



**PENINGKATAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS
DENGAN *DISCOVERY LEARNING* BERBANTUAN *VIRTUAL
CHEMISTRY LABORATORY***

Paulina Hendrajanti¹
linajogja1971@gmail.com

Siti Rochmiyati²
rochmiyati_atik@ustjogja.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa kelas XI MIPA 1 di SMA Negeri 4 Yogyakarta melalui model pembelajaran *Discovery Learning* berbantuan *Virtual Chemistry Laboratory* untuk materi Titrasi Asam Basa. Keterampilan berpikir kritis merupakan keterampilan berpikir yang melibatkan proses kognitif dan mengajak siswa untuk berpikir reflektif terhadap permasalahan. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian tindakan kelas. Subjek penelitian ini adalah semua siswa kelas XI MIPA 1 di SMA Negeri 4 Yogyakarta yang mengikuti pembelajaran di tahun 2021, yang mempunyai keterampilan berpikir kritis rendah selama pembelajaran daring di masa pandemi. Instrumen yang digunakan untuk pengumpulan data adalah lembar observasi, angket, penilaian proses, dan hasil belajar. Hasil penelitian ini adalah: (1) Pada siklus I diperoleh persentase siswa yang mempunyai keterampilan berpikir kritis dengan kategori tinggi sebanyak 83,33%, kategori sedang 13,86%, dan kategori rendah 2,78%, (2) Pada siklus II diperoleh persentase siswa yang mempunyai keterampilan berpikir kritis dengan kategori tinggi sebanyak 94,44%, kategori sedang 5,56%, dan kategori rendah 0%. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa keterampilan berpikir kritis siswa kelas XI MIPA 1 di SMA Negeri 4 Yogyakarta pada materi Titrasi Asam Basa dapat ditingkatkan melalui model pembelajaran *Discovery Learning* berbantuan *Virtual Chemistry Laboratory*.

Latar Belakang

Keterampilan berpikir kritis merupakan salah satu keterampilan hidup yang sangat diperlukan dalam pembelajaran abad ke-21 untuk menyongsong Era Revolusi Industri 4.0. Dalam dunia pendidikan, proses pembelajaran di sekolah seharusnya diarahkan untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis, inovasi dan kreativitas, keterampilan menggunakan teknologi dan media informasi, serta kecakapan hidup siswa sebagai bekal untuk kesuksesan mereka dalam dunia kerja di masa mendatang (Hartati, 2020). Mengingat hal ini, seorang guru harus dapat mempersiapkan strategi pembelajaran yang memberikan kesempatan bagi siswa untuk dapat bernalar, berinovasi dan berkeaktivitas.

Berdasarkan hasil observasi guru selama pembelajaran, data nilai Kimia di semester 1, dan angket yang diisi oleh siswa, diperoleh informasi bahwa keterampilan berpikir kritis siswa di kelas XI MIPA 1 masih rendah dan berimbas pada rendahnya hasil belajar siswa. Beberapa



faktor penyebabnya adalah: 1) sebagian besar siswa tidak mempersiapkan diri dengan baik sebelum pembelajaran, 2) sebagian besar siswa kesulitan memahami konsep-konsep kimia yang bersifat abstrak dan banyak simbol-simbol dan rumus-rumus kimia, sehingga siswa menjadi malas untuk mempelajarinya, dan 3) guru masih banyak menggunakan metode ceramah, sehingga siswa tidak terbiasa diajak berpikir kritis. Penggunaan metode ceramah memungkinkan konsep pengetahuan lebih mudah ditransformasi, tetapi siswa menjadi pasif dan tidak memiliki inisiatif atau gagasan dalam mengatasi permasalahan, serta lebih cepat bosan. Observasi selanjutnya, siswa diberikan tes pengetahuan awal sebelum pembelajaran untuk mengukur keterampilan berpikir kritis siswa. Tes ini berupa soal esai pada materi asam dan basa. Dari hasil analisis diperoleh rerata nilai keterampilan berpikir kritis siswa adalah 60. Ini menunjukkan keterampilan berpikir kritis siswa masih rendah. Persentase ketuntasan belajar secara klasikal hanya 61% yang memenuhi kriteria ketuntasan minimal.

Di dalam Kurikulum Nasional 2013 ditegaskan bahwa komponen utama dalam pembelajaran adalah keterampilan berpikir kritis (Depdiknas, 2013). Salah satu model pembelajaran dalam kurikulum 2013 yang diharapkan dapat mendukung keterampilan berpikir kritis siswa adalah *Discovery Learning*. Dalam proses pembelajaran ini, siswa diarahkan untuk mencari tahu (*discovery*) bukan diberi tahu. Menurut Nanang (2009) model pembelajaran penemuan itu memaksimalkan seluruh kemampuan siswa dalam rangkaian pembelajaran untuk mencari dan menyelidiki secara sistematis, kritis, dan logis sehingga siswa dapat menemukan sendiri pengetahuan, sikap, dan keterampilan sebagai wujud adanya perubahan tingkah laku.

Pemahaman Ilmu Kimia dibangun secara konstruktif atas konsep-konsep sederhana sampai dengan yang kompleks. Salah satu materi dengan konsep kompleks adalah Titrasi Asam Basa. Berdasarkan hasil penelitian Astuti, R.T. (2010), banyak siswa mengalami kesulitan memahami konsep dalam materi Titrasi Asam Basa antara lain dalam memilih indikator yang tepat, menuliskan persamaan reaksi, menentukan konsentrasi asam atau basa melalui titrasi, dan membuat serta membaca kurva titrasi. Sheppard (2006) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa kesulitan siswa dalam memahami materi Titrasi Asam Basa karena kepadatan konseptual Kimia Asam Basa. Hal ini menjadi tantangan bagi guru dalam memfasilitasi pembelajaran di kelas, supaya para siswa dapat menghubungkan antar konsep yang telah dipelajari melalui model, metode, dan media pembelajaran yang menarik siswa.

Dalam pembelajaran Titrasi Asam Basa diperlukan pendekatan kerja ilmiah melalui kegiatan praktikum. Seiring dengan perkembangan sains dan teknologi, kegiatan praktikum juga dapat dilakukan dengan menggunakan aplikasi laboratorium maya (*virtual lab*). Laboratorium maya ini berbentuk perangkat lunak (*software*) komputer berbasis multimedia interaktif (Dewa, 2020). Secara khusus di masa pandemi dengan pembelajaran daring, praktikum tetap



dimungkinkan untuk tetap dapat dilakukan dengan memanfaatkan laboratorium maya. Meski demikian, dalam pembelajaran tatap muka langsung di masa pasca pandemi, laboratorium maya juga efektif digunakan. Ada banyak manfaat yang dapat diperoleh dengan menggunakan laboratorium maya yaitu antara lain ekonomis karena tidak memerlukan alat dan bahan kimia, dapat dilakukan di mana saja, meningkatkan efektivitas pembelajaran karena dapat dilakukan kapan saja dan berulang-ulang (Minarni, 2021).

Beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menyatakan bahwa model *discovery learning* dengan pendekatan saintifik memberikan pengaruh terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa sebesar 28,23% (Pratiwi, 2014). Selanjutnya penelitian tentang pemanfaatan media pembelajaran *virtual lab* oleh Rusdi (2021) memberikan hasil adanya peningkatan keefektifan untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan penguasaan konsep materi siswa praktikum I, II, dan III berturut-turut 71%, 80% dan 90%.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah model pembelajaran *Discovery Learning* berbantuan *Virtual Chemistry Laboratory* dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dan bagaimana deskripsi penerapannya. Manfaat dari penelitian ini untuk memberikan kontribusi bagi guru dalam mengembangkan ilmu pengetahuan dan pendidikan khususnya berkaitan dengan implementasi dan pengembangan model *Discovery Learning* berbantuan *Virtual Chemistry Laboratory*.

Tinjauan Pustaka

1. Keterampilan Berpikir Kritis

Keterampilan berpikir kritis menurut Lai (2011) yang dikutip oleh Safrida (2018) memuat beberapa karakteristik yaitu antara lain mampu menganalisis argumen atau bukti, bernalar dengan cara deduktif dan induktif, melakukan penilaian dan evaluasi, mampu membuat keputusan dan mengatasi masalah. Definisi lain menjelaskan bahwa keterampilan berpikir kritis meliputi banyak kemampuan yang dapat diajarkan atau dilatih yaitu antara lain kemampuan mengakses, menganalisis dan mensintesis informasi (Redecker, 2011). Senada dengan itu, Safrida (2018) juga mengutip pernyataan Ennis (2013) bahwa dalam membuat keputusan atas apa yang diyakini dan akan dilakukan diperlukan proses berpikir reflektif dan beralasan yang disebut keterampilan berpikir kritis (KBK). Menurut Ennis ada lima kelompok KBK yaitu: 1) memberikan penjelasan dasar, 2) membangun keterampilan dasar, 3) menyimpulkan, 4) membuat penjelasan lebih lanjut, dan 5) strategi dan taktik.

2. *Discovery Learning*

Model pembelajaran *Discovery Learning* adalah model pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk merumuskan masalah dan menemukan solusi



atas permasalahan tersebut dengan cara mengumpulkan data, mengolah data dengan mengeksplorasi pengetahuan konseptual, memverifikasi dengan mengecek kebenaran hasil pengolahan data, dan selanjutnya siswa dapat menyimpulkannya. Melalui model pembelajaran ini, siswa akan memperoleh pengetahuan baru yang dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan yang ada dalam kehidupan sehari-hari (Kemdikbud, 2017)

3. *Virtual Chemistry Laboratory*

Virtual Chemistry Laboratory adalah laboratorium maya mata pelajaran Kimia yang berbentuk perangkat lunak (*software*). Menurut Farreira (2010), banyak manfaat yang diperoleh dalam penggunaan laboratorium maya, yaitu antara lain penggunaannya tidak dibatasi oleh waktu dan tempat, bersifat ekonomis karena tidak memerlukan bangunan dan alat bahan praktikum seperti pada laboratorium konvensional, dapat meningkatkan kualitas pengukuran eksperimen, dan aman karena tidak berinteraksi dengan bahan kimia.

Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah Penelitian Tindakan Kelas (PTK). Desain penelitian ini mengadopsi model Kemmis dan Mc Taggart, bahwa dalam setiap siklus terdiri dari 3 tahap sebagai berikut: 1) perencanaan, 2) perlakuan dan pengamatan sebagai satu kesatuan, dan 3) refleksi (Arikunto:2010). Dalam penelitian ini, guru berkolaborasi bersama kolaborator merancang penelitian.

Penelitian tindakan kelas ini dilaksanakan dalam dua siklus secara daring dengan menggunakan beberapa *platform* pembelajaran. Masing-masing siklus terdiri dari 3 kali pertemuan, dengan rincian 2 kali pertemuan pembelajaran dan 1 kali pertemuan untuk tes siklus I. Pada tahap I di siklus I dilakukan persiapan instrumen penelitian, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) materi Titrasi Asam Basa dengan menggunakan model pembelajaran *Discovery Learning* berbantuan aplikasi *Virtual Chemistry Laboratory*, dan lembar penilaian. Pada tahap II guru melaksanakan pembelajaran sesuai dengan RPP, dan kolaborator mengamati serta mencatat proses pembelajaran. Pada akhir siklus I guru memberikan tes keterampilan berpikir kritis pada siswa. Pada tahap III guru bersama kolaborator melakukan refleksi bersama pelaksanaan siklus I. Hasil refleksi ditindaklanjuti dalam siklus II dengan tahapan yang sama pada siklus I, sehingga pada siklus II dapat dilakukan perbaikan pembelajaran.

Subjek dalam penelitian ini adalah semua siswa kelas XI MIPA 1 SMA Negeri 4 Yogyakarta sebanyak 36 orang. Objek penelitiannya adalah proses pembelajaran dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Penelitian ini dilaksanakan di semester 2 yaitu dari bulan Maret sampai April 2021 dengan tempat di SMA Negeri 4 Yogyakarta.

Instrumen yang digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kritis siswa adalah tes yang sudah divalidasi bersama tim ahli berupa soal uraian sebanyak 5 soal pada setiap akhir



siklus. Aspek penilaian validasi meliputi: 1) kesesuaian teknik penilaian dengan tujuan pembelajaran, 2) materi, 3) konstruksi soal, dan 4) kebahasaan. Instrumen tes tersebut dibuat dengan mengacu pada kompetensi dasar dalam Kurikulum 2013 dan menggunakan beberapa indikator KBK yang dikembangkan oleh Ennis (2013), yaitu mengidentifikasi masalah, membuat hipotesis, menggunakan prosedur yang tepat, keterampilan memberikan alasan, mengaplikasikan konsep, dan menggeneralisasi.

Data yang diperoleh dari hasil tes dianalisis dengan menggunakan tehnik analisis deskriptif. Skor tes siswa dikonversikan ke dalam 3 kategori seperti pada tabel berikut:

Tabel 1. Konversi Skor

Rentang Skor	Kategori
$M + 1SD \leq X$	Tinggi
$M - 1SD \leq X < M + 1SD$	Sedang
$X < M - 1SD$	Rendah

(Sumber: Azwar, 2010)

Keterangan:

M = Mean (Rata-rata skor ideal)

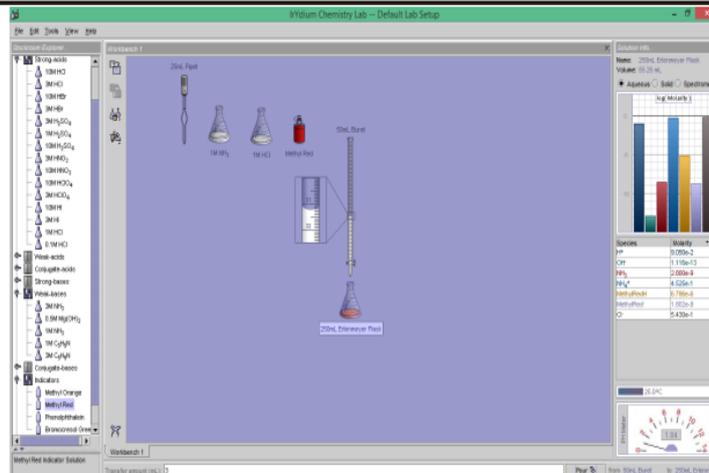
SD = Standar deviasi

X = Jumlah skor yang diperoleh siswa

Pembelajaran ini dikategorikan berhasil apabila sekurang-kurangnya 85% dari jumlah seluruh siswa di kelas mempunyai keterampilan berpikir kritis dengan kategori tinggi.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini memberikan tindakan berupa penerapan model *Discovery Learning* melalui 6 fase yaitu: 1) Stimulasi, 2) Identifikasi masalah, 3) Pengumpulan data, 4) Pengolahan data, 5) Pembuktian, dan 6) Menarik kesimpulan. Pada fase 1 guru memberikan gambar dan informasi tentang suatu penelitian penentuan kadar vitamin C dalam jeruk dengan menggunakan metode titrasi, lalu pada fase 2 guru mengajak siswa untuk mengajukan pertanyaan-pertanyaan seputar titrasi dan mengidentifikasi masalah. Selanjutnya siswa dibagi menjadi 6 kelompok dan melakukan pengumpulan data dari sumber buku dan praktik menggunakan aplikasi *Virtual Chemistry Laboratory* dari Chemcollective.org. Berikut ini adalah contoh gambar proses praktik Titrasi Asam Basa yang dilakukan siswa:



Gambar 1. Contoh hasil praktik maya Titrasi Asam Basa oleh siswa.

Berdasarkan data hasil pengamatan praktik, setiap kelompok menganalisis dan menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis keterampilan berpikir kritis yang telah disusun oleh guru. Berikut contoh hasil pengolahan data siswa yang dituangkan dalam bentuk kurva titrasi:



Gambar 2. Contoh hasil pengolahan data praktik maya Titrasi Asam Basa oleh siswa.

