

IDENTIFIKASI KEMAMPUAN BERPIKIR ILMIAH SISWA SMA KELAS XI

(Studi Kasus Siswa Kelas XI IPA di SMA N 1 Sanden)

Citra Devi Imaningtyas¹, Suciati², Puguh Karyanto³

¹Pascasarjana Pendidikan Sains FKIP UNS

^{2,3}Pendidikan Biologi FKIP UNS

e-mail: citradeviimaningtyas@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kemampuan berpikir ilmiah siswa kelas XI melalui studi kasus siswa kelas XI IPA 1 di SMA Negeri 1 Sanden. Penelitian merupakan penelitian deskriptif kualitatif. Subyek penelitian adalah siswa kelas XI IPA 1 di SMA Negeri 1 Sanden yang berjumlah 28 orang. Teknik perolehan sample adalah dengan metode *purposive sampling*. Teknik pengumpulan data dengan menggunakan tes berpikir ilmiah, observasi dan wawancara. Instrumen tes kemampuan berpikir ilmiah berjumlah 25 soal dan memuat indikator berpikir ilmiah meliputi: inquiry, analisis, inferensi, argumentasi. Instrumen untuk observasi berupa lembar observasi pembelajaran, dan instrumen wawancara menggunakan pedoman wawancara. Tes kemampuan berpikir ilmiah yang digunakan dalam penelitian ini telah divalidasi. Data yang diperoleh diuji dengan menggunakan statistika deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan kemampuan berpikir ilmiah siswa masih rendah. Rata-rata skor yang diperoleh siswa dalam mengerjakan keseluruhan soal kemampuan berpikir ilmiah adalah 65,1. Skor yang dicapai siswa tersebut dibawah KKM yang ditetapkan sekolah. Hal ini mengindikasikan kemampuan berpikir ilmiah siswa secara umum cukup rendah. Hasil pengukuran pada tiap aspek berpikir ilmiah menunjukkan rata-rata skor yang diperoleh siswa kurang maksimal, aspek berpikir ilmiah meliputi: Aspek inkuiri menunjukkan capaian rata-rata skor siswa 25,83; Aspek Analisis menunjukkan rata-rata skor siswa 31,33; aspek inferensi menunjukkan rata-rata skor siswa 47; dan aspek argumentasi memiliki rerata skor yang tertinggi yaitu 66. Kurang maksimalnya perolehan skor tes berpikir ilmiah secara umum disebabkan siswa belum terbiasa dilatihkan kemampuan berpikir ilmiah dalam pembelajaran. Pelatihan berpikir ilmiah dalam pembelajaran, dapat dilakukan dengan penggunaan model pembelajaran yang melatih siswa untuk dapat menemukan pengetahuan seperti peneliti melakukan proses penelitian yaitu dengan model pembelajaran berbasis inkuiri. Berdasarkan hasil yang diperoleh tersebut, peneliti merekomendasikan adanya penelitian lanjutan berupa tindak lanjut untuk menyelesaikan masalah berpikir ilmiah siswa.

Kata Kunci: *Identifikasi Kemampuan Berpikir Ilmiah, Berpikir Ilmiah*

PENDAHULUAN

Abad 21 merupakan era globalisasi yang ditandai dengan berkembangnya teknologi dan informasi yang sangat pesat. Tuntutan era globalisasi saat ini adalah unggul berkompetisi dalam memperoleh dan memanfaatkan informasi, tepat dalam mengambil keputusan, serta proaktif dalam memanfaatkan peluang-peluang.¹ Sumber daya manusia yang

diharapkan pada abad pengetahuan ini adalah manusia yang memiliki berbagai keahlian dan kemampuan berpikir tingkat tinggi.²

Berpikir ilmiah merupakan salah satu bagian dari berpikir tingkat tinggi yang perlu dilatihkan dalam pembelajaran.³ Kuhn

Jurnal Pendidikan dan Pengajaran UNDHKSA, 40(1), 2007, hal. 1-20.

² I. Arnyana, "Pengaruh Penerapan Strategi Pembelajaran Inovatif pada Pelajaran Biologi terhadap Kemampuan Berpikir Kritis-Kreatif Siswa" *Jurnal pendidikan dan pengajaran IKIP Negeri Singaraja Bali*, 2006.

