajian Pendidikan Islam*, 11(1), 17–24.

- Choiriya, I. N., Naruluta, E., & Chuseng, A. (2019). The Effect of Problem Based Learning to Critical Thinking Ability of M1 Students in Plant Biotechnology Materials. *Bioedukasi*, XVII(1), 25–29. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/4/042063>
- De Graaff, E., & Kolmos, A. (2003). Characteristics of Problem-Based Learning. *International Journal of Engineering Education*, 19(5), 657–662.
- Dito, S. B., & Pujiastuti, H. (2021). Dampak Revolusi Industri 4.0 Pada Sektor Pendidikan: Kajian Literatur Mengenai Digital Learning Pada Pendidikan Dasar dan Menengah. *Jurnal Sains Dan Edukasi Sains*, 4(2), 59–65. <https://doi.org/10.24246/juses.v4i2p59-65>
- Fadhilah, N., Nurdiyanti, Anisa, A., & Wajdi, M. (2022). Integrasi STEM-Problem Based Learning melalui Daring Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa Pendidikan Biologi. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 6(1), 1–10. <https://doi.org/10.24815/jipi.v6i1.22721>
- Fakhrizal, T., & Hasanah, U. (2020). Upaya Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Mata Pelajaran Biologi melalui Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning di Kelas X SMA Negeri 1 Kluet Tengah. *BIOTIK: Jurnal Ilmiah Biologi Teknologi Dan Kependidikan*, 8(2), 200–217. <https://doi.org/10.22373/biotik.v8i2.8222>
- Fink, A. (2014). *Conducting research literature reviews: from the internet to paper* / Arlene Fink, University of California at Los Angeles, The Langley Research Institute. (Fourth edi). SAGE.
- Fitriani, A., Zubaidah, S., Susilo, H., & Muhdhar, M. H. I. Al. (2020). The Correlation between Critical Thinking Skills and Academic Achievement in Biology through Problem Based Learning-Predict Observe Explain (PBLPOE). *International Journal of Learning and Teaching*, 6(3), 170–176. <https://doi.org/10.18178/IJLT.6.3.170-176>
- Fitriyyah, S. J., & Wulandari, T. S. H. (2019). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Berpikir Kritis Siswa SMP pada Pembelajaran Biologi Materi Pemanasan Global. *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 12(1), 1–7.
- Fransiska, I., Hariyadi, S., & Iqbal, M. (2019). Problem-Based Learning Model with Experimental Task Method Triggers Critical Thinking Skills. *Indonesian Journal of Biology Education*, 2(2), 1–7. <https://doi.org/10.31002/ijobe.v2i2.1718>
- Guo, Z. (2016). The Cultivation of 4C's in China—Critical Thinking, Communication, Collaboration and Creativity. *International Conference on Education, Management and Applied Social Science*, 1–4. <https://doi.org/10.12783/dtssehs/emass2016/6796>
- Hasanah, M. D., Alberida, H., & Rahmi, Y. L. (2018). The Effect of Problem Based Learning Model on Critical Thinking Ability of Students on Additives and Addictive Substances Class VIII SMPN 12 Padang. *Bioeducation Journal*, 2(2), 124–132. <https://doi.org/10.24036/bioedu.v2i2.68>
- Hasanah, Z., Pada, A. U. T., Safrida, Artika, W., & Mudatsir. (2021). Implementasi Model Problem Based Learning Dipadu LKPD Berbasis STEM

- untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis pada Materi Pencemaran Lingkungan. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 9(1), 65–75. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v9i1.18134>
- Lase, D. (2019). Pendidikan di Era Revolusi Industri 4.0. *SUNDERMANN: Jurnal Ilmiah Teologi, Pendidikan, Sains, Humaniora Dan Kebudayaan*, 12(2), 28–43. <https://doi.org/10.36588/sundermann.v1i1.18>
- Lukitasari, M., Purnamasari, I., Utami, S., & Sukri, A. (2019). Blended-Problem-Based Learning : How its impact on students ' critical thinking skills ? *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 5(3), 425–434.
- Mardiyah, R. H., Aldriani, S. N. F., Chitta, F., & Zulfikar, M. R. (2021). Pentingnya Keterampilan Belajar di Abad 21 sebagai Tuntutan dalam Pengembangan Sumber Daya Manusia. *Lectura: Jurnal Pendidikan*, 12(1), 29–40. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1991.n.20210906.1730.014.html>
- Mardiyanti, H. S. (2020). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas X MIPA-2. *Journal of Classroom Action Research*, 2(1), 1–8. <https://doi.org/10.29303/jcar.v2i1.395>
- Muryani, U., & Cintamulya, I. (2018). Analisis Berpikir Kritis Siswa yang Bergaya Kognitif Reflektif dan Impulsif pada Pembelajaran Biologi melalui Model Pembelajaran Problem based Learning dengan media Gambar. *Jurnal Biogenesis*, 14(2), 67–72.
- Mustaqim, M., & Bahri, A. (2021). Model Problem-Based Learning Memberdayakan Keterampilan Berpikir Kritis Model Problem-Based Learning Memberdayakan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Pada Pembelajaran Biologi Problem- Based Learning Empowering Students ' Critical Thinking Skills In Biolo. *Prosiding Seminar Nasional Biologi Dan Pembelajarannya, December*, 5–10.
- Nasral, & Meliandika, R. (2022). Pengaruh Model PBL ( Problem Based Learning ) dengan Media Animasi terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Biologi Siswa di SMAN I Kota Bengkulu. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(1), 672–683.
- Nasution, H., Tuah, S., & Ginting, N. (2021). Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Biologi Siswa Melalui Model Problem Based Learning (PBL) Di Negara 6 SMA Padangsidimpuan. *Journal of Natural Sciences*, 1(3), 123–128. <https://doi.org/10.34007/jns.v1i3.22>
- Palennari, M. (2018). Problem Based Learning ( PBL ) Memberdayakan Keterampilan Berpikir Kritis Pebelajar Pada Pembelajaran Biologi. *Prosiding Seminar Nasional Biologi Dan Pembelajarannya: Inovasi Pembelajaran Dan Penelitian Biologi Berbasis Potensi Alam*, 599–608.
- Sagita, N., Ahda, Y., Syamsurizal, & Irdawati. (2021). Development of Problem Based Learning (Pbl)-Based E-Module to Improve Critical Thinking Skills of Students In Biology Learning Class X Sman 1 Seberida Indragiri Hulu Regency. *International Journal of Multidisciplinary Research and Analysis*, 04(11), 1650–1654. <https://doi.org/10.47191/ijmra/v4-i11-25>
- Saputra, S. A., & Kuntjoro, S. (2019). Keefektifan Lembar Kegiatan Peserta Didik Berbasis Problem Based Learning Pada Materi Perubahan Lingkungan Untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis. *Bioedu: Berkala Ilmiah*



- Setyoko, Indriaty, & Wibowo, T. H. (2019). Efektifitas Bahan Ajar Ekologi Hewan Berbasis Problem Based Learning terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Pemecahan Masalah Mahasiswa Pendidikan Biologi. *BIOEDUKASI Jurnal Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Metro*, 10(2), 133–139.
- Shahroom, A. A., & Hussin, N. (2018). Industrial Revolution 4.0 and Education. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 8(9), 314–319. <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v8-i9/4593>
- Sopranda, K. W., & Chatri, M. (2020). The Effect of Model Problem Based Learning on the Critical Thinking Ability of Students in Class X Man 1 Padang. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*, 22(1), 35–39. <http://www.ijpsat.es/index.php/ijpsat/article/view/1942>
- Suto, I. (2013). 21 st Century skills : Ancient , ubiquitous , enigmatic? In *Research Matters: A Cambridge Assessment Publication*. University of Cambridge: Local Examinations Syndicate.
- Tawfik, A. A. (2015). Essential Readings in Problem-Based Learning: Exploring and Extending the Legacy of Howard S. Barrows. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 9(2). <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1593>
- Virtanti, U., Lisdiana, L., & Yuniastuti, A. (2021). The Effect of Problem Based Learning (PBL) Model with Analyze Case Study on Respiration System Material on Students Critical Thinking Ability. *Journal of Biology Education*, 10(3), 259–269. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujbe/article/view/44639>
- Wrahatnolo, T., & Munoto. (2018). 21St Centuries Skill Implication on Educational System. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 296(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/296/1/012036>
- Zubaidah, S. (2018a). Keterampilan Abad Ke-21: Bagaimana Membelajarkan dan Mengasesnya. *Seminar Nasional Dengan Tema “Tantangan Biologi Dan Pendidikan Biologi Abad-21” Di Pendidikan Biologi FKIP Universitas Islam Riau, 28 April 2018*, 1–25.
- Zubaidah, S. (2016). Keterampilan Abad Ke-21: Keterampilan Yang Diajarkan Melalui Pembelajaran. *Seminar Nasional Pendidikan Dengan Tema “Isu-Isu Strategis Pembelajaran MIPA Abad 21, Tanggal 10 Desember 2016 Di Program Studi Pendidikan Biologi STKIP Persada Khatulistiwa Sintang – Kalimantan Barat*, 1–17.
- Zubaidah, S. (2018b). Mengenal 4C: Learning and Innovation Skills untuk Menghadapi Era Revolusi 4.0. *Seminar “2nd Science Education National Conference” Di Universitas Trunojoyo Madura, 13 Oktober 2018*, 1–18.
- Zubaidah, S. (2019). STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics): Pembelajaran untuk Memberdayakan Keterampilan Abad ke-21. *Seminar Nasional Matematika Dan Sains Dengan Tema “STEAM Terintegrasi Kearifan Lokal Dalam Menghadapi Era Revolusi Industri 4.0” Di FKIP Universitas Wiralodra Indramayu, 19 September 2019*, 1–18.