Keterampilan berpikir kritis siswa diasah melalui kegiatan menganalisis kurva Titrasi Asam Basa untuk menentukan pengaruh penambahan asam terhadap basa, atau sebaliknya. Melalui kurva tersebut juga, siswa diharapkan dapat menentukan titik ekuivalen, menentukan konsentrasi asam atau basa yang dititrasi, dan menentukan jenis indikator yang tepat untuk digunakan dalam Titrasi Asam Basa yang berbeda-beda. Praktik maya yang dilakukan siswa dalam siklus I adalah titrasi asam kuat oleh basa kuat dan titrasi asam lemah oleh basa kuat. Pada siklus II siswa melakukan praktik maya titrasi basa lemah oleh asam kuat dan penentuan kadar asam cuka dalam cuka dapur dengan titrasi asam basa.

Pada akhir siklus I siswa diberikan tes untuk menilai keterampilan berpikir kritis siswa. Skor yang telah diperoleh siswa dianalisis dan dikategorikan sesuai dengan tingkat KBK pada tabel berikut:

Tabel 1. Persentase tingkat KBK siswa pada siklus I



Tingkat KBK siswa	Persentase
Tinggi	83,33%
Sedang	13,86%
Rendah	2,78%

Berdasarkan hasil pada tabel 2, diperoleh penjelasan bahwa persentase tingkat keterampilan berpikir kritis kategori tinggi sebesar 83,33%, kategori sedang 13,86%, dan kategori rendah 2,78%. Hasil ini belum memenuhi indikator keberhasilan yaitu minimal 85% dari jumlah siswa memiliki kategori berpikir kritis kategori tinggi, sehingga perlu ditingkatkan dalam siklus II.

Skor masing-masing indikator keterampilan berpikir kritis siklus I juga dianalisis dan dibuat kategori seperti pada tabel berikut:

Tabel 2. Deskripsi kategori tiap indikator KBK siklus I

No.	Indikator KBK	Kategori
1.	Mengidentifikasi masalah	Tinggi
2.	Membuat hipotesis	Tinggi
3.	Penggunaan prosedur yang tepat	Tinggi
4.	Keterampilan memberikan alasan	Rendah
5.	Mengaplikasikan konsep	Sedang
6.	Menggeneralisasi	Sedang

Berdasarkan tabel 2, diperoleh hasil 3 indikator KBK yang sudah memenuhi kategori tinggi adalah mengidentifikasi masalah, membuat hipotesis, dan penggunaan prosedur yang tepat. Indikator KBK yang mendapat kategori sedang adalah mengaplikasikan konsep dan menggeneralisasi. Indikator KBK yang berkategori rendah adalah keterampilan memberikan alasan.

Pada fase refleksi, guru dan kolaborator menganalisis data dari seluruh proses pembelajaran di siklus I. Ada dua kelompok siswa yang perlu mendapat perhatian dan bimbingan khusus dari guru. Satu kelompok siswa tersebut cenderung pasif dalam diskusi dan bekerja sama. Skor tes keterampilan berpikir kritis siswa dalam 1 kelompok tersebut dalam kategori rendah dan sedang. Pada siklus selanjutnya guru mengubah susunan anggota kelompok dengan menempatkan siswa kategori tinggi tersebar ke semua kelompok, dengan tujuan dapat menjadi tutor teman sebaya.

Perbaikan proses pembelajaran dilakukan dalam siklus II dengan semakin memperkuat kemampuan analisis siswa. Menurut Richmond (2007) dan Woolf (2005), keterampilan berpikir memerlukan proses dan latihan yang cukup, dibuktikan dari peningkatan rata-rata tes siswa yang terbiasa mengerjakan latihan soal uraian analisis. Pada siklus II guru menambahkan latihan soal uraian untuk dikerjakan siswa di rumah supaya keterampilan berpikir kritis siswa semakin diasah



dan dilatih. Pada akhir siklus II diperoleh peningkatan skor tes keterampilan berpikir kritis siswa seperti tercatat pada tabel berikut:

Tabel 3. Persentase tingkat KBK siswa pada siklus II

Tingkat KBK siswa	Persentase
Tinggi	94,44%
Sedang	5,56%
Rendah	0%

Pada tabel 3 diperoleh data bahwa tingkat KBK siswa kategori tinggi mencapai 94,44% yang berarti telah tercapai keberhasilan dalam pembelajaran, sehingga penelitian cukup dilaksanakan dua kali. Adapun data deskripsi kategori tiap indikator KBK siklus II juga mengalami peningkatan sebagai berikut:

Tabel 4. Deskripsi kategori tiap indikator KBK siklus II

No.	Indikator KBK	Kategori
1.	Mengidentifikasi masalah	Tinggi
2.	Membuat hipotesis	Tinggi
3.	Penggunaan prosedur yang tepat	Tinggi
4.	Keterampilan memberikan alasan	Sedang
5.	Mengaplikasikan konsep	Tinggi
6.	Menggeneralisasi	Tinggi

Peningkatan kategori dibandingkan siklus I, tampak pada indikator keterampilan memberikan alasan, mengaplikasikan konsep, dan menggeneralisasi.

Diagram berikut ini merupakan perbandingan persentase tingkat keterampilan berpikir kritis siswa pada siklus I dengan II:

Gambar 3. Diagram perbandingan persentase KBK siklus I dan II



Berdasarkan diagram tersebut dapat diperoleh penjelasan bahwa persentase pada tingkat keterampilan kritis siswa kategori tinggi pada siklus II ada peningkatan, dan pada kategori rendah



dan sedang semakin kecil. Ini membuktikan bahwa pembelajaran dengan model discovery learning berbantuan virtual chemistry laboratory dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.

Simpulan

Berdasarkan hasil pembahasan, diperoleh kesimpulan bahwa penerapan model Discovery Learning berbantuan virtual chemistry laboratory pada materi Titrasi Asam Basa dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa kelas XI MIPA 1 SMA Negeri 4 Yogyakarta di tahun 2021. Pada siklus I diperoleh persentase siswa yang mempunyai keterampilan berpikir kritis dengan kategori tinggi sebanyak 83,33%, kategori sedang sebanyak 13,86%, dan kategori rendah sebanyak 2,78%. Pada siklus II mengalami peningkatan persentase siswa yang mempunyai keterampilan berpikir kritis dengan kategori tinggi menjadi sebanyak 94,44%, sedangkan kategori sedang turun menjadi 5,56%, dan kategori rendah 0%.

Hasil penelitian dengan menggunakan model ini diharapkan dapat memberikan manfaat pada penelitian selanjutnya dengan materi yang lain. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah perlunya pemilihan aplikasi virtual lab yang bervariasi dan menantang siswa untuk mendukung keterampilan berpikir kritis siswa.

Daftar Pustaka

- Arikunto, Suharsimi. (2010). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Astuti, R.T. (2018). Analisis Kesulitan Pemahaman Konsep Pada Materi Titrasi Asam Basa Siswa SMA dalam *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*. Vol.1(1): 22-27. DOI: <https://doi.org/10.19109/ojpk.v1i1.1862>
- Azwar, S. (2012). *Tes Prestasi Fungsi Pengembangan dan Pengukuran Prestasi Belajar*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Depdiknas. 2013. *Kurikulum 2013: Implementasi Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Atas dan Madrasah Aliyah*. Jakarta: Depdiknas.
- Dewa, E., Maria Ursula Jawa Mukin, & Oktavina Pandango. (2020). Pengaruh Pembelajaran Daring Berbantuan Laboratorium Virtual Terhadap Minat dan Hasil Belajar Kognitif Fisika. *JARTIKA Jurnal Riset Teknologi Dan Inovasi Pendidikan*, 3(2), 351–359. <https://doi.org/10.36765/jartika.v3i2.288>.
- Ennis, R.H. (2013) The Nature of Critical Thinking: An Outline of Critical Thinking Dispositions and Abilities. http://criticalthinking.net/long_definition.html. Last revised, 2013. Original version presented at the Sixth International Conference on Thinking, Cambridge, MA, July, 1994. Most recently published version: (2011). *Inquiry: Critical Thinking across the Disciplines*, 26 (1), 4-18.



- Ferreira, Sousa, Nafalski, Machotka, Nedic, 2010. "Collaborative learning based on a micro web-server remote test controller". Bridgeport, University of South Australia
- Hartati, D., Supriyoko, S. & Prihatni, Y. (2020). Kontribusi Berpikir Kritis, Kemampuan Memecahkan Masalah Dan Motivasi Berprestasi Terhadap Hasil Belajar Siswa SMA dalam *Wiyata Dharma: Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan*. ISSN 2338-3372(print), ISSN 2655-9269(online): Vol.8(1): 75-84. DOI: <https://doi.org/10.30738/wd.v8i1.7982>
- Kemdikbud. (2017). *Model-model Pembelajaran*. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMA.
- Lai, E.R. (2011) *Critical Thinking: A Literature Review. Research Report. Always Learning*. Pearson.
- Minarni, Afrida, Epinur & Putri, R. (2021). Improving the Process and Student Learning Outcomes of The Reaction Rate Material with Discovery Learning Model Assisted by Virtual Laboratory dalam *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*. p-ISSN: 2087-9040 e-ISSN: 2613-9537. Vol.6(1): 30-37. DOI: <https://doi.org/10.23887/jpk.v6i>
- Nanang, Hanafiah, dan Suhada, C. 2009. *Konsep Strategi Pembelajaran*. Bandung: Refika Aditama.
- Redecker, C., et al. *The Future of Learning: Preparing for Change*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011.
- Richmond, J.E.D., (2007), Bringing Critical Thinking to the Education of Developing Country Professionals, *Journal International Education*, Vol 8, No 1, Hal: 1-29.
- Rusdi, M.A., Herliani & Rijai, L. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Virtual Lab untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Penguasaan Konsep Materi Titrasi Asam-Basa pada Siswa SMA Tahun Pembelajaran 2020/2021 dalam *Jurnal Zarah*. Vol.9(2): 125-130. p-ISSN: 2354-7162 | e-ISSN: 2549-2217. DOI: <https://doi.org/10.31629/zarah.v9i2.3350>
- Safrida, L.N., Ambarwati, R., Adawiyah, R., dkk. (2018). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Program Studi Matematika dalam EDU-MAT: *Jurnal Pendidikan Matematika*. Vol.6(1): 10-16. DOI: <http://dx.doi.org/10.20527/edumat.v6i1.5095>
- Sari, H.K., Harjono, H., Sumarni, W., dkk.dkk. (2019). Kontribusi Virtual Laboratory pada Pembelajaran Titrasi Asam Basa dengan Predict-Observe-Explain Terhadap Hasil Belajar dan Keterampilan Berpikir Kritis. *Jurnal Pendidikan MIPA: Phenomeon*, Vol. 9, No. 2. DOI: [10.21580/phen.2019.9.2.3994](https://doi.org/10.21580/phen.2019.9.2.3994)
- Sheppard, K. (2006). High school students' understanding of titrations and related acid-base phenomena dalam *Jurnal: Royal Society of Chemistry*. Vol.7: 32-45. DOI: <https://doi.org/10.1039/B5RP90014J>
- Sutoyo, S. & Priantari, I. (2019). Discovery Learning Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Biologi dan Pembelajaran Biologi: BIOMA*. Vol. 4, No. 1. p-ISSN: 2527-7111 DOI: <https://doi.org/10.32528/bioma.v4i1.2649>
- Woolf, B. P., Murray, T., Marshall, D., Dragon, T., Kohler, K., Mattingly, M., Bruno, M., Murray, D, dan Sammons, J., (2005), *Critical Thinking Environments for Science Education*,



Dewantara Seminar Nasional Pendidikan

Pascasarjana Pendidikan UST Desember 2022

"Transformasi Pendidikan di Era Society 5.0"

Prosiding International Conference Merriam, S. B. 2009. Qualitative research : a guide to design and implementation. United States: Jossey-Bass

Peneliti:

Paulina Hendrajanti¹ (NIM: 2021082021), mahasiswa Prodi Penelitian dan Evaluasi Pendidikan (PEP) Pascasarjana Pendidikan Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa Yogyakarta.

Siti Rochmiyati², Dosen Pascasarjana Pendidikan Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa Yogyakarta.