



## INOVASI PEMBELAJARAN KIMIA PASCA PANDEMI COVID-19

Resti T Astuti<sup>1\*)</sup>

<sup>1</sup>Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia

<sup>\*)</sup>restitriastuti@radenfatah.ac.id

**Abstrak:** Pandemi covid-19 sebagai peluang untuk memikirkan kembali sistem pendidikan di Indonesia. Adanya pandemi Covid-19 tidak lagi menjadikan sekolah tempat bertemunya peserta didik dan guru. Pembelajaran selama pandemi dilakukan secara daring. Pembelajaran secara daring membuat peserta didik belum terbiasa dan faktor-faktor lainnya seperti infrastruktur, sistem, aplikasi, konten dan media pembelajaran digital tentunya mempengaruhi siswa dalam memahami materi yang dipelajari. Oleh karena itu pembelajaran pasca pandemi Covid-19 menuntut guru mengembangkan keterampilan berbasis teknologi informasi. Inovasi pembelajaran pasca pandemi Covid-19 tetap berorientasi pada tujuan dan pembelajaran yang bermakna serta menciptakan suasana belajar yang menarik bagi peserta didik. Inovasi pembelajaran yang dapat digunakan guru pasca pandemi Covid-19 yaitu mengembangkan bahan ajar berbasis elektronik, *Project Based Learning* (PjBL), *mobile learning*, media pembelajaran berbasis *Augmented Reality*, kegiatan praktikum yang inovatif, dan pembelajaran *blended learning*. Pembelajaran dengan *blended learning* menjadi alternatif yang bisa dilakukan guru dalam pembelajaran dan memungkinkan peserta didik belajar lebih merdeka sesuai dengan kemampuan dan potensinya sehingga siswa memiliki kebebasan berinovasi dan belajar secara mandiri.

**Kata Kunci:** inovasi, pembelajaran kimia, pasca pandemi covid-19

**Abstract:** The Covid-19 pandemic is an opportunity to rethink the education system in Indonesia. The Covid-19 pandemic no longer makes schools a meeting place for students and teachers. Learning during the pandemic is done online. Online learning makes students unfamiliar, and other factors such as infrastructure, systems, applications, content, and digital learning media certainly affect students in understanding the material being studied. Therefore, learning after the Covid-19 pandemic requires teachers to develop information technology-based skills. Learning innovations after the Covid-19 pandemic remain goal-oriented and meaningful, creating an enjoyable learning atmosphere for students. Learning innovations teachers can use after the Covid-19 pandemic are developing electronic-based teaching materials, Project Based Learning (PjBL), mobile learning, Augmented Reality-based learning media, innovative practicum activities, and blended learning. Learning with blended learning is an alternative that teachers can use and allows students to learn more independently according to their abilities and potential so that students have the freedom to innovate and learn independently.

**Keywords:** innovation, chemistry learning, covid-19 post pandemic



## I. Pembelajaran di Masa Covid

Pandemi Covid-19 membawa dampak yang luar biasa pada banyak sektor salah satunya pendidikan di Indonesia. Pandemi covid-19 sebagai peluang untuk memikirkan kembali sistem pendidikan. Melalui pandemi ini dapat dikatakan mempercepat tranformasi digital. Sistem pembelajaran yang sebelumnya dilakukan secara konvensional harus beralih ke pembelajaran sistem daring. Masa pandemi covid-19 model pendidikan yang diterapkan yaitu *Study From Home* (SFH). Oleh karena itu sekolah tidak menjadi tempat bertemunya peserta didik dan guru melainkan pembelajaran dapat dilakukan kapan saja dan dimana saja. Pembelajaran daring seperti ini memaksa guru untuk dapat mengikuti dan beradaptasi dengan teknologi.

