IMEIJ
Indo-MathEdu Intellectuals Journal

p-ISSN: 2808 – 5604
e-ISSN: 2808 – 5078
Volume. 5, No. 2, 2024

EFEKTIVITAS MODUL PENCEMARAN SAMPAH DENGAN MODEL ARGUMENT-DRIVEN INQUIRY (ADI) UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS MAHASISWA BIOLOGI

Eka Imbia Agus Diartika[1]
[1]Institut Teknologi Bisnis dan Kesehatan Muhammadiyah Tulungagung, Jl. Pahlawan Gg. III No.27 Indonesia
Email: eka.imbia@gmail.com

Article History

Received: 23-04-2024

Revision: 29-04-2024

Accepted: 02-05-2024

Published: 10-05-2024

Abstract. Critical thinking skills are a crucial aspect of the 21st century, playing a fundamental role in various areas of life, yet they are still not optimally developed in classrooms. This research aims to develop critical thinking skills through the Argument Driven Inquiry (ADI) module for biology students. This study uses a nonrandomized control-group pretest-posttest design experiment involving three classes as the experimental group, positive control, and negative control. This research sample consisted of 67 biology students from Universitas Negeri Malang across three classes. Data collection techniques employed pretest and posttest questions on critical thinking skills. Data analysis was performed using ANCOVA. The results of the ANCOVA test on the biology students' critical thinking revealed a significance of learning at 0.036 (less than 0.05), thus it can be concluded that the research hypothesis is accepted, indicating a difference in critical thinking between students using the ADI module, ADI model, and PowerPoint. The ADI module proved effective in enhancing the critical thinking skills of biology students, with significantly higher posttest results compared to other learning models. The development of this module also included the integration of interactive videos about the conditions of garbage mountains and leachate water pollution at the Supit Urang Malang landfill, providing a more realistic context for the students.

Keywords: Critical Thinking, ADI Module, Waste Pollution

Abstrak. Keterampilan berpikir kritis menjadi aspek penting dalam abad ke-21, memiliki peran fundamental dalam berbagai bidang kehidupan, namun masih belum optimal dikembangkan di dalam kelas. Penelitian ini bertujuan mengembangkan keterampilan berpikir kritis melalui modul Argument Driven Inquiry (ADI) untuk mahasiswa biologi. Penelitian ini menggunakan desain eksperimen *nonrandomized control-group pretest–posttest design* dengan melibatkan tiga kelas sebagai kelompok eksperimen, kontrol positif, dan kontrol negatif. Sampel penelitian ini sejumlah 67 mahasiswa biologi Universitas Negeri Malang dari 3 kelas. Teknik pengumpulan data menggunakan soal pretes dan postes keterampilan berpikir kritis. Teknik analisis data menggunakan *Ancova.* Hasil uji *Ancova* berpikir kritis mahasiswa biologi menunjukkan bahwa signifikansi pembelajaran sebesar 0,036 (kurang dari 0,05) sehingga dapat disimpulkan bahwa hipotesis penelitian diterima, yaitu terdapat perbedaan berpikir kritis antara mahasiswa yang menggunakan modul ADI, model ADI, dan *PowerPoint*. Modul ADI terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis mahasiswa biologi, dengan hasil *posttest* yang signifikan lebih tinggi daripada model pembelajaran lainnya. Pengembangan modul ini juga disertai dengan integrasi video interaktif tentang kondisi gunungan sampah dan pencemaran air lindi di TPA Supit Urang Malang, memberikan konteks yang lebih nyata bagi mahasiswa.

Kata Kunci: Berpikir Kritis, Modul ADI, Pencemaran Sampah

How to Cite: Diartika, E. I. A. (2024). Efektivitas Modul Pencemaran Sampah dengan Model Argument-Driven Inquiry (ADI) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa Biologi. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal,* 5 (2), 2090-2102. http://doi.org/10.54373/imeij.v5i2.983

PENDAHULUAN

Keterampilan berpikir kritis sangat penting karena memiliki peran fundamental dalam semua bidang dan kepentingan manusia, seperti pekerjaan, pendidikan, keluarga, dan komunitas (Enciso dkk., 2017). Keterampilan ini menentukan daya saing seseorang pada abad ke-21 (Zare & Othman, 2015). Seseorang dengan keterampilan berpikir kritis tinggi akan mudah beradaptasi dengan perubahan zaman (Stobaugh, 2013), namun, keterampilan tersebut masih belum dikuasai peserta didik dengan baik. Hal ini dibuktikan dengan rendahnya skor dari survei PISA, PISA (2015), yaitu rerata skor pada bidang sains sebesar 403, peringkat ke-63 dari 71 negara; skor membaca sebesar 397, peringkat ke-65 dari 71 negara; dan skor kemampuan matematika sebesar 386, peringkat ke-64 dari 71 negara.

Oleh karena keterampilan berpikir kritis berperan penting dalam kehidupan, maka keterampilan tersebut seharusnya dikembangkan dalam pendidikan. Salah satu langkah yang dapat dilakukan ialah melalui pembelajaran pada matakuliah Dasar Ilmu Lingkungan. Hal ini sesuai dengan salah satu Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) mata kuliah tersebut, yaitu "menguasai konsep teoretis biologi dasar secara terintegrasi dengan menggunakan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan inovatif melalui pendekatan IPTEK untuk menganalisis berbagai permasalahan di bidang biologi sehingga dapat mengagumi dan berusaha menjaga ciptaan-Nya".

Berdasarkan hasil studi pendahuluan dengan memberikan angket tentang pembiasaan berpikir kritis di kelas oleh dosen kepada mahasiswa biologi yang telah menempuh matakuliah Dasar Ilmu Lingkungan menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis dikembangkan di kelas sebesar 21,92%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis belum maksimal dikembangkan di kelas. Pembelajaran lebih sering menggunakan metode presentasi dan diskusi yang masih cenderung teoretis. Hasil pembelajaran juga belum diukur menggunakan indikator berpikir kritis.

Mengingat pentingnya keterampilan berpikir kritis pada mata Kuliah Dasar Ilmu Lingkungan, maka perlu dilakukan peningkatan proses pembelajaran. Peningkatan proses pembelajaran dapat dilakukan pada materi pencemaran sampah. Materi tersebut dipilih karena pencemaran sampah merupakan masalah krusial yang akan terus ada di sekitar, namun masih banyak yang belum menyadari (Villegas, 2018). Pembahasan mengenai pencemaran sampah yang dapat diangkat ialah fenomena yang terjadi di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Supit Urang, Malang. TPA tersebut berada di daerah urban Kota Malang antara 7° 59' 20.04" (7,9889°) lintang selatan, 112° 38' 17.52" (112.6382°) bujur timur yang sudah beroperasi sejak

tahun 1993 (Sholichin, 2012 dalam Eka Imbia). TