

PhET Interactive Simulations Berbasis Inquiry Terbimbing Untuk Meningkatkan Aktifitas dan Hasil Belajar Kimia Pada Materi Asam Basa

Anak Agung Putri Warsiki^{1*}

¹SMAN 1 Kubutambahan, Bali, Indonesia 

*Corresponding author: warsiki90@gmail.com

Abstrak

Setiap teknik penilaian yang digunakan harus mengikuti prosedur operasional. Apabila pelaksanaan teknik tersebut tidak memenuhi prosedur operasional maka pendidik memilih cara lain sebagai alternatif untuk memenuhi penilaian tersebut agar pembelajaran tetap berjalan sesuai program. Salah satu alternatif untuk keterampilan laboratorium Kimia dapat menggunakan Phet *Simulations chemistry* yaitu PhET *Interactive Simulations*. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis penggunaan *PhET interactive simulations* berbasis inquiry terbimbing sebagai alternatif keterampilan laboratorium untuk meningkatkan aktifitas dan hasil belajar kimia pada materi asam basa siswa kelas XI. Jenis penelitian ini merupakan penelitian tindakan kelas dengan dilaksanakan sebanyak 2 siklus. Subjek pada penelitian ini adalah siswa Kelas XI berjumlah 31 orang. Data hasil belajar dikumpulkan dengan menggunakan metode tes Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan nilai hasil belajar siswa mengalami kenaikan sebesar 5,74% dari kondisi awal sedangkan nilai keterampilan siswa pada unjuk kerja mengalami kenaikan 6,85% dari keadaan awal. Hasil simulasi siklus II menunjukkan terjadi kenaikan 6,48% dari siklus I sedangkan nilai keterampilan siswa mengalami kenaikan sebesar 12,57% dari siklus I. Pada siklus II terlihat lebih nyata perubahan nilai siswa. Simpulan penelitian yaitu penggunaan PhET *Interactive Simulation* sebagai alternatif keterampilan Laboratorium dapat *meningkatkan aktifitas dan hasil belajar pada pembelajaran Kimia siswa Kelas XI*.

Kata Kunci: PhET Interactive Simulations, Hasil Belajar, Inquiry Terbimbing

Abstract

Every assessment technique used must follow operational procedures. If the implementation of the technique does not meet the operational procedures, educators choose other ways as an alternative to meet the assessment so that learning continues according to the program. One alternative for Chemistry laboratory skills can use Phet Simulations chemistry, namely PhET Interactive Simulations. The purpose of this study was to analyze the use of PhET interactive simulations based on guided inquiry as an alternative laboratory skill to improve the activity and learning outcomes of chemistry on acid-base material of class XI students. This type of research is a class action research with 2 cycles. The subjects in this study were Class XI students totaling 31 people. Data on learning outcomes were collected using the test method Data were analyzed using quantitative descriptive statistics. The results showed that the value of student learning outcomes increased by 5.74% from the initial condition while the value of student skills in work performance increased by 6.85% from the initial situation. The results of the second cycle simulation showed an increase of 6.48% from the first cycle while the value of student skills increased by 12.57% from the first cycle. In cycle II, there was a more tangible change in student scores. The conclusion of the research is that the use of PhET Interactive Simulation as an alternative to Laboratory skills can improve activities and learning outcomes in Chemistry learning of Class XI students.

Keywords: PhET Interactive Simulations, Learning Outcomes, Guided Inquiry

1. PENDAHULUAN

Pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam di Sekolah Menengah Atas terdiri atas tiga mata pelajaran yaitu pelajaran fisika, kimia, dan biologi. Kimia merupakan salah satu ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang gejala alam dengan mengambil materi sebagai objek

History:

Received : April 14, 2023

Revised : April 19, 2023

Accepted : May 01, 2023

Published : May 25, 2023

Publisher: Undiksha Press

Licensed: This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License



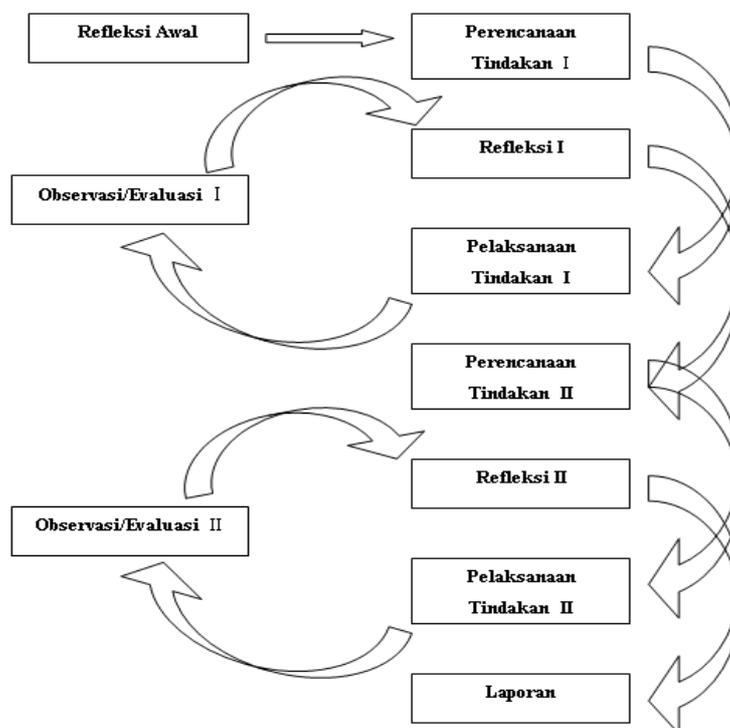
(Andriani et al., 2019; Haniffudin et al., 2013). Belajar kimia secara bermakna memerlukan kajian konsep dari tiga aspek yakni aspek makroskopis (sifat yang dapat diamati), aspek mikroskopis (partikel-partikel), dan simbolik (Ramadhani et al., 2020; Ristiyaning et al., 2016). Mata pelajaran kimia mengandung konsep-konsep yang mempunyai sifat abstraksi yang tinggi. Penyajian konsep abstrak langsung dalam bentuk informasi ilmiah sulit diterima oleh siswa, sehingga perlu suatu model analogi yang dapat mengkonkritisasi konsep-konsep abstrak (Antara, 2022; Lestari et al., 2021). Hasil belajar Kimia sama dengan hasil belajar mata pelajaran yang lain merupakan hasil dari proses belajar siswa dan sebagaimana biasa dilaporkan pada wali kelas, murid dan orang tua siswa setiap akhir semester atau akhir tahun ajaran (Antara, 2022; Pandaleke et al., 2020). Hasil belajar mempunyai arti dan manfaat yang sangat penting bagi anak didik, pendidik, orang tua/wali murid dan sekolah, karena nilai atau angka yang diberikan merupakan manifestasi dari hasil belajar siswa dan berguna dalam pengambilan keputusan atau kebijakan terhadap siswa yang bersangkutan maupun sekolah (Mardika, 2020). Hasil belajar merupakan kemampuan siswa yang dapat diukur, berupa pengetahuan, sikap dan keterampilan yang dicapai siswa dalam kegiatan belajar mengajar (Linda, 2018; Putri et al., 2018; Yektyastuti et al., 2016).

Namun kenyataan dilapangan proses pembelajaran kimia masih banyak mengalami kendala. Rendahnya sikap ilmiah dan hasil belajar peserta didik di bidang sains termasuk kimia belum memberikan peluang bagi peserta didik untuk mengembangkan kemampuan bernalar secara kritis (Azizah et al., 2021; Prasasti et al., 2019). Permasalahan yang terjadi guru sering menggunakan metode konvensional dan menjelaskan materi sesuai dengan yang ada di buku paket maupun LKS (Effendi et al., 2021; Lestari et al., 2021). Pada Mata pelajaran IPA (Kimia, Fisika, Biologi) penilaian praktik memerlukan laboratorium sebagai tempat kegiatannya karena di dalam lab sudah dilengkapi dengan sarana yang sesuai dengan kegiatan IPA. SMA Negeri 1 Kubutambahan sudah memiliki laboratorium IPA (Kimia, Fisika, Biologi) juga Lab. IT. Untuk lab IPA sudah memiliki alat-alat yang cukup lengkap namun pelaksanaan pembelajaran tatap muka secara terbatas menyebabkan pelaksanaan praktikum di laboratorium belum bisa dilaksanakan sepenuhnya, sehingga pada KD tertentu menjadi tertunda bahkan terhambat untuk mencapai tujuan. Setiap tehnik penilaian yang digunakan harus mengikuti prosedur operasional. Bila dalam pelaksanaan teknik tersebut tidak memenuhi prosedur operasional maka pendidik dapat memilih cara lain sebagai alternatif untuk memenuhi penilaian tersebut agar pembelajaran tetap berjalan sesuai program. Salah satu alternatif untuk keterampilan laboratorium IPA dapat menggunakan Phet Simulations atau simulasi PhET, pada mata pelajaran Kimia digunakan PhET Simulations Chemistry. Kegiatan ini dapat dilakukan di dalam kelas tanpa harus menggunakan alat-alat lab namun dengan Teknologi Informasi dapat didownload aplikasi PhET pada HP, laptop atau komputer (Perkins, 2020; Salame et al., 2021). PhET simulasi dapat dioperasikan secara online atau offline (Juwairiah et al., 2022). PhET adalah simulasi ilmu fisika, ilmu kimia, ilmu biologi, ilmu kebumih dan matematika. Simulasi PhET ini membuat suatu animasi fisika yang abstrak atau tidak dapat dilihat oleh mata telanjang, seperti atom, elektron, foton, dan medan magnet. *Physics Education Technology* (Phet) merupakan simulasi interaktif fenomena-fenomena fisis, berbasis riset yang diberikan secara gratis (Kua et al., 2021; Saudelli et al., 2021). Agar pembelajaran lebih maksimal diperlukan model pembelajaran, model yang dapat digunakan yaitu inquiry learning. *Inquiry learning* merupakan sebuah pendekatan untuk belajar dan mengajar yang menempatkan ide, pertanyaan dan observasi dari siswa menjadi pusat dari pengalaman belajar. Pendidikan memainkan peran aktif sepanjang proses dengan membangun sebuah budaya di mana ide ditantang, diuji, didefinisikan ulang dan dipandang tidak bisa diperbaiki tetap dihargai, memindahkan siswa dari posisi bertanya-tanya ke posisi pemahaman yang berlaku dan pertanyaan lebih lanjut (Gumilar et al., 2019; Verawati et al., 2019).

Temuan sebelumnya menyatakan model peningkatan kemampuan berpikir kreatif siswa melalui model pembelajaran inkuiri terbimbing (Putra et al., 2016; Wijaya et al., 2021). Peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis siswa menggunakan model *inquiry learning* (Galih et al., 2019; Kartika et al., 2022). Penelitian terkait model *inquiry learning* sudah banyak dilakukan. Namun, belum adanya kajian terkait Penggunaan *PhET interactive simulations* berbasis inkuiri terbimbing sebagai alternatif keterampilan laboratorium untuk meningkatkan aktifitas dan hasil belajar kimia pada materi asam basa siswa kelas XI. Dengan pendekatan berbasis-riset yang menggabungkan hasil penelitian sebelumnya memungkinkan para siswa untuk menghubungkan fenomena kehidupan nyata dan ilmu yang mendasarinya, pada akhirnya memperdalam pemahamannya. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis penggunaan *PhET interactive simulations* berbasis inkuiri terbimbing sebagai alternatif keterampilan laboratorium untuk meningkatkan aktifitas dan hasil belajar kimia pada materi asam basa siswa kelas XI.

2. METODE

Penelitian ini termasuk jenis penelitian tindakan kelas (Classroom Action Research) yang bertujuan untuk mengatasi permasalahan dan melakukan perbaikan pada pembelajaran sehingga siswa sebagai peserta pembelajar serta guru sebagai motivator, fasilitator dan moderator merasakan kenyamanan, serta kemudahan sehingga berdampak positif pada kelancaran pembelajaran. Sebagai subyek pada penelitian ini adalah siswa Kelas XI MIPA 2 SMAN 1 Kubutambahan yang jumlahnya 31 orang. Sedangkan obyek penelitian pada karya tulis ini adalah penggunaan *PhET interactive simulastions* berbasis inkuiri terbimbing sebagai alternative keterampilan laboratorium untuk meningkatkan aktifitas dan hasil belajar kimia pada materi asam basa. Penggunaan PhET simulasi pada penelitian ini menggunakan 2 (dua) siklus setelah refleksi awal sebagai pra siklus dengan masing-masing siklus terdiri dari tahapan-tahapan perencanaan, tindakan, observasi/evaluasi, dan refleksi. Daur ulang tahapan-tahapan ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Prosedur Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pada proses pelaksanaan penggunaan aplikasi ini siswa di awal di arahkan , dibimbing, mulai dari download / install pHET, cek koneksi internet , memperkenalkan beberapa tema pada fitur-fitur aplikasi pHET chemistry sampai pada bagaimana mengoperasikan salah satu contoh tema fiturnya dan siswa dapat bekerja serta mengisi LKS (worksheet) yang disediakan oleh guru . Hal ini menunjukkan peran guru pada jenis *inquiry terbimbing* yaitu menentukan topik bagaimana harus bekerja dan memperoleh hasil. Siswa yang sudah paham dapat bekerja secara off line di rumah mengulang atau langsung secara on line di kelas berkelompok jika ada diantara mereka yang tidak punya HP/laptop. Kegiatan ini berlangsung sampai 2(dua) siklus dengan cara / teknik yang sama.

Memperhatikan data penilaian awal siswa pada salah satu tema KD yang menggunakan penilaian keterampilan dengan tagihan unjuk kerja atau percobaan sebelum penggunaan aplikasi PhET baik penilaian pengetahuan pada tes tulis dan tes akhir KD di semester ganjil terbaca nilai rata – rata klasikal 70,48 dan penilaian keterampilan khususnya untuk unjuk kerja nilai rata-rata klasikal adalah 70,80. Hal inilah yang memotivasi peneliti untuk melakukan perbaikan pembelajaran melalui penggunaan aplikasi PhET *Interactive Simulation*. Penggunaan aplikasi PhET dapat berkontribusi pada pembelajaran Kimia sebagai alternatif keterampilan laboratorium melalui aktifitas simulasi atau interaktif simulasi setelah membaca hasil simulasi siswa dan berdampak secara langsung terhadap hasil belajar siswa. Rangkuman penelitian mulai dari awal sampai penggunaan aplikasi PhET Interactive Simulation ke siklus I dan ke siklus II dapat dilihat pada [Tabel 1](#).

Tabel 1. Rangkuman Hasil Penelitian

| Tahap | Nilai | | % Perubahan Nilai | | Keterangan |
|-----------|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|------------|
| | Pengetahuan / Hasil Belajar | Keterampilan / Penggunaan PhET | Pengetahuan / Hasil Belajar | Keterampilan / Penggunaan PhET | |
| Awal | 70,48 | 70,80 | 0 | 0 | - |
| Siklus I | 74,52 | 75,65 | 5,74% | 6,85% | naik |
| Siklus II | 79,35 | 85,16 | 6,48% | 12,57% | naik |

Berdasarkan [Tabel 1](#), terdapat peningkatan hasil belajar yang signifikans dari siklus I ke siklus II setelah aktifitas keterampilan laboratorium menggunakan PhET Interactive Simulations sebagai alternatif. Hasil simulasi siklus I menunjukkan bahwa kolaborasi antara penggunaan PhET *Interactive Simulation* dan hasil belajar siswa cukup signifikans dimana hasil belajar siswa setara atau sejajar dengan penggunaan aplikasi PhET. Nilai hasil belajar siswa mengalami kenaikan sebesar 5,74% dari kondisi awal sedangkan nilai keterampilan siswa pada unjuk kerja mengalami kenaikan 6,85% dari keadaan awal. Sudah nampak ada perbaikan nilai siswa baik pada nilai pengetahuan maupun nilai keterampilan. Hasil simulasi siklus II menunjukkan korelasi yang lebih baik, hasil belajar siswa semakin menanjak sebagai akibat dari penggunaan aplikasi PhET *interactive Simulation* yaitu terjadi kenaikan 6,48% dari siklus I sedangkan nilai keterampilan siswa mengalami kenaikan sebesar 12,57% dari siklus I. Pada siklus II terlihat lebih nyata perubahan nilai siswa. Hasil simulasi siklus I dan siklus II memberikan gambaran serta menjawab permasalahan yang telah dirumuskan dimana penggunaan aplikasi PhET *Interactive Simulation* ternyata mampu menggantikan atau berfungsi sebagai alternatif untuk aktifitas keterampilan laboratorium yang membuat siswa lebih asyik, praktis dan mudah dipahami sehingga mampu meningkatkan hasil belajar dan aktifitas siswa. Salah satu alasan penggunaan aplikasi PhEt

ini adalah siswa merasa senang dan santai seperti bermain akan tetapi sesungguhnya mereka belajar.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan terdapat peningkatan hasil belajar yang signifikan dari siklus I ke siklus II setelah aktifitas keterampilan laboratorium menggunakan PhET *Interactive Simulations* sebagai alternatif. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi PhET bermanfaat sebagai motivator seorang guru mau kreatif dalam pembelajaran khususnya untuk mata pelajaran IPA maka masalah penggunaan laboratorium yang kurang memadai dapat terpecahkan. Tema PhET *Interactive Simulations* ini harus disesuaikan dengan tagihan kompetensi dasar sehingga interaksi antara siswa dan aplikasi menjadi aktif saat melakukan simulasi karena beberapa data pada aplikasi mampu memenuhi indikator dan tujuan pembelajaran seperti pada pembelajaran Kimia ini dengan pokok bahasan *Asam Basa* memiliki indikator pembelajaran menganalisis trayek pH asam dan basa, menyimpulkan sifat asam basa kuat dan lemah. Pada aplikasi PhET sudah ada beberapa data mengenai hal tersebut sehingga siswa dengan mudah melakukan simulasi yaitu metode pelatihan meragakan sesuatu dalam bentuk tiruan yang mirip dengan keadaan sesungguhnya sehingga mendapat gambaran dan mudah dipahami oleh siswa (Anisa et al., 2022; Rahmawati et al., 2022). Sebagai apresiasi siswa terhadap penggunaan aplikasi PhET ini, siswa merasa senang bahkan ingin selalu menggunakan aplikasi ini untuk setiap aktifitas keterampilan laboratoriumnya. Simulasi PhET ini membuat suatu animasi fisika yang abstrak atau tidak dapat dilihat oleh mata telanjang, seperti atom, elektron, foton, dan medan magnet. Interaksi yang dilakukan berupa menekan tombol, menggeser benda atau memasukkan suatu data. Kemudian saat itu juga akibat dari interaksi yang dilakukan akan segera terlihat (Perkins, 2020; Prima et al., 2018).

Terjadi peningkatan aktivitas belajar dan hasil belajar yang signifikan melalui penerapan Inquiry Terbimbing. peran guru dalam melaksanakan proses pembelajaran dalam penyelidikan sangat besar. Guru berperan menentukan topik penelitian yang akan dilakukan, mengembangkan pertanyaan-pertanyaan yang terkait dengan topik yang akan diselidiki, menentukan prosedur atau langkah-langkah yang harus dilakukan oleh siswa, hingga membimbing siswa dalam menganalisis data, menyediakan worksheet yang telah berbentuk kolom-kolom sehingga siswa cukup melengkapi dan membantu membuat kesimpulan. dari inkuiri sendiri adalah proses mencari kebenaran, informasi/pengetahuan, memahami dan menggunakan semuanya dalam fase kehidupan (Nahak et al., 2020; Widani et al., 2019; Z Pasaribu et al., 2022). Dasar dari pendekatan ini sebenarnya adalah baik fasilitator maupun siswa memiliki dan berbagi tanggung jawab untuk belajar. Terdapat beberapa langkah yang mesti dilakukan oleh pengajar untuk memulai *inquiry learning* yaitu mengajukan pertanyaan, menganalisis dan mendeskripsikannya, memaparkan penemuan, secara verbal maupun dalam tulisan, dan berpikir mengenai informasi dan pengetahuan yang akan didapatkan (Adnyana et al., 2017; Firman et al., 2019; Sari, 2018). Penggunaan PhET *Interactive Simulation* sebagai alternatif keterampilan Laboratorium dapat meningkatkan aktifitas dan hasil belajar pada pembelajaran Kimia siswa Kelas XI MIPA 2 semester genap Tahun Pelajaran 2021/2022. Temuan ini diperkuat dengan temuan penelitian sebelumnya yang menyatakan penerapan metode praktikum virtual berbasis simulasi phet berbantuan guided-inquiry module untuk meningkatkan pengetahuan (Defianti et al., 2021). Simulasi yang disediakan PhET sangat interaktif yang mengajak siswa untuk belajar dengan cara mengeksplorasi secara langsung (Perkins, 2020; Salame et al., 2021). Implikasi penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan aktivitas dan hasil belajar siswa.

4. SIMPULAN DAN SARAN

Penggunaan PhET *Interactive Simulation* sebagai alternatif keterampilan Laboratorium dapat *meningkatkan aktifitas dan* hasil belajar pada pembelajaran Kimia siswa Kelas XI MIPA 2 semester genap Tahun Pelajaran 2021/2022. Penelitian ini sudah membuktikan bahwa penggunaan aplikasi PhET atau yang sejenisnya bermanfaat untuk pembelajaran keterampilan serta perbaikan pembelajaran karena praktis dan dapat dikerjakan secara online maupun offline sehingga diharapkan guru mampu mengaplikasikannya untuk perbaikan pembelajaran. Agar dapat memaksimalkan dalam penggunaan suatu aplikasi di media sosial maka diharapkan guru menargetkan Kompetensi Dasar dengan tagihan keterampilan unjuk kerja dan dimodifikasi sehingga tujuan pembelajaran tercapai sesuai dengan harapan.

5. DAFTAR RUJUKAN

- Adnyana, P. B., & Citrawathi, D. M. (2017). The Effectiveness of Question-Based Inquiry Module in Learning Biological Knowledge and Science Process Skills. *International Journal of Environmental & Science Education*, 12(8), 1871–1878. <http://www.ijese.net/makale/1947.html>.
- Andriani, M., Muhali, M., & Dewi, C. A. (2019). Pengembangan Modul Kimia Berbasis Kontekstual Untuk Membangun Pemahaman Konsep Siswa Pada Materi Asam Basa. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 7(1), 25. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v7i1.1653>.
- Anisa, V. M., & Astriani, D. (2022). Implementation of PhET simulation with discovery learning model to improve understanding of dynamic electricity concepts. *Jurnal Pijar Mipa*, 17(3), 292–301. <https://doi.org/10.29303/jpm.v17i3.3438>.
- Antara, I. P. P. A. (2022). Model Pembelajaran Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kimia Pada Pokok Bahasan Termokimia. *Journal of Education Action Research*, 6(1), 15–21. <https://doi.org/10.23887/jear.v6i1.44292>.
- Azizah, M., Rofian, & Sholikhah, I. R. (2021). Penggunaan Media Montase untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Mata Pelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan Dan Pengajaran Guru Sekolah Dasar (JPPGusseda)*, 04(01), 65–69. <https://doi.org/10.33751/jppguseda.v4i1.3279>.
- Defianti, A., Hamdani, D., & Syarkowi, A. (2021). Penerapan metode praktikum virtual berbasis simulasi phet berbantuan guided-inquiry module untuk meningkatkan pengetahuan konten fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika Undiksha*, 11(1), 47–55. <https://doi.org/10.23887/jjpf.v11i1.33288>.
- Effendi, R., Herpratiwi, & Sutiarso, S. (2021). Pengembangan LKPD Matematika Berbasis Problem Based Learning di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(2), 920–929. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i2.846>.
- Firman, M. A., Ertikanto, C., & Abdurrahman, A. (2019). Description of meta-analysis of inquiry-based learning of science in improving students' inquiry skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(2). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/2/022018>.
- Galih, D., Wulandari, R., & Mustadi, A. (2019). Comparison of Discovery and Inquiry Model: Which Model is More Effective in Natural Science (IPA) Learning. *International Journal of Educational Research Review*, 4, 711–718. <https://doi.org/10.24331/IJERE.628710>.
- Gumilar, R. P., & Wardani, S. (2019). The Implementation of Guided Inquiry Learning Models on The Concept Mastery, Scientific Attitude, and Science Process Skill. *Journal of Primary Education*, 8(5), 148–154.

- <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jpe/article/view/29256>.
- Haniffudin, N., & Diah, S. (2013). Pengaruh Variasi Temperatur Karbonisasi dan Karbon Aktif Tempurung Kelapa dan Kapasitansi Electric Double Layer Capacitor (EDLC). *Jurnal Teknik Pomits*, 2(1), F-13-F-17. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v2i1.2197>.
- Juwairiah, J., Riana, M., & Windiani, W. (2022). Digitization of laboratory equipment using PhET simulation media in applied chemistry practicum. *International Journal of Trends in Mathematics Education Research*, 5(2), 169–173. <https://doi.org/10.33122/ijtmr.v5i2.131>.
- Kartika, Y. K., & Rakhmawati, F. (2022). Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa Menggunakan Model Inquiry Learning. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(3), 2515–2525. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v6i3.1627>.
- Kua, M. Y., Suparmi, N. W., & Laksana, D. N. L. (2021). Virtual Physics Laboratory with Real World Problem Based on Ngada Local Wisdom in Basic Physics Practicum. *Journal of Education Technology*, 5(4), 520–530. <https://doi.org/10.23887/jet.v5i4.40533>.
- Lestari, D. D., & Muchlis, M. (2021). Pengembangan E-Lkpd Berorientasi Contextual Teaching And Learning (CTL) Untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Termokimia Kelas XI SMA. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 5(1), 25–33. <https://doi.org/10.23887/jpk.v5i1.30987>.
- Linda, R. (2018). The Effect Of Prezy And Exe-Learning Media On Chemical Learning Results. *EDUSAINS*, 10(1). <https://doi.org/10.15408/es.v10i1.7204>.
- Mardika, I. K. (2020). Upaya meningkatkan sikap ilmiah dan hasil belajar kimia melalui penerapan model pembelajaran inkuiri. *Indonesian Journal of Educational Development (IJED)*, 1(2), 311–321. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4006135>.
- Nahak, R. L., & Bulu, V. R. (2020). Efektivitas model pembelajaran inkuiri terbimbing berbantu lembar kerja siswa berbasis saintifik terhadap hasil belajar siswa. *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian Dan Kajian Kepustakaan Di Bidang Pendidikan, Pengajaran Dan Pembelajaran*, 6(2), 230–237. <https://doi.org/10.33394/jk.v6i2.2369>.
- Pandaleke, M., Munzil, M., & Sumari, S. (2020). Pengembangan Media Pelajaran Kelas Flipped Berbasis Animasi untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Kimia. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 5(3), 387. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v5i3.13293>.
- Perkins, K. (2020). Transforming STEM learning at scale: PhET interactive simulations. *Childhood Education*, 96(4), 42–49. <https://doi.org/10.1080/00094056.2020.1796451>.
- Prasasti, D. E., Koeswanti, H. D., & Giarti, S. (2019). Peningkatan keterampilan berpikir kritis dan hasil belajar matematika melalui model discovery learning di kelas IV SD. *Jurnal Basicedu*, 3(1), 174–179. <https://jbasic.org/index.php/basicedu/article/view/113>.
- Prima, E. C., Putri, A. R., & Rustaman, N. (2018). Learning solar system using PhET simulation to improve students' understanding and motivation. *Journal of Science Learning*, 1(2), 60. <https://doi.org/10.17509/jsl.v1i2.10239>.
- Putra, R. D., Rinanto, Y., Dwiastuti, S., & Irfa, I. (2016). Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa melalui Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing pada Siswa Kelas XI MIA 1 SMA Negeri Colomadu Karanganyar Tahun Pelajaran 2015 / 2016 The Increasing of Students Creative Thinking Ability Through of Inquiry Learni. *Proceeding Biology Education Conference*, 13(1), 330–334.
- Putri, D. P. E., & Muhtadi, A. (2018). Pengembangan multimedia pembelajaran interaktif kimia berbasis android menggunakan prinsip mayer pada materi laju reaksi. *Jurnal*