Pembelajaran daring merupakan moda pembelajaran yang dilakukan menggunakan jaringan internet sebagai penghubung antara guru dengan peserta didik. Interaksi guru dan peserta didik dalam pembelajaran daring dapat dilakukan tanpa harus bertatap muka secara langsung. Pembelajaran tersebut bisa berlangsung melalui sinkron atau asinkron. Pembelajaran sinkron merupakan pembelajaran yang mana peserta didik dan guru hadir secara *real time* tanpa disertai kehadiran fisik artinya bahwa pembelajaran sama seperti pembelajaran tatap muka namun menggunakan media daring sedangkan asinkron dimana pembelajaran dilakukan tanpa kehadiran fisik pengajar serta melakukan komunikasi elektronik meskipun tidak bersama-sama dalam satu ruang yang sama. Penyampaian dapat melalui tulisan, gambar atau video sehingga siswa dapat mempelajarinya secara mandiri dengan cara membaca, menonton, atau mempraktikkannya (Rohimat, 2021).

Pembelajaran dimasa pandemi menggunakan aplikasi. Aplikasi yang digunakan dalam pembelajaran daring diantaranya google classroom, whatsapp, zoom cloud meeting, google meet, dan email (Dewantara & Nurgiansah, 2020). Pembelajaran daring yang efektif menggunakan google classroom, whatsapp, dan google meet dengan metode pembelajaran berupa diskusi dan observasi (Saraswati & Mertayasa, 2020). Pembelajaran daring yang paling cocok adalah zoom cloud meetings dan google classroom (Permatasari, 2021; Rohimat, 2021). Berdasarkan hasil penelitian terkait respon perkuliahan secara daring yaitu tingkat kehadiran mahasiswa tinggi karena pembelajaran daring sebagai pengganti kegiatan tatap muka dan hasil survey menunjukkan bahwa lebih suka dengan pembelajaran tatap muka sehingga tidak banyak faktor penghambat yang mempengaruhi proses pembelajaran seperti jaringan, faktor lingkungan dan faktor kesehatan (Al-Idrus et al., 2021)

## II. Inovasi Pembelajaran Kimia Pasca Covid-19

Pembelajaran daring yang telah dilakukan pada masa pandemi memiliki permasalahan dan keterbatasan dalam pelaksanaannya. Pertama, Pembelajaran secara daring membuat peserta didik belum terbiasa, Kedua, jaringan yang belum memadai di daerah, sedangkan jaringan merupakan persyaratan dalam pembelajaran daring sehingga metode penugasan sebagai salah satu pengganti kehadiran mahasiswa dalam pembelajaran daring (Karim, 2020). Ketiga, kesempatan pandemi hanya digunakan sebagai momentum liburan tanpa kegiatan akademis yang berarti. Budaya peserta didik belum memiliki mental belajar mandiri sehingga lebih terkesan menginginkan proses pembelajaran yang mudah. Keempat, pembelajaran daring membuat sulit berinteraksi antara dosen dan mahasiswa serta mahasiswa kurang efektif untuk mendapatkan penjelasan



dan materi perkuliahan (Astuti, 2021; Muliadi et al., 2020; Sadikin & Hamidah, 2020). Kelima, faktor-faktor lainnya seperti sistem, aplikasi, konten dan media pembelajaran digital tentunya mempengaruhi siswa dalam memahami materi yang dipelajari. Pembelajaran daring yang menjadi satu-satunya alternatif dalam pembelajaran selama pandemi memerlukan evaluasi secara holistik karena dirasakan kurang efektif memaksimalkan pembelajaran.

Hasil penelitian yang dilakukan Argyanti et al., (2022) menunjukkan bahwa pembelajaran daring menunjukkan adanya ketidaksiapan belajar tanpa pengawasan, bimbingan langsung dari pengajar. Pembelajaran daring memiliki kendala seperti keterbatasan pembelajaran peserta didik, peserta didik merasa jenuh, pemahaman materi yang belum maksimal dan peserta didik membutuhkan inovasi dalam pembelajaran. Oleh karena itu pembelajaran pasca pandemi Covid-19 menuntut guru mengembangkan keterampilan berbasis teknologi informasi. Inovasi pembelajaran pasca pandemi Covid-19 tetap berorientasi pada tujuan dan pembelajaran yang bermakna serta menciptakan suasana belajar yang menarik bagi peserta didik. Inovasi pembelajaran sangat dibutuhkan untuk memenuhi tuntutan pembelajaran abad 21. Inovasi pembelajaran yang dapat dilakukan oleh guru yaitu mengintegrasikan teknologi digital untuk mencapai tujuan pembelajaran yang diharapkan. Maka rancangan inovasi perlu dilakukan guru dengan cara menentukan topik dan tujuan pembelajaran yang akan dicapai oleh siswa dan siswa melakukan aktivitas untuk mencapai tujuan pembelajaran tersebut.

### III. Bahan Ajar Berbasis Elektronik

Bahan ajar berbasis elektronik menjadi salah satu inovasi pembelajaran pasca pandemi covid-19. Bahan ajar sebagai sumber belajar tentunya memiliki peran yang penting dalam pembelajaran dikelas. Bahan ajar yang berkualitas akan membantu siswa dalam memahami teori konsep serta mengarahkan dalam berpikir, berperilaku dan berkembang. Bahan ajar berbasis elektronik dapat membantu siswa dalam memahami materi kimia dengan baik. Bahan ajar berbasis elektronik yang dapat dikembangkan yaitu E-modul, E-Lembar Kerja Peserta Didik dan bahan ajar berbasis elektronik lainnya.

Dalam pengembangan bahan ajar elektronik, tidak hanya gambar dan tulisan, namun dapat diintegrasikan dengan video dan *feature* lainnya yang dapat membuat pembelajaran lebih menarik (Mardhiya, 2020). Bahan ajar berbasis elektronik juga dapat diintegrasikan dengan menambahkan pendekatan atau model pembelajaran tertentu yang dapat meningkatkan kemampuan kognitif, pembelajaran menjadi lebih aktif dan menarik. Hasil pengembangan yang dilakukan oleh Hutabarat et al., (2021) menunjukkan bahwa adanya elektronik modul dengan pendekatan saintifik pada materi ikatan kimia dapat mengakomodir peserta didik dengan gaya belajar visual. Penelitian yang dilakukan oleh Suryaningsih & Nisa (2021) melalui *STEAM project based learning* dapat berkontribusi dalam mengukur kemampuan proses sains dan kreatif siswa. *STEAM* yang terintegrasi dengan *project based learning* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa (Rahmawati et al., 2019). Pembelajaran dengan pendekatan *contextual teaching and learning* dapat bermanfaat untuk mendeskripsikan dalam menulis teks (Syafitri & Tressyalina, 2020).

Berdasarkan dari hasil riset yang telah dilakukan dapat maka inovasi pembelajaran dengan bahan ajar berbasis elektronik dapat dikembangkan



dengan pendekatan tertentu seperti *project based learning*, *contextual teaching and learning*, dan *STEAM project based learning* dan *model pembelajaran lainnya*. Pengembangan yang dilakukan guru dalam membuat bahan ajar berbasis elektronik tentunya harus sesuai dengan kebutuhan, tujuan pembelajaran dan pengembangan tersebut sebagai tuntutan pembelajaran abad 21.

#### IV. *Project Based Learning (PjBL)*

*Project Based Learning (PjBL)* merupakan pembelajaran yang modern. Pembelajaran *project based learning* dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan meningkatkan kreativitas (Ernawati et al., 2018; Ngoc Tuan et al., 2020). Melalui PjBL juga mengembangkan kemampuan analisis dalam menghubungkan ilmu kimia yang diperoleh dengan permasalahan yang ada disekitar (Silitonga, 2018). Selanjutnya PjBL juga memberikan manfaat lainnya seperti siswa dapat belajar berlatih, memperoleh pengalaman yang luas menggunakan beberapa keterampilan laboratorium secara langsung dan siswa menggunakan keterampilan tersebut dalam menyelesaikan proyek penelitian (Gouger & Mirowsky, 2022)

PjBL sebagai inovasi pembelajaran pasca covid karena dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif, kritis, dan dapat menyelesaikan permasalahan yang ada disekitar berdasarkan teori yang sudah dipelajari. PjBL sebagai inovasi dapat diintegrasikan dengan multimedia. Multimedia dapat berupa video pembelajaran dan hyperlink yang sesuai dengan materi kimia sehingga peserta didik dapat memahami terlebih dahulu materi yang dipelajari. Selanjutnya merancang proyek yang dilakukan oleh peserta didik. Tujuan utama dalam pembelajaran berbasis proyek yaitu tercapainya kompetensi yang dilihat dari penguasaan peserta didik melalui keterampilan dan pengetahuan (Pakpahan et al., 2022).

