

MEMBEKALKAN PENGETAHUAN PROSEDURAL DAN SIKAP ILMIAH KEPADA SISWA SMA MELALUI PEMBELAJARAN *VIRTUAL LABORATORY*

Kurratul Aini*¹, Megawati², Nofa Rojayanti³

^{1,2,3} Pendidikan Biologi, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

*kurratulaini_uin@radenfatah.ac.id

Abstrack. *Practicum using a virtual laboratory is an alternative practicum activity for students in schools that do not have laboratory facilities so that the learning objectives can be achieved. The aim of this study is to know influence virtual laboratory for procedural knowledge and scientific attitudes of students on matter of excretion at class XI SMA Negeri 4 Palembang. Method is an experimental research with The One Group Pretest-Posttest Design. The sampling technique was purposive sampling, with a total sample of 169 students of class XI IPA. Data collection techniques for procedural knowledge using pretest and posttest and, questionnaires of scientific attitude. The results obtained an average score of pretest 8.08 and posttest 16.33. Increased procedural knowledge is shown by the n-gain value of 0.68 in the medium category. Based on the results of the hypothesis test obtained a significance value of $0.000 < 0.05$, so that H_1 is accepted, which means a significant difference between the average pretest and posttest. For scientific attitudes, average percentage of 82.27% with a good category. It can be concluded that there is an influence of virtual laboratory on procedural knowledge and scientific attitudes of students.*

Key word : *procedural knowledge, scientific attitudes, virtual laboratory*

Abstrak. Praktikum menggunakan *virtual laboratory* merupakan alternatif kegiatan praktikum bagi siswa di sekolah yang belum memiliki sarana laboratorium sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan media pembelajaran *virtual laboratory* terhadap pengetahuan prosedural dan sikap ilmiah peserta didik pada materi sistem ekskresi kelas XI di SMA Negeri 4 Palembang. Metode penelitian ini adalah *experimental research* dengan desain penelitian *The One Group Pretest-Posttest Design*. Teknik pengambilan sampel secara *purposive sampling*, dengan jumlah sampel sebanyak 169 siswa di kelas XI IPA. Teknik pengumpulan data pengetahuan prosedural menggunakan soal *pretest* dan *posttest* dan angket sikap ilmiah. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa pengetahuan prosedural diperoleh rata-rata skor *pretest* 8,08 dan *posttest* 16,33. Peningkatan pengetahuan prosedural ditunjukkan oleh nilai *n-gain* sebesar 0,68 dengan kategori sedang. Berdasarkan hasil uji hipotesis didapatkan nilai signifikansi $0,000 < 0,05$, sehingga H_1 diterima, yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara rata-rata hasil *pretest* dan *posttest*. Sikap ilmiah siswa didapatkan hasil persentase rata-rata sebesar 82,27% dengan kategori baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh media *virtual laboratory* terhadap pengetahuan procedural dan sikap ilmiah siswa.

Kata Kunci : *pengetahuan prosedural, sikap ilmiah, virtual laboratory*

PENDAHULUAN

Hakikat mempelajari IPA berarti siswa difasilitasi untuk memahami produk, terampil melakukan proses penyelidikan ilmiah, dan menunjukkan sikap ilmiah. Hakikat IPA sebagai produk adanya penemuan berupa fakta, konsep, prinsip dan teori melalui proses berpikir. Hakikat IPA sebagai proses yang berarti selama proses pembelajaran peserta didik dilatih untuk mengembangkan pengetahuannya melalui keterampilan proses. Adapun hakikat IPA sebagai sikap, yaitu siswa dibekali dengan karakter terpuji, yaitu sikap ilmiah (Rustaman *et al.*, 2003).

Dalam rangka mencapai hakikat IPA, guru perlu menentukan metode pembelajaran yang dapat melatih kemampuan peserta didik dalam melaksanakan langkah-langkah metode ilmiah dan proses berpikirnya melalui kegiatan eksperimen, observasi, dan simulasi, sehingga siswa dapat membangun suatu konsep dan fakta (Yuniarti *et al.*, 2012). Salah satu metode pembelajaran yang dapat membantu melatih peserta didik untuk mengembangkan proses berpikir adalah praktikum. Melalui pembelajaran praktikum dapat membangkitkan motivasi belajar, mengembangkan keterampilan dasar bereksperimen, belajar menggunakan pendekatan ilmiah, dan menunjang pemahaman materi (Supriyadi, 2017). Akan tetapi, saat ini masih banyak sekolah yang belum melaksanakan kegiatan praktikum untuk melakukan investigasi ilmiah, karena terkendala oleh keterbatasan alat dan bahan di laboratorium, alokasi waktu pembelajaran yang terbatas, atau eksperimen yang menggunakan bahan yang berbahaya (Adi *et al.*, 2016).

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut dapat dengan memanfaatkan kemajuan dalam bidang multimedia dan teknologi, sehingga pembelajaran di laboratorium dapat dilakukan secara virtual (Maldarelli *et al.*, 2009). *Virtual laboratory* memberi

siswa pengalaman virtual yang bermakna karena menyajikan konsep, prinsip, dan proses yang penting. Keuntungan siswa menggunakan *virtual laboratory*, yaitu memiliki kesempatan untuk mengulangi percobaan yang salah atau untuk memperdalam pengalaman (Tatli & Ayas, 2013). Oleh karena itu, *virtual laboratory* muncul di sekolah dan universitas sebagai alat efisien yang kuat yang dapat menawarkan berbagai alternatif sebagai lingkungan belajar yang menarik minat siswa dan mungkin merupakan insentif besar bagi mereka (Faour & Ayoubi, 2018).

Keuntungan lain pembelajaran dengan menggunakan media *virtual laboratory* adalah melatih *self-efficacy*, sikap, dan motivasi (Dyrberg *et al.*, 2016), meningkatkan motivasi peserta didik (Adi *et al.*, 2016); meningkatkan penguasaan konsep siswa (Arianti *et al.*, 2016); meningkatkan kompetensi pengetahuan, salah satunya adalah pengetahuan prosedural (Widiantini *et al.*, 2017). Pemahaman prosedural (*comprehension*) dapat didefinisikan sebagai mengajukan pertanyaan tentang bagaimana sains dipahami melalui pengamatan dan apa yang diamati; membangun rencana, hipotesis, dan estimasi; mencari, mengumpulkan dan menafsirkan data. Atribut "*know-how (tahu bagaimana)*" dalam psikologis kognitif disebut pengetahuan prosedural, yang artinya pengetahuan tentang "*know how to do it (tahu bagaimana melakukannya)*". Kerumitan ini dihubungkan dengan istilah proses, pemecahan masalah, strategi berpikir, hal ini memiliki tingkat prosedur yang berbeda (McCormick, 1997). Adapun Anderson & Krathwohl (2010) menyatakan bahwa pengetahuan prosedural adalah pengetahuan yang menekankan pada pengetahuan keterampilan, algoritma, teknik dan metode dalam memahami suatu materi pembelajaran.

Pengetahuan prosedural juga berkaitan dengan kemampuan siswa menyelesaikan tugas yang dapat diperoleh melalui pembelajaran yang menggunakan aturan dan instruksi secara bertahap, langkah demi langkah (Yilmaz & Yalçın, 2012). Ada beberapa tujuan pembelajaran biologi penting untuk mengembangkan pemahaman prosedural. *Pertama*, berkaitan dengan tujuan pendidikan biologi itu sendiri. Pendidikan biologi mempersiapkan beberapa siswa untuk menjadi ahli biologi yang dapat bekerja baik di perguruan tinggi, pusat penelitian, atau bidang terapan seperti kedokteran, ilmu biologi berbasis industri atau lingkungan. Selain itu juga dapat mengembangkan literasi biologi, untuk dapat mengambil keputusan terhadap masalah biologi. *Kedua*, berkaitan dengan persepsi siswa tentang biologi dalam kurikulum. Biologi merupakan ilmu yang beragam, sehingga perlu banyak pendekatan untuk mengumpulkan bukti hasil penyelidikan berbasis laboratorium. Siswa perlu diajarkan tentang ide-ide penting untuk berbagai penyelidikan biologi melalui kerja lapangan, sehingga siswa menjadi termotivasi. *Ketiga*, memasukkan ide-ide substantif dan prosedural ke dalam kurikulum. Dengan mengajarkan ide-ide penting dalam berbagai penyelidikan biologi, relevan dan bermakna ke dalam kurikulum (Roberts, 2010).

Selain melatih pemahaman prosedural peserta didik, *virtual laboratory* juga merupakan media pembelajaran alternatif yang dapat memberikan pengalaman kepada peserta didik untuk merumuskan masalah, melakukan penyelidikan, menginterpretasi data, membuat kesimpulan, sehingga dapat meningkatkan sikap ilmiah peserta didik (Supriyadi, 2017). Peningkatan sikap ilmiah peserta didik erat kaitannya dengan keterlibatan peserta didik secara aktif selama proses pembelajaran (Handayani *et al.*, 2018).

Sikap ilmiah adalah bentuk dari kebiasaan mental atau kecenderungan untuk bereaksi secara konsisten dengan cara tertentu terhadap situasi yang bermasalah. Sikap ilmiah dilabeli sebagai “atribut ilmiah”. Atribut sikap ilmiah adalah rasionalitas, rasa ingin tahu, pikiran terbuka, keengganan pada takhayul, objektivitas dan kejujuran intelektual, serta penilaian (Sekar & Mani, 2013). Sikap ilmiah memiliki dua prinsip, yaitu peduli dengan bukti empiris dan bersedia mengubah teori berdasarkan bukti baru. Orang dengan sikap ilmiah yang baik adalah memiliki sikap rendah hati, berpikir terbuka, jujur secara intelektual, ingin tahu, kritis terhadap diri sendiri (McIntyre, 2019). Maka dari itu, masalah dalam penelitian ini adalah apakah ada pengaruh pembelajaran virtual laboratory dapat berpengaruh terhadap sikap ilmiah dan pengetahuan prosedural.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Experimental Research* dengan bentuk *The One-Group Pretest-Posttest Design* (Fraenkel *et al.*, 2012). Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *purposive sampling*. Sekolah yang dipilih adalah sekolah yang memiliki fasilitas laboratorium komputer untuk menunjang proses pembelajaran dengan media *virtual laboratory*. Sampel sebanyak 169 orang peserta didik yang duduk di kelas XI IPA diberikan pembelajaran dengan media *virtual laboratory*.

Teknik pengumpulan data pengetahuan prosedural melalui hasil *pretest*, *posttest* dan *n-gain*. Untuk data sikap ilmiah menggunakan skala *likert*. Analisis hipotesis pengetahuan prosedural menggunakan uji *Mann-Whitney U* dengan nilai signifikansi 0.05. dengan hipotesis H_0 : Tidak ada perbedaan rata-rata pengetahuan prosedural peserta didik

melalui media pembelajaran *virtual laboratory*.

H₁ : Ada perbedaan rata-rata pengetahuan prosedural peserta didik melalui media pembelajaran *virtual laboratory*.

Analisis hasil angket sikap ilmiah menggunakan persentase hasil sikap ilmiah dengan rumus:

$$Np = \frac{S}{SM} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengetahuan prosedural peserta didik diperoleh dari hasil *pretest* dan *posttest* yang diberikan sebelum dan setelah pembelajaran dengan media *virtual laboratory*, untuk mengetahui perbedaan hasil sebelum dan setelah pembelajaran, serta mengetahui peningkatan pengetahuan prosedural dari hasil nilai *N-gain*.

Tabel 1. Hasil *pretest*, *posttest*, N-Gain

Jenis Tes	Skor Min	Skor Maks	Rata-rata
<i>Pretest</i>	4.00	14.00	8.0888
<i>Posttest</i>	14.00	20.00	16.3314
N-Gain	0.25	1.00	0.68

Pengetahuan prosedural dalam penelitian menggunakan empat indikator (Khamidah, 2017), yaitu: 1) Peserta didik dapat menentukan langkah-langkah yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu permasalahan; 2) Peserta didik dapat mengurutkan suatu tindakan dalam menyelesaikan masalah; 3) Peserta didik dapat menerapkan atau menggunakan simbol, keadaan dan proses untuk menyelesaikan masalah; 4) Peserta didik dapat menjelaskan atau membenarkan suatu cara menyelesaikan masalah yang diberikan.

Tabel 2. Rerata skor *pretest* dan *posttest* dari indikator pengetahuan prosedural

Indikator	Rerata	Rerata	N-	Kategori
-----------	--------	--------	----	----------

Pengetahuan Prosedural	Skor <i>Pretest</i>	Skor <i>Posttest</i>	Gain rerata	
Indikator 1	2,24	4,37	0,77	Tinggi
Indikator 2	2,34	4,15	0,68	Sedang
Indikator 3	2,24	4,37	0,77	Tinggi
Indikator 4	1,27	3,44	0,58	Sedang

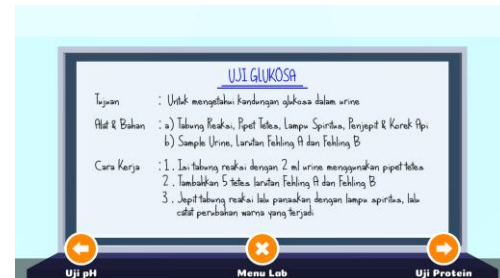
Hasil *pretest* dan *posttest* dianalisis lanjut untuk mengetahui perbedaan rata-rata hasil sebelum dan setelah proses pembelajaran menggunakan media *virllab*. Dari hasil uji normalitas *pretest* dan *posttest*, didapatkan nilai signifikansinya $0,000 < 0,05$, artinya data tidak berdistribusi normal. Oleh karena itu, uji perbedaan dua rata-rata hasil *pretest* dan *posttest* dilakukan secara non parametrik, yaitu dengan menggunakan uji *Mann-Whitney U*, diperoleh nilai signifikansi hasil pengujian sebesar 0,000. Oleh karena itu H₁ diterima, yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara rata-rata hasil *pretest* dan *posttest*. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran dengan menggunakan media *virtual laboratory* berpengaruh terhadap pengetahuan prosedural peserta didik. Peningkatan pengetahuan prosedural peserta didik juga dapat dilihat dari nilai N-gain yang diperoleh sebesar 0,68 dalam kategori sedang.

Peningkatan pengetahuan prosedural dapat terjadi karena aktivitas *virtual laboratory* memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk belajar mandiri dan mengatur pengetahuannya sendiri, Selama proses pembelajaran peserta didik melakukan praktik secara virtual untuk uji glukosa dan uji pH. Pada praktik ini, peserta didik sebelum melakukan percobaan, harus membaca prosedur atau langkah-langkah praktikum, mulai dari pemilihan alat dan bahan yang digunakan dalam percobaan, serta langkah kerja sampai dengan penarikan kesimpulan. peserta didik diharuskan memahami sendiri proses-preses yang terjadi pada setiap organ ekskresi dan langkah-langkah praktikum uji urine. Artinya, siswa melakukan aktivitas pembelajaran secara sistematis.

Hal ini sejalan dengan pendapat Astuti *et al.*, (2019) yang menyatakan bahwa pengetahuan prosedural dapat dibangun melalui aktivitas melengkapi latihan-latihan yang cukup rutin hingga memecahkan masalah-masalah baru. Sejalan dengan penelitian Gunawan *et al.* (2019) bahwa menggunakan model *virtual laboratory* dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dalam konsep termodinamika. Selain itu, media pembelajaran *virtual laboratory* juga memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengulang kembali praktikum apabila belum memahami langkah dan hasil yang seharusnya didapatkan dengan mencari bukti-bukti untuk melakukan investigasi selanjutnya. Seperti yang diungkapkan oleh Roberts (2010), bahwa ada dua cara mengajarkan pemahaman prosedural, yaitu: 1) ide prosedural (*procedural ideas*), seluruh dan sebagian dari investigasi dilakukan baik di lapangan maupun di lab, praktik ilustratif di lapangan dan lab, keterampilan dasar praktis; 2) ide yang substansial (*substantive ideas*), pengamatan objek atau peristiwa dan klasifikasinya, praktik ilustratif di lapangan dan lab, pembelajaran penemuan dan praktik inkuiri.

Nilai *n-gain* menunjukkan bahwa peserta didik telah mampu melaksanakan langkah-langkah yang dilakukan untuk menyelesaikan suatu permasalahan. Peserta didik dianggap mampu menjelaskan atau membenarkan suatu cara menyelesaikan masalah yang diberikan karena pada saat proses pembelajaran menggunakan *virtual laboratory* peserta didik terbiasa mandiri melakukan tindakan-tindakan yang terdapat pada *virtual laboratory* tentunya peserta didik mampu menjelaskan ataupun membenarkan masalah yang diberikan karena sudah mengkonsep pengetahuan serta kemampuannya sendiri. Menurut Srinivasan & Croocks (2005), bahwa penggunaan multimedia akan

menguntungkan bila media tersebut menguntungkan bila media tersebut menguntungkan dan memberikan kesempatan kepada pengguna untuk mengontrolnya.