³ Gamlunglert, *et al.*, "Scientific Thinking of the Learners Learning with the Knowledge

¹ I. W. Sadia, "Pengembangan Kemampuan Berpikir Formal Siswa SMA melalui Model Pembelajaran Problem Base Learning dan Learning Cycle dalam Pembelajaran Fisika",

menyatakan bahwa berpikir ilmiah dianjurkan dilatihkan dalam pembelajaran, karena pemikiran yang dihubungkan dengan berpikir ilmiah menjadikan proses berpikir lebih teliti dan meluas.⁴

Berpikir ilmiah merupakan kemampuan berpikir yang harus dimiliki pada abad 21. Berpikir ilmiah merupakan bagian terpenting dari berpikir tingkat tinggi, berpikir ilmiah menuntut seseorang untuk melakukan pembuktian secara terpadu antara kebenaran rasional dan kebenaran faktual.⁵ Berpikir ilmiah mengikut sertakan beberapa komponen yang meliputi aspek penyelidikan, aspek analisis, aspek inferensi, dan aspek argument.⁶

Pada kenyataannya berpikir ilmiah menjadi kemampuan yang kurang diberdayakan di dalam proses pembelajaran di SMA Negeri 1 Sanden. Pemberdayaan kemampuan berpikir ilmiah dapat dilakukan dengan pembelajaran yang menuntut siswa secara aktif mengkonstruksi pengetahuannya sendiri dengan model pembelajaran berbasis penemuan.⁷

Hasil observasi pembelajaran yang dilakukan di lapangan menunjukkan pembelajaran yang digunakan guru belum membiarkan siswa aktif mengkonstruksi pengetahuannya sendiri. Pembelajaran yang dilaksanakan di sekolah masih berpusat pada guru, selain itu pembelajaran juga belum menerapkan pembelajaran yang berbasis penyelidikan, sehingga pembelajaran yang dilakukan kurang memberdayakan kemampuan berpikir ilmiah siswa dalam pembelajaran.

Hasil wawancara dengan guru menunjukkan bahwa siswa belum siap untuk melaksanakan pembelajaran berbasis

penyelidikan. Guru menganggap siswa kurang mampu bila diterapkan pembelajaran yang berbasis penyelidikan sementara siswa juga merasa kesulitan dalam melakukan pembelajaran berbasis penyelidikan, karena siswa merasa belum terbiasa. Hal inilah yang menyebabkan kemampuan berpikir ilmiah siswa tidak terbedayakan dengan baik.

Berdasarkan fakta yang telah dipaparkan tersebut dapat diketahui bahwa kemampuan berpikir ilmiah kurang diberdayakan dalam proses pembelajaran, sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi lebih lanjut kemampuan berpikir ilmiah siswa kelas XI IPA yang dilakukan melalui studi kasus di SMA Negeri 1 Sanden, Bantul.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di SMA Negeri 1 Sanden, Bantul. Penelitian dilaksanakan pada Bulan Januari 2018. Penelitian yang dilakukan, tergolong dalam penelitian deskriptif yang dilakukan bertujuan untuk mengidentifikasi kemampuan berpikir ilmiah siswa kelas XI melalui studi kasus di SMA N 1 Sanden.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI IPA di SMA Negeri 1 Sanden semester 2 Tahun Pelajaran 2017/2018 yang terdiri dari 4 kelas. Sampel penelitian adalah siswa kelas XI IPA 1 yang terdiri dari 17 siswa laki-laki dan 16 siswi perempuan dengan jumlah total siswa 28 orang. Pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling*, karena penentuan kelas yang digunakan disesuaikan dengan permintaan pihak sekolah.

Teknik pengumpulan data dengan menggunakan tes tertulis yang terdiri dari 25 soal pilihan ganda yang didalamnya mencakup aspek kemampuan berpikir ilmiah Kuhn yang terdiri dari 4 aspek, yaitu: Inquiry, Analisis, Inferensi, dan Argumentasi.⁸ Tes berpikir ilmiah yang digunakan dalam penelitian ini sudah divalidasi baik validasi internal maupun eksternal. Selain menggunakan tes tertulis pengumpulan data juga dilakukan melalui kegiatan observasi pembelajaran dengan menggunakan instrumen berupa lembar observasi pembelajaran. Data juga dilengkapi dengan hasil wawancara guru dan siswa,

Construction Model Enhancing Scientific Thinking”, *Procedia-Social and behavioral Science*, 46, 2012, hal. 3771-3775.

⁴ D. Kuhn, *What is Scientific Thinking and How Does It Develop. Handbooks of Developmental Psychology*, (Columbia: Blackwell Publishing, 2004).

⁵ Budi F. Hardiman, *Filsafat Modern*, (Jakarta: Gramedia, 2004)

⁶ D. Kuhn, *What is Scientific Thinking and How Does it Develop? (Second Edition)*, (Columbia: Blackwell Publishing, 2010).

⁷ C. Zimmerman, “The development of Scientific Thinking Skills in Elementary and Middle School”, *Developmental Review*, vol 27, 2007, pp. 172-223.

⁸ D. Kuhn, *What is Scientific Thinking and How Does it Develop? (Second Edition)*, (Columbia: Blackwell Publishing, 2010).

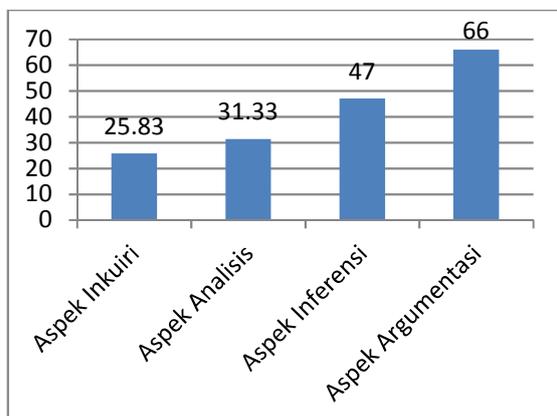
dengan menggunakan instrumen panduan wawancara.

Teknik analisis data dilakukan dengan statistik deskriptif. Teknik analisis deskriptif digunakan karena sebagian besar data yang dikumpulkan dalam penelitian berupa uraian deskriptif. Aktivitas dalam analisis data meliputi reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan.⁹

HASIL DAN PEMBAHASAN

DESKRIPSI DATA

Hasil capaian skor rerata pengukuran kemampuan berpikir ilmiah yang dilakukan di kelas XI IPA 1 SMA Negeri 1 Sanden secara umum diperoleh hasil rerata nilai yang diperoleh siswa adalah 65,1. Dengan rincian hasil tiap aspek yang pada grafik gambar 1.



Gambar 1. Rerata Skor Hasil Analisis Berpikir Ilmiah Siswa.

Berdasarkan gambar 1 di atas dapat diketahui bahwa capaian rerata skor aspek tertinggi yaitu pada aspek argumentasi yaitu 66. Aspek dengan capaian rerata skor tinggi berikutnya adalah Inferensi dengan rerata skor 47. Aspek dengan rerata skor tertinggi berikutnya adalah aspek analisis dengan skor 31,33, dan aspek dengan rerata skor terendah adalah aspek Inkuiri dengan skor 25,83.

a. Aspek Inkuiri

Aspek berpikir ilmiah yang pertama yaitu aspek inkuiri. Aspek Inkuiri memiliki 6 indikator meliputi: merumuskan tujuan, mengidentifikasi hasil pengamatan atau fenomena, menjelaskan definisi rumusan masalah, membuat hipotesis, menjelaskan

definisi hipotesis. Perolehan rerata skor pada masing-masing indikator ditunjukkan dalam tabel 1.

Tabel 1. Rerata Skor Hasil Analisis Berpikir Ilmiah Siswa.

Aspek Berpikir Ilmiah	Indikator	Rerata Skor Siswa
Inkuiri	Merumuskan tujuan	25
	Mengidentifikasi Hasil Pengamatan atau Fenomena,	12
	Menjelaskan Definisi Rumusan Masalah	16
	Merumuskan masalah berdasarkan isu/fenomena	7
	Membuat Hipotesis	22
	Menjelaskan Definisi Hipotesis	24

Berdasarkan tabel hasil uji tes kemampuan berpikir ilmiah menunjukkan bahwa pada aspek inkuiri, indikator paling rendah yang dicapai siswa adalah indikator merumuskan masalah berdasarkan isu/fenomena. Indikator dengan skor tertinggi adalah menjelaskan definisi hipotesis dengan perolehan rerata skor 24.

b. Aspek Analisis

Aspek berpikir ilmiah yang kedua yaitu aspek analisis. Aspek analisis memiliki 3 indikator meliputi: Menalar hasil *literature review*, merancang desain percobaan, Menyajikan data hasil percobaan. Perolehan rerata skor pada masing-masing indikator ditunjukkan dalam tabel 2.

Tabel 2. Rerata Skor Hasil Analisis Berpikir Ilmiah Siswa.

Aspek Berpikir Ilmiah	Indikator	Rerata Skor Siswa
Analisis	Menalar hasil <i>literature review</i>	15
	Merancang desain percobaan	12
	Menyajikan data hasil percobaan.	26

⁹ Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*, (Bandung: Alfabeta, 2012, hal. 126.

Berdasarkan tabel hasil uji tes kemampuan berpikir ilmiah menunjukkan bahwa indikator menyajikan data hasil percobaan memiliki skor yang tertinggi yaitu 26. Skor terendah diperoleh pada indikator menalar hasil *literature review*.

c. Aspek Inferensi

Aspek inferensi merupakan aspek yang memiliki 3 indikator meliputi: Menemukan konsep atau teori dari hasil pengamatan, membuat kesimpulan, mencocokkan kesimpulan dengan hipotesis. Perolehan rerata skor pada masing-masing indikator ditunjukkan dalam tabel 3.

Tabel 3. Rerata Skor Hasil Analisis Berpikir Ilmiah Siswa.

Aspek Berpikir Ilmiah	Indikator	Rerata Skor Siswa
Analisis	Menemukan konsep atau teori dari hasil pengamatan	21
	Membuat kesimpulan	10
	Mencocokkan kesimpulan dengan hipotesis	25

Berdasarkan tabel 3 dapat diketahui bahwa indikator mencocokkan kesimpulan dengan hipotesis memiliki capaian rerata skor yang cukup tinggi yaitu 25. Indikator dengan skor terendah yaitu pada indikator membuat kesimpulan.

d. Aspek Argumentasi

Aspek berpikir ilmiah yang keempat yaitu aspek argumentasi. Aspek argumentasi hanya memiliki 1 indikator yaitu menyelesaikan masalah dengan menggunakan teori hasil percobaan. Perolehan rerata skor pada indikator menyelesaikan masalah dengan menggunakan teori hasil percobaan ditunjukkan dalam tabel 4.

Tabel 4. Rerata Skor Hasil Analisis Berpikir Ilmiah Siswa.

Aspek Berpikir Ilmiah	Indikator	Rerata Skor Siswa
Analisis	Menemukan konsep atau teori dari hasil pengamatan	21

Berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui bahwa capaian skor pada indikator menemukan konsep atau teori dari hasil pengamatan adalah 21.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan statistika deskriptif yang telah ditampilkan sebelumnya menunjukkan bahwa hasil pengukuran kemampuan berpikir ilmiah yang dilakukan di kelas XI IPA 1 SMA Negeri 1 Sanden, Bantul masih kurang dari KKM yang ditetapkan sekolah yang mengindikasikan bahwa kemampuan berpikir ilmiah siswa di Sanden belum terlatih dengan maksimal. Kemampuan berpikir ilmiah yang diujikan memiliki 4 aspek yang diuji adalah sebagai berikut:

a. Aspek Inkuiri

Aspek berpikir ilmiah yang pertama yaitu aspek inquiry. Berdasarkan pendapat Kuhn (2010), fase inkuiri dalam berpikir ilmiah merupakan salah satu fase yang penting, hal ini dikarenakan pada fase inkuiri inilah dasar dari aktivitas yang akan dilakukan, pada fase inkuiri akan muncul pertanyaan dari siswa sebagai hasil dari identifikasi permasalahan. Skor pada aspek inkuiri diperoleh dari tahap siswa mengamati dan mengidentifikasi permasalahan yang ada di lembar kerja berbasis pendekatan ilmiah.

Hasil tes berpikir ilmiah menunjukkan bahwa beberapa indikator yaitu, merumuskan tujuan, membuat hipotesis, dan menjelaskan definisi hipotesis memiliki perolehan skor yang cukup tinggi yaitu diatas angka 20, sehingga dapat diketahui hampir seluruh siswa menguasai ketiga indikator tersebut. Hasil tes juga menunjukkan bahwa dalam aspek penyelidikan inkuiri siswa masih kesulitan dalam merumuskan masalah karena rerata skor yang diperoleh hanya 7 yang mengindikasikan hanya seperempat bagian dari kelas yang menguasai indikator tersebut.