Pembelajaran PjBL juga dapat diintegrasikan dengan *Chemo-Entrepreneurship (CEP)*. Pembelajaran ini dapat membantu siswa dalam mengembangkan kecakapan hidup dalam aspek kecakapan vokasional (keterampilan, mampu bersaing dan etos kerja) jika siswa berwirausaha (Ishak et al., 2021). Hasil penelitian lainnya itu inovasi buku kerja laboratorium kimia dengan mengintegrasikan *project based learning* dapat membantu siswa belajar kimia secara mandiri, pembelajaran menjadi sistematis, dan siswa aktif menyelesaikan proyek sehingga meningkatkan pengetahuan dan keterampilannya (Nainggolan et al., 2020)

#### V. *Mobile Learning*

Peserta didik yang memiliki android dapat mengembangkan *mobile learning* sebagai inovasi pembelajaran. Pembelajaran yang memudahkan peserta didik belajar tidak hanya di sekolah melainkan dapat belajar dari rumah. *Mobile learning* merupakan kegiatan pembelajaran yang memanfaatkan perkembangan teknologi selular dan perangkat ponsel sebagai media pembelajaran. Media pembelajaran tersebut dapat berupa media interaktif berbasis android. Media ini sebagai media alternatif yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik (Afrina, 2022). Melalui *mobile learning* juga membuat proses pembelajaran menjadi lebih mudah dan lebih efektif (Ewais et al., 2021).

*Mobile learning* efektif untuk meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa pada materi ikatan kimia yang dapat mendukung pembelajaran *online* dan juga



pembelajaran dikelas (Khefrianti, 2021). Selain meningkatkan motivasi dan hasil belajar, *mobile learning* juga berpengaruh positif terhadap literasi sains yang diterapkan pada kelompok dengan gaya belajar visual dan literasi sains lebih rendah dengan gaya belajar audio. Dalam mengembangkan media literasi sains pembelajaran berbasis android tentunya disesuaikan dengan kebutuhan peserta didik dan *mobile learning* ini dapat memotivasi siswa untuk belajar banyak tentang kimia dan media pembelajaran ini menarik serta membuat pembelajaran lebih bermakna (Cahyana et al., 2018). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka inovasi pembelajaran yang dapat dikembangkan guru yaitu mengembangkan *mobile learning* sesuai dengan kebutuhan peserta didik yang dapat mengakomodir baik gaya belajar visual dan auditori. Selanjutnya guru dapat berinovasi dengan cara menambahkan suara atau rekaman berupa penjelasan materi sehingga dapat menghimpun gaya belajar yang auditori.

## VI. Media Pembelajaran Berbasis *Augmented Reality*

*Augmented Reality (AR)* adalah teknologi menggabungkan beda maya tiga dimensi (3D) kedalam sebuah lingkungan nyata 3 dimensi. Melalui AR tersebut dapat digunakan sebagai media pembelajaran agar peserta didik memahami materi pelajaran dengan baik. AR dapat digunakan sebagai media pembelajaran karena didalam materi kimia ada beberapa konsep yang sukar untuk dipahami dan dibayangkan seperti struktur atom dan bentuk molekul dalam ikatan kimia. Oleh karena itu AR sebagai inovasi pembelajaran berbasis teknologi yang dapat memotivasi peserta didik untuk lebih aktif dalam pembelajaran serta memahami materi kimia menjadi lebih baik. Teknologi AR dalam materi kimia bisa dibuat dengan tujuan untuk mengkonkritkan sekaligus memvisualisasikan struktur kimia dengan 3 dimensi yang dapat dipelajari secara interaktif (Macariu et al., 2020)

Hasil pengembangan yang dilakukan oleh Aulawi et al., (2019) dalam mengembangkan pembelajaran interaktif geometri molekul kimia menggunakan *Augmented Reality* berbasis android. *Augmented Reality* bertujuan untuk memvisualisasikan reaksi kimia sehingga membentuk ikatan kimia dan konsep geometri molekul sehingga media pembelajaran interaktif ini lebih mudah untuk dipelajari, dipahami dan dikembangkan. Media *Augmented Reality* juga dapat menumbuhkan rasa ingin tahu peserta didik, mengembangkan logika belajar kimia secara interaktif dan AR dapat meningkatkan minat belajar peserta didik. Media AR ini sendiri dapat mendukung anak atau siapa saja yang ingin belajar kimia, dan menjelajahi dunia yang hanya terlihat dari perangkat pintar (Macariu et al., 2020). Oleh karena itu *Augmented Reality* relevan digunakan sebagai media pembelajaran kimia pasca pandemi covid-19.

## VII. Kegiatan Praktikum yang Inovatif

Pembelajaran kimia tentunya tidak terlepas dari kegiatan praktikum. Kegiatan praktikum yang dilakukan oleh siswa tentunya akan membantu siswa untuk memahami materi kimia yang dipelajari. Melalui praktikum siswa dapat melihat kimia dalam konteks yang lebih nyata. Selama pandemi kegiatan di laboratorium tidak dapat dilakukan secara langsung namun dengan beberapa alternatif praktikum yaitu *chemistry home experiment*, praktikum virtual misalnya menggunakan media pembelajaran seperti animasi, *macromedia flash*, atau praktikum menggunakan PhET lab (Shidiq et al., 2021). Didalam pelaksanaan





kegiatan laboratorium di rumah memiliki empat elemen yaitu tidak menimbulkan masalah keamanan di rumah, tidak memerlukan peralatan khusus, memberikan pengalaman laboratorium asli dan langsung berinteraksi dengan konsep yang dipelajari (Andrews et al., 2020).

Persepsi siswa dalam penggunaan laboratorium *online* yaitu *software* laboratorium mudah untuk di install atau didownload, *software* laboratorium mudah digunakan, pedoman kegiatan laboratorium mudah dimengerti (Rowe et al., 2018). Pengalaman di laboratorium virtual sama baiknya atau lebih baik dari pengalaman kegiatan yang langsung dilaksanakan di laboratorium. Melalui kegiatan laboratorium virtual, siswa dapat mengulangi percobaan tersebut tanpa membuang-buang bahan, kemudahan mengubah parameter, dan kegiatan tersebut lebih interaktif. Kegiatan laboratorium virtual tentunya memiliki perbedaan dalam domain psikomotorik karena proses fisik yang terlibat berbeda (Kennepohl, 2021). Oleh karena itu inovasi praktikum yang dapat dilakukan pasca pandemi covid-19 yaitu kegiatan praktikum dengan mengkombinasikan laboratorium virtual sebagai kegiatan pra-lab yang tentunya dapat mendukung kegiatan di laboratorium secara langsung yang mengakomodir domain psikomotorik.

## VIII. Pembelajaran *Blended Learning*

Pendidikan 4.0 diimplementasikan merujuk pada paradigma baru yaitu bercirikan sebagai konektor, kreator, dan konstruktivistik. Guru tidak akan tergantikan oleh teknologi karena guru sebagai pembentuk karakter melalui pendidikan budi pekerti, toleransi dan nilai kebaikan. Pendidik diharapkan dapat menjadi inspirasi bagi tumbuhnya kreatifitas dan memotivasi peserta didik untuk merdeka belajar. (Kahar et al., 2021) Pembelajaran *blended learning* dianggap sebagai metode pengajaran yang dinilai efektif untuk meningkatkan kemampuan kognitif para pelajar dan paling banyak digunakan oleh pendidik (Misnawati, 2021)

Pembelajaran dengan *blended learning* menjadi alternatif yang bisa dilakukan guru dalam pembelajaran dan memungkinkan peserta didik belajar lebih merdeka sesuai dengan kemampuan dan potensinya sehingga siswa memiliki kebebasan berinovasi dan belajar secara mandiri. Hasil penelitian yang dilakukan Handayani et al., (2021) Pembelajaran *Blended Learning* dengan menerapkan *Project based learning* dan aplikasi Edmodo dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan penggunaan aplikasi Edmodo dapat memberikan suasana baru dalam pembelajaran, mahasiswa dapat menjadi lebih bertanggung jawab, disiplin dalam mengumpulkan tugas dan mahasiswa lebih mudah mengakses materi perkuliahan.

*Blended learning* dapat diterapkan tanpa batasan khusus persentase tatap muka dan penggunaan computer atau internet, dilakukan secara sinkronius atau asinkronius. Dalam merancang desain pembelajaran guru dapat menentukan prosentase pemanfaatan internet baik secara *online* atau *offline* (Puspitarini, 2022). Kegiatan *offline* dapat dilakukan ketika membutuhkan praktik sedangkan *online* dilakukan sebagai *transfer knowledge*. Kegiatan *online* yang terus menerus dilakukan juga dapat melahirkan sikap yang individualis dan tidak memiliki relasi sosial yang dibutuhkan. Inilah sebetulnya bahaya dari pembelajaran jarak jauh secara permanen (Gusty et al., 2020). Oleh karena itu *blended learning* sebagai model pembelajaran pasca covid-19 karena pembelajaran *blended learning* mampu mengatasi kelemahan dari pembelajaran



tatap muka yang didominasi oleh guru, sekaligus pembelajaran kelemahan pembelajaran secara *e-learning* yang hanya mengandalkan teknologi informasi.

#### DAFTAR REFERENSI

- Afrina, M. (2022). Chemistry Mobile Learning dalam Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Guru Dikmen Dan Dikus*, 5(1), 45–58.
- Al-Idrus, S. W., Muti'ah, M., & Rahmawati, R. (2021). Analisis Proses Pembelajaran Daring Selama Pandemi Covid-19 pada Mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia FKIP UNRAM. *Pensa*, 3(1), 139–148. <https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/pensa/article/view/1246>
- Andrews, J. L., De Los Rios, J. P., Rayaluru, M., Lee, S., Mai, L., Schusser, A., & Mak, C. H. (2020). Experimenting with At-Home General Chemistry Laboratories during the COVID-19 Pandemic. *Journal of Chemical Education*, 97(7), 1887–1894. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00483>
- Argiyanti, A., Rochintaniawati, D., & Anggraeni, S. (2022). Ketertarikan Peserta Didik SMA terhadap Penggunaan Platform Instagram Sebagai Platform Penyampaian Materi Pembelajaran Biologi Pasca Pandemi Covid-19. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(4), 5595–5606.
- Astuti, R. T. (2021). College Student's Perceptions of Online Learning Using E-Learning. *Proceeding of International Education Conference*, 297–301.
- Aulawi, R. M., Winarno, W. W., & Nasiri, A. (2019). Media Pembelajaran Interaktif Geometri Molekul Kimia Menggunakan Augmented Reality Berbasis Android. *IJAI: Indonesian Journal of Applied Informatic*, 3(2), 37–72. [https://www.researchgate.net/publication/269107473\\_What\\_is\\_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civil\\_wars\\_12December2010.pdf%0Ahttps://thinkasia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625](https://www.researchgate.net/publication/269107473_What_is_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civil_wars_12December2010.pdf%0Ahttps://thinkasia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625)
- Cahyana, U., Paristiowati, M., & Fauziah, S. (2018). Development of Android-Based Mobile learning media on Atomic Structure and Periodic Table. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 434(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/434/1/012095>
- Dewantara, J. A., & Nurgiansah, T. H. (2020). Efektivitas Pembelajaran Daring di Masa Pandemi COVID 19 Bagi Mahasiswa Universitas PGRI Yogyakarta. *Jurnal Basicedu*, 5(1), 367–375. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i1.669>
- Ernawati, M., Yuni, E., & Malik, A. (2018). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik Berbasis Proyek pada Materi Termokimia di Kelas XI SMA. *Journal of The Indonesian Society of Integrated Chemistry*, 10(1), 9–16. <https://doi.org/10.22437/jisic.v10i1.5306>
- Ewais, A., Hodrob, R., Maree, M., & Jaradat, S. (2021). Mobile Learning Application for Helping Pupils in Learning Chemistry. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 15(1), 105–118. <https://doi.org/10.3991/IJIM.V15I01.11897>
- Gouger, A. R., & Mirowsky, J. E. (2022). Using Project-Based Learning to Assess the Effectiveness of Water Filtration Devices in Removing Chemical Analytes in an Undergraduate Analytical Chemistry Laboratory. *Journal of Chemical Education*, 99(7).
- Gusty, S., Nurmiati, N., Muliana, M., Sulaiman, O. K., Ginantra, N. L. W. S. R., & Manuhutu, M. A. (2020). *Belajar Mandiri: Pembelajaran Daring di Tengah Pandemi Covid-19*. Yayasan Kita Menulis.



- Handayani, D., Winarni, E. W., Sundaryono, A., & Firdaus, M. L. (2021). Implementation of Project-Based Learning Model with Edmodo Application in the Capita Selecta Chemistry Course. *IJORER : International Journal of Recent Educational Research*, 2(2), 184–195. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v2i2.90>
- Hutabarat, P. M., Sanova, A., & Syamsurizal. (2021). Modul Elektronik Berbasis Pendekatan Saintifik pada Materi Ikatan Kimia. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, 5(1), 1–12. <file:///D:/Sri Mulyanti/riset/artkel orbital.pdf>
- Ishak, P. M., Harizon, & Muhaimin. (2021). Penggunaan Model Pembelajaran Project Based Learning Terintegrasi Chemo-Entrepreneurship dan Hubungannya dengan Life Skill Siswa dalam Pembelajaran Kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 15(1), 2745–2753. <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JIPK/article/view/26142>
- Kahar, M. I., Cika, H., Nur Afni, & Nur Eka Wahyuningsih. (2021). Pendidikan Era Revolusi Industri 4.0 Menuju Era Society 5.0 Di Masa Pandemi Covid 19. *Moderasi: Jurnal Studi Ilmu Pengetahuan Sosial*, 2(1), 58–78. <https://doi.org/10.24239/moderasi.vol2.iss1.40>
- Karim, B. A. (2020). Pendidikan Perguruan Tinggi Era 4.0 Dalam Pandemi Covid-19 (Refleksi Sosiologis). *Education and Learning Journal*, 1(2), 102. <https://doi.org/10.33096/eljour.v1i2.54>
- Kennepohl, D. (2021). Laboratory activities to support online chemistry courses: A literature review. *Canadian Journal of Chemistry*, 99(11), 851–859. <https://doi.org/10.1139/cjc-2020-0506>
- Khefrianti, S. (2021). *PENGEMBANGAN MOBILE LEARNING IKATAN KIMIA UNTUK*. 4(2), 191–207.
- Macariu, C., Iftene, A., & Gifu, D. (2020). Learn chemistry with augmented reality. *Procedia Computer Science*, 176, 2133–2142. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.09.250>
- Mardhiya, J. (2020). Bahan Ajar Elektronik (E-Book) Kimia Umum II Berbasis Kontekstual Materi Larutan : Desain dan Pengembangan. *EduTeach : Jurnal Edukasi Dan Teknologi Pembelajaran*, 1(2), 100–107. <https://doi.org/10.37859/eduteach.v1i2.1978>
- Misnawati. (2021). Model pembelajaran di masa pandemi Covid-19: Synchronous and asynchronous (Blended e-learning). *Elaborasi Ilmu Sosial Untuk Covid-19: Pengajaran, Pembelajaran Serta Eksistensi Lembaga Pendidikan Selama Pandemi Covid-19*, 44–55.
- Muliadi, A., Mirawati, B., & Jannah, H. (2020). Jurnal Ilmu Sosial dan Pendidikan Efektivitas Pembelajaran Daring di Masa Pandemi Covid-19: Persepsi Mahasiswa Pendidikan Biologi. *Efektivitas Pembelajaran Daring Di Masa Pandemi Covid-19: Persepsi Mahasiswa Pendidikan Biologi*, 5(2). <http://ejournal.mandalanursa.org/index.php/JISIP/index>
- Nainggolan, B., Hutabarat, W., Situmorang, M., & Sitorus, M. (2020). Developing innovative chemistry laboratory workbook integrated with project-based learning and character-based chemistry. *International Journal of Instruction*, 13(3), 895–908. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13359a>
- Ngoc Tuan, N., Thi Hanh, B., & Trung Ninh, T. (2020). Project Based Learning in General Chemistry to Develop the Problem-Solving and Creativity. *American Journal of Educational Research*, 8(7), 475–479. <https://doi.org/10.12691/education-8-7-4>
- Pakpahan, D. N., Situmorang, M., Sitorus, M., & Silaban, S. (2022). The





- Development of Project-Based Innovative Learning Resources for Teaching Organic Analytical Chemistry. *Proceedings of the 6th Annual International Seminar on Transformative Education and Educational Leadership (AISTEEL 2021)*, 591(Aisteel), 782–788. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.211110.180>
- Permatasari, M. I. (2021). Implementasi Pembelajaran Kimia Berbasis Daring (Google Classroom Dan Zoom Cloud Meeting) Di Smk Negeri 1 Tanjung Palas. *EDUTECH: Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi*, 1(2), 154–161. <https://doi.org/10.51878/edutech.v1i2.480>
- Puspitarini, D. (2022). Blended Learning sebagai Model Pembelajaran Abad 21. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 7(1), 1–6. <https://doi.org/10.51169/ideguru.v7i1.307>
- Rahmawati, Y., Ridwan, A., Hadinugrahaningsih, T., & Soeprijanto. (2019). Developing critical and creative thinking skills through STEAM integration in chemistry learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1156(1), 0–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1156/1/012033>
- Rohimat, S. (2021). Analisis Keefektifan Pembelajaran Kimia Secara Daring Di Sma Negeri 6 Kota Serang Pada Masa Pandemi Covid-19. *EDUPROXIMA: Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA*, 3(2), 90–97. <https://doi.org/10.29100/eduproxima.v3i2.2088>
- Rowe, R. J., Koban, L., Davidoff, A. J., & Thompson, K. H. (2018). Efficacy of Online Laboratory Science Courses. *Journal of Formative Design in Learning*, 2(1), 56–67. <https://doi.org/10.1007/s41686-017-0014-0>
- Sadikin, A., & Hamidah, A. (2020). Pembelajaran Daring di Tengah Wabah Covid-19. *Biodik*, 6(2), 109–119. <https://doi.org/10.22437/bio.v6i2.9759>
- Saraswati, N. L. P. A., & Mertayasa, I. N. E. (2020). Pembelajaran praktikum kimia pada masa pandemi covid-19: qualitative content analysis kecenderungan pemanfaatan teknologi daring. *Wahana Matematika Dan Sains: Jurnal Matematika, Sains, Dan Pembelajaran.*, 14(2), 144–161.
- Shidiq, A. S., Permanasari, A., Hernani, & Hendayana, S. (2021). Chemistry teacher responses to learning in the COVID-19 outbreak: Challenges and opportunities to create innovative lab-work activities. *Journal of Physics: Conference Series*, 1806(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012195>
- Silitonga, F. S. (2018). Desain E-Modul Berbasis Kemaritiman Pada Matakuliah Kimia Lingkungan Dengan Pendekatan Project Based Learning. *Jurnal Zarah*, 6(2), 63–67. <https://doi.org/10.31629/zarah.v6i2.773>
- Suryaningsih, S., & Nisa, F. (2021). Kontribusi STEAM Project Based Learning dalam Mengukur Keterampilan Proses Sains dan Berpikir Kreatif Siswa. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 2(6).
- Syafitri, R. A., & Tressyalina. (2020). *The Importance of the Student Worksheets of Electronic (E-LKPD) Contextual Teaching and Learning (CTL) in Learning to Write Description Text during Pandemic COVID-19*. 485(Icille), 284–287. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.201109.048>