Gambar 1. Salah satu contoh tahapan uji kandungan urin pada media *virllab*

Tabel 3. Persentase rerata skor sikap ilmiah

Dimensi	Persentase rerata skor	Kategori
Sikap Ingin Tahu	85,69	Sangat baik
Sikap Respek terhadap Data	81,63	Baik
Sikap Berpikir Kritis	82,64	Baik
Sikap Penemuan dan Kreativitas	77,17	Baik
Sikap Berpikir Terbuka dan Kerjasama	84,94	Baik
Sikap Ketekunan	82,59	Baik
Sikap Peka terhadap Lingkungan Sekitar	81,21	Baik

Beradsarkan Tabel 4. Dapat terlihat bahwa sebagian besar dimensi sikap ilmiah dalam katagori baik. Saru dimensi menunjukkan katabori sangat baik, yaitu sikap rasa ingin tahu. Hasil ini menunjukkan bahwa melalui pembelajaran dengan media *virllab* dapat mengubah sikap ilmiah baik terhadap materi pembelajaran maupun sikap. Selama proses pembelajaran melalui media *virllab*, menunjukan sikap ingin tahunya melalui tindakan-tindakan, dengan selalu aktif dalam proses pembelajaran dengan bertanya mengenai materi sistem ekskresi yang belum mereka pahami. Pertanyaan-pertanyaan yang muncul, seperti “*bagaimana proses ekskresi yang terjadi di ginjal, kulit, hati dan paru-paru?*” menanyakan setiap langkah dalam menggunakan aplikasi *virtual laboratory*

tahapan dalam pengujian kandungan urin dengan antusias dan sungguh-sungguh.



Gambar 2. Tampilan awal login ke *virilab*

Dalam proses pembelajaran yang berlangsung, peserta didik sangat bersemangat untuk belajar menggunakan aplikasi *virtual laboratory*. Hal ini terlihat ketika peserta didik tertarik untuk mengklik setiap button yang ada pada aplikasi *virtual laboratory* dan berusaha untuk mencari informasi yang terdapat pada aplikasi. Kegiatan ini secara tidak langsung dapat menumbuhkan rasa ingin tahu peserta didik, karena penggunaan *virtual laboratory* ini baru pertama bagi mereka. Rasa ingin tahu pada peserta didik juga muncul karena peserta didik berada pada fase emosional anak yang memunculkan sifat positif terhadap sains yang ditunjukkan melalui kata-kata khusus, seperti jumlah dan bentuk ekspresi yang digunakan; valensi emosional dari bentuk suatu ekspresi; aktivitas bertanya atau menjawab suatu pertanyaan yang bersifat terbuka; dan respon tingkah laku, seperti interaksi sensori gerak saat terlibat dalam aktivitas ilmiah (Baruch *et al*, 2014).

Selama proses pembelajaran dengan media *virtual laboratory*, peserta didik dibimbing untuk melakukan penyelidikan dan merancang percobaan sendiri tentang uji kandungan urin, sehingga memunculkan sikap obyektif dan kejujuran yang sangat tinggi dalam mengungkapkan fakta hasil pengamatan. Melalui *virtual laboratory*, secara langsung peserta didik melakukan percobaan, sehingga peserta didik lebih memahami langkah-langkah dan proses pengujian urin, serta melaporkan hasil

percobaan yang diperoleh sesuai dengan hasil yang didapat tanpa manipulasi data.

Melalui media pembelajaran *virtual laboratory*, dapat membiasakan peserta didik untuk mengkritisi proses pembelajaran yang dialaminya dan tidak percaya begitu saja sebelum ada bukti yang kuat. Kegiatan praktikum yang dilakukan, dapat diulang-ulang untuk membuktikan hasil yang didapat ketika praktikum dengan informasi yang diperoleh dari studi literatur tanpa takut kekurangan bahan praktikum dan kerusakan alat yang digunakan ketika praktikum.



Gambar 3. Proses dalam percobaan uji kandungan glukosa pada urin

Pembelajaran menggunakan media pembelajaran *virtual laboratory* juga sangat menekankan pada keaktifan peserta didik dalam mengikuti proses pembelajaran dimana setiap peserta didik diharuskan untuk melakukan praktikum secara mandiri dimana peserta didik akan memahami prosedur yang tepat mengenai praktikum dan materi yang diberikan. Secara keseluruhan dalam proses pembelajaran menerapkan media *virtual laboratory* berlangsung kondusif dan setiap peserta didik mampu menjalankan tugas dan peranannya dalam melakukan praktikum meskipun terlihat masih sedikit bingung mengoperasikan *virtual laboratory*. Keaktifan peserta didik dalam proses pembelajaran dapat merangsang dan mengembangkan bakat yang dimilikinya serta dapat berlatih untuk menyelesaikan masalah-masalah yang terjadi. Pembelajaran berbasis media *virtual*

laboratory dapat meningkatkan sikap ilmiah peserta didik pada materi invertebrata, hasil uji hipotesis menunjukkan bahwa terdapat peningkatan yang cukup signifikan untuk kemampuan sikap ilmiah. Pada kelas eksperimen lebih unggul dikarenakan peserta didik lebih memahami prosedur pelaksanaan praktikum walaupun dilakukan secara virtual (Gaffar, 2016).

Dari hasil penelitian tentang pengaruh pembelajaran *virtual laboratory* terhadap pengetahuan prosedural dan sikap ilmiah dapat disimpulkan bahwa pembelajaran *virtual laboratory* dapat melatih mengembangkan pengetahuan prosedural hal ini dapat dilihat dari nilai *n-gain* sebesar 0,68 dengan kategori sedang. Pembelajaran *virtual laboratory* juga berpengaruh terhadap sikap ilmiah peserta didik, yang dapat dilihat dari masing-masing indikator sikap ilmiah masuk dalam kategori baik dan sangat baik.

Kekurangan yang ditemukan dalam penggunaan media pembelajaran *virtual laboratory* yaitu akses untuk melaksanakan kegiatan *virtual laboratory* bergantung pada jumlah fasilitas komputer yang disediakan sekolah, peserta didik dapat merasa jenuh jika kurang memahami tentang penggunaan komputer sehingga dapat menimbulkan respon yang pasif untuk melaksanakan praktikum, dan diperlukan panduan dari guru sebelum pelaksanaan praktikum menggunakan *virtual laboratory* agar terlaksana dengan baik. Saran untuk penelitian selanjutnya, guru harus memperhatikan fasilitas computer yang ada di sekolah, dapat juga dikembangkan *virtual laboratory* berbasis *android, ios, windows phone*, dan lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LP2M) UIN Raden Fatah Palembang

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, W., Suratno, & Iqbal, M. (2016). Pengembangan *Virtual Laboratory* Sistem Ekskresi dalam Meningkatkan Motivasi Belajar Peserta didik SMA. *Jurnal Pendidikan Sains*, 4 (4), 130-136.
- Anderson, L. W. & Krathwohl, D. R. (2010). Kerangka Landasan Untuk Pembelajaran, Pengajaran, dan Asesmen. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Arianti, B. I., Sahidu, H., Harjono, A., Gunawan. (2016). Pagaruh Model Direct Instruction Berbantuan Simulasi Virtual Terhadap Penguasaan Konsep Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 2 (4), 159-163.
- Arnold, R. J. (1951). A Summary of Research on the Scientific Attitude (Tesis Tidak Dipublikasikan) *Boston University United Stated*
- Astuti, P, Qohar A, & Hadiyanto E. (2019). Proses Berpikir Siswa dalam Menyelesaikan Soal *Higher Order Thinking Skills* Berdasarkan Pemahaman Konseptual dan Prosedural. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*. Vol.4 No.1, 117-123
- Baruch, Y. K., Levy & Mashal, N. (2014). Pre-Schoolers Verbal and Behavioral Responses as Indicators of Attitudes and Scientific Curiosity. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14:125-148
- Domingues, L., Rocha, D., dan Ferreira, E. (2010). Virtual Laboratories in Chemical Engineering Education. *Education for Chemical Engineers*, 5 (2), 22-27.
- Dyrberg, N. R., Treusch, A. H., Wiegand, C. (2016). Virtual Laboratories in