- Inovasi Teknologi Pendidikan*, 5(1), 38–47. <https://doi.org/10.21831/jitp.v5i1.13752>.
- Rahmawati, Y., Zulhipri, Z., Hartanto, O., Falani, I., & Iriyadi, D. (2022). Students' conceptual understanding in chemistry learning using PhET interactive simulations. *Journal of Technology and Science Education*, 12(2), 303–326. <https://doi.org/10.3926/jotse.1597>.
- Ramadhani, L. F., Imaya M. Nurjannah, Ratna Yulistiani, & Erwan A. Saputro. (2020). Review: teknologi aktivasi fisika pada pembuatan karbon aktif dari limbah tempurung kelapa. *Jurnal Teknik Kimia*, 26(2), 42–53. <https://doi.org/10.36706/jtk.v26i2.518>.
- Ristiyan, E., & Bahriah, E. S. (2016). Analisis Kesulitan Belajar Kimia Siswa di SMAN X Kota Tangerang Selatan. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran IPA*, 2(1), 18–29. <https://doi.org/10.30870/jppi.v2i1.431>.
- Salame, I. I., & Makki, J. (2021). Examining the use of PhEt simulations on students' attitudes and learning in general chemistry II. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 17(4), e2247. <https://doi.org/10.21601/ijese/10966>.
- Sari, D. P. (2018). Pengaruh Model Inkuiri Terbimbing terhadap Motivasi dan Hasil Belajar Siswa pada Pembelajaran IPA Sekolah Dasar. *Pedagogi : Jurnal Ilmu Pendidikan*, 18(2), 131–134.
- Saudelli, M. G., Kleiv, R., Davies, J., Jungmark, M., & Mueller, R. (2021). PhET Simulations in Undergraduate Physics: Constructivist Learning Theory in Practice. *Brock Education Journal*, 31(1). <https://doi.org/10.26522/brocked.v31i1.899>.
- Verawati, S., Prayogi, S., Gummah, A., Muliadi, M. Y., & Yusup. (2019). The Effect of Conflict-Cognitive Strategy in Inquiry Learning towards Pre-Service Teachers' Critical Thinking Ability. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(4), 529 – 537. <https://doi.org/10.15294/jpii.v8i4.21002>.
- Widani, N. K. T., Sudana, D. N., & Agustiana, I. G. A. T. (2019). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Terhadap Hasil Belajar Ipa Dan Sikap Ilmiah Pada Siswa Kelas V SD Gugus I Kecamatan Nusa Penida. *Journal of Education Technology*, 3(1), 15. <https://doi.org/10.23887/jet.v3i1.17959>.
- Wijaya, S., & Handayani, S. L. (2021). Pengaruh Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL) terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(4), 2521–2529.
- Yektyastuti, R., & Ikhsan, J. (2016). Pengembangan media pembelajaran berbasis android pada materi kelarutan untuk meningkatkan performa akademik siswa SMA. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(1), 88. <https://doi.org/10.21831/jipi.v2i1.10289>.
- Z Pasaribu, M., & Nainggolan, B. (2022). Pengaruh Penerapan Model Inkuiri Terbimbing Berbasis Video Pembelajaran terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas XI Sma pada Materi Laju Reaksi. *Jurnal Indonesia Sosial Sains*, 3(3), 378–388. <https://doi.org/10.36418/jiss.v3i3.561>.