Capaian ini menunjukkan kemampuan berpikir ilmiah pada aspek inkuiri siswa belum maksimal pada seluruh indikator, karena ada indikator yang memiliki skor sangat tinggi namun ada indikator yang memiliki skor sangat rendah.

b. Aspek Analisis

Aspek berpikir ilmiah yang kedua yaitu aspek analisis. Aspek analisis dapat diartikan sebagai proses perolehan konsep untuk

kemudian disesuaikan dengan hasil penyelidikan.¹⁰ Proses analisis yang dimaksud merupakan tahap penyesuaian hasil pengamatan yang telah dilakukan pada aspek inkuiri terhadap teori yang mendukung. Aspek analisis memuat 3 indikator meliputi menalar hasil literature review, merancang desain pembelajaran, dan menyajikan data hasil percobaan.

Capaian rerata skor yang diperoleh menunjukkan salah satu indikator memiliki perolehan skor yang cukup tinggi yaitu menyajikan data hasil percobaan dengan skor 26 hal ini menunjukkan hampir seluruh siswa menguasai indikator tersebut, sementara 2 indikator yang lain hanya memiliki skor 15 dan 12 yang mengindikasikan hanya separuh siswa yang menguasai kedua indikator tersebut. Hal ini menunjukkan aspek analisis dalam berpikir ilmiah belum terlatih dengan sempurna dalam pembelajaran, karena ada indikator yang dapat dikuasai dengan baik namun indikator yang lain kurang dapat dikuasai dengan baik.

c. Aspek Inferensi

Aspek berpikir ilmiah yang ketiga yaitu aspek inferensi. Inferensi dapat diartikan sebagai proses membaca dan menyimpulkan informasi yang diperoleh.¹¹

Hasil tes menunjukkan bahwa pada aspek inferensi, terdapat 2 indikator yang memiliki capaian skor lebih dari 20 yaitu pada indikator menemukan konsep atau teori dari hasil pengamatan serta pada indikator mencocokkan kesimpulan dengan hipotesis yang dapat diartikan sbagian besar siswa menguasai kedua indikator tersebut. Pada indikator membuat kesimpulan, rerata skoryang diperoleh hanya 10. Hal ini mengindikasikan bahwa hanya sebagian kecil siswa yang menguasai indikator membuat kesimpulan.

Hasil ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi kemampuan berpikir ilmiah pada aspek inferensi kurang berkembang dengan maksimal, karena masih ditemukan

adanya indikator dengan capaian rerata skor yang rendah.

d. Aspek Argumentasi

Aspek berpikir ilmiah yang keempat yaitu aspek argumentasi. Argumentasi merupakan tahapan untuk mendiskusikan hasil yang diperoleh dari tahap-tahap sebelumnya.¹² Aspek argumentasi hanya memiliki 1 indikator yaitu menyelesaikan masalah dengan menggunakan teori hasil percobaan.

Hasil tes menunjukkan capaian rerata skor siswa cukup tinggi pada aspek tersebut yaitu dengan skor 21, hal ini mengindikasikan kemampuan analisis cukup baik.

e. Diskusi

Berdasarkan hasil analisis tiap aspek pada kemampuan berpikir ilmiah dapat diidentifikasi secara umum berpikir ilmiah siswa memiliki skor yang kurang maksimal. Hal ini dikarenakan ada beberapa aspek yang memiliki skor yang tinggi namun ada beberapa aspek yang memiliki skor yang rendah. Kurang maksimalnya hasil tes kemampuan berpikir ilmiah, dikarenakan kemampuan berpikir ilmiah kurang dilatihkan dalam pembelajaran.

Berdasarkan pendapat beberapa ahli kemampuan berpikir ilmiah dapat dilatihkan melalui pembelajaran. Menurut pendapat Kuhn, kemampuan berpikir ilmiah dapat dilatihkan dengan pembelajaran yang berbasis konstruktivisme yang membiarkan siswa secara aktif mengkonstruksi pengetahuannya sendiri.¹³ Pembelajaran yang membiasakan siswa untuk mengkonstruksi pengetahuannya sendiri adalah pembelajaran yang bernafas inkuiri. Pendapat yang dikemukakan oleh Zimmerman menyatakan bahwa kemampuan berpikir ilmiah dapat diberdayakan dengan model pembelajaran yang berbasis penyelidikan (inkuiri).¹⁴

Penyelidikan dalam pembelajaran yang dimaksud dalam penelitian ini bukanlah melakukan praktikum yang didasarkan pada panduan praktikum tanpa mengetahui tahapan-

¹⁰ R. Paul and L. Elder, *Miniature Guide for Student and Faculty to Scientific Thinking: The Foundation for a Critical Thinking*, (Sonoma University, 2013)

¹¹ Gamlunglert, *et al.*, "Scientific Thinking of the Learners Learning with the Knowledge Construction Model Enhancing Scientific Thinking", *Procedia-Social and behavioral Science*, 46, 2012, hal. 3771-3775.

¹² Ibid.

¹³ D. Khun, *What is Scientific Thinking and How Does it Develop? (Second Edition)*, (Columbia: Blackwell Publishing, 2010).

¹⁴ C. Zimmerman, "The development of Scientific Thinking Skills in Elementary and Middle School", *Developmental Review*, vol 27, 2007, pp. 172-223.

tahapan penyelidikan, penyelidikan yang diharapkan adalah peserta didik mampu mengintegrasikan antara keterampilan, pengetahuan, dan sikap untuk memahami konsep sains dengan lebih baik melalui penyelidikan ilmiah.¹⁵

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji instrumen dapat diketahui bahwa kemampuan berpikir ilmiah yang dimiliki siswa cukup rendah, secara umum rerata skoryang diperoleh siswa 65,1. Sedangkan perolehan rerata pada setiap aspek yaitu: aspek inkuiri 25,83, aspek analisis memiliki rerata skor 31,33, pada aspek inferensi memiliki rerata skor 47, dan pada aspek argumentasi memiliki rerata skor 66. Rendahnya kemampuan berpikir ilmiah siswa disebabkan karena siswa tidak biasa dilatihkan kemampuan berpikir ilmiah. Pelatihan kemampuan berpikir ilmiah dapat dilatihkan dengan model pembelajaran yang berbasis penyelidikan atau inkuiri.

Rekomendasi

Berdasarkan kesimpulan yang telah dibuat menunjukkan hasil bahwa kemampuan berpikir ilmiah siswa kelas XI di SMA Negeri 1 Sanden masih rendah, sehingga diperlukan adanya penelitian lanjutan sebagai bentuk tindak lanjut yang memberikan solusi untuk mengatasi rendahnya kemampuan berpikir ilmiah di sekolah, salah satunya dengan menggunakan model pembelajaran tertentu yang dapat melatih kemampuan berpikir ilmiah siswa.

DAFTAR PUSTAKA

Aktamis, H., & Ergin, O. 2008. The Effect of Scientific Process Skills Education on Students' Scientific Creativity, Science Attitudes and Academic Achievements. *AsiaPacific Forum on Science Learning and Teaching*, 9(1), 21. Retrieved from

¹⁵ H. Aktamis & O. Ergin, "The Effect of Scientific Process Skills Education on Students' Scientific Creativity, Science Attitudes and Academic Achievements", *Asia Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 9(1), 2008, 21. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/61875613?accountid=14719>.

<http://search.proquest.com/docview/61875613?accountid=14719>.

- Arnyana, I. 2006. Pengaruh Penerapan Strategi Pembelajaran Inovatif pada. Pelajaran Biologi terhadap Kemampuan Berpikir Kritis-Kreatif Siswa (Jurnal pendidikan dan pengajaran). IKIP Negeri Singaraja. Bali.
- Gamlunglert, T., & Chajaroen, S. 2012. Scientific Thinking of The Learners Learning with The Knowledge Construction Model Enhancing Scientific Thinking. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 3771-3775.
- Hardiman, Budi F. 2004. *Filsafat Modern*. Jakarta: Gramedia.
- Khun, D. 2010. *What is Scientific Thinking and How Does it Develop? (Second Edition)*. Columbia: Blackwell Publishing.
- Kuhn, D., 2004. *What is Scientific Thinking and How Does It Develop*. *Handbooks of Development Psychology*. Blackwell Publishing.
- Paul, R., and Elder, L. 2003. *Miniature Guide for Student and Faculty to Scientific Thinking: The Foundation for a Critical Thinking*. Sonoma University.
- Sadia, I. W. (2007). Pengembangan Kemampuan Berpikir Formal Siswa SMA melalui Model Pembelajaran Problem Base Learning dan Learning Cycle dalam Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pendidikan dan Pengajaran UNDIKSA*, 40 (1), 1-20.
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Zimmerman, C. 2007. The development of Scientific Thinking Skills in Elementary and Middle School. *Developmental Review*. Vol 27. Pp 172-223.