- Science Education: Students' Motivation and Experiences in Two Tertiary Biology Courses. *Journal of Biological Education*.
- Faour, M. A. & Ayoubi, Z. (2018). The Effect of Using Virtual Laboratory on Grade 10 Students' Conceptual Understanding and their Attitudes towards Physics. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, volume 4, Issue 1. 54-68.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to Design and Evaluate Research in Education* (Eight Edition). McGraw-Hill
- Gaffar, A. (2016). Pembelajaran Berbasis Praktikum Virtual untuk Meningkatkan Sikap Ilmiah Peserta didik Kelas X pada Materi Invertebrata. *Jurnal Bio Education*, 1 (1).
- Gunawan, Harjono, A., Sahidu, H., Herayanti, L. Suranti, N. M. Y., Yahya, F. (2019). Using virtual laboratory to Improve Pre-service Physics Teachers' Creativity and Problem-Solving Skills on Thermodynamics Concept. *Journal of Physics: Conference Series*. 1280 (2019) 052038
- Handayani P., Tapilouw F., & Wulan A. (2018). Peningkatan Sikap Ilmiah Peserta didik Melalui Pembelajaran Berbasis Praktikum Virtual Invertebrata. *Jurnal Pelita Pendidikan*, 6 (1), 2338-3003
- Khamidah, L. (2017). Pemahaman Konseptual dan Pengetahuan Prosedural Peserta didik Kelas VIII dalam Penyelesaian Soal Matematika pada Materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel. *Prosiding Si Manis*. Vol.1 No.1, 611-616.
- Maldarelli, G., Hartmann, E., Cummings, P., Horner, R. Obom, K., Shingles, R., and Pearlman, R. (2009). Virtual Lab Demonstrations Improve Students' Mastery of Basic Biology Laboratory Techniques. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 10, 51-57.
- McCormick, R. (1997). Conceptual and Procedural Knowledge. *International Journal of Technology and Design Education*. 7: 141-159, 1997.
- McIntyre, L. (2019). *The Scientific Attitude: Defending Science from Denial, Fraud, and Pseudoscience*. London, England. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Roberts, R. (2001). Procedural Understanding in Biology: The 'Thinking behind the doing', *Journal of Biological Education*, 35:3, 113-117.
- Rustaman, N.Y., Dirdjosoemarto, S., Yudianto, S.A., Achmad, Y. Subekti, R., Rochintaniawati, D., Nurjani, M.(2003). *Strategi Belajar Mengajar Biologi Common Text Book*. Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA UPI.
- Sekar, P. & Mani, S. (2013). Science Attitude of Higher Secondary Biology Students. *Indian Journal of Applied Research*. Vol. 3. Issue. 9
- Srinivasan, S. & Crooks, S. (2005). Multimedia in a Science Learning Environment. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 14(2), 151-167.
- Star, J. R. (2005). Reconceptualizing Procedural Knowledge. *Journal for Research in Mathematics Education*, 36(5), 404-411.
- Star, J. R., and Stylianides, G. J. 2013. Procedural and Conceptual Knowledge: Exploring the Gap Between Knowledge Type and Knowledge Quality. *Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education* 13, no. 2:169-181.
- Supriyadi. (2017). Pengaruh Praktikum Virtual Terhadap Sikap Ilmiah Peserta didik. *Jurnal Tadris Pendidikan Biologi*, 8 (2), 2086-5945.

- Tatli, Z. & Ayas, A. (2013). Effect of a Virtual Chemistry Laboratory on Students' Achievement. *Educational Technology & Society*, 16 (1), 159-170.
- Widiantini, N. N. A. S., Putra, M., Wiarta, I. W. (2017). Model Pembelajaran SETS (Science, Environment, Technology, Society) Berbantuan Virtual Lab Berpengaruh Terhadap Kompetensi Pengetahuan IPA. *Journal of Education Technology*, 1 (2), 141-148.
- Yilmaz, I. & Yalçın, N. (2012). The Relationship of Procedural and Declarative Knowledge of Science Teacher Candidates in Newton's Laws of Motion to Understanding. *American International Journal of Contemporary Research Vol. 2 No. 3; March 2012*.
- Yuniarti, F., Dewi, P., Susanti, R. (2012). Pengembangan Virtual Laboratory Sebagai Media Pembelajaran Berbasis Komputer Pada Materi Pemiakan Virus. *Unnes Journal of biology education*, 1 (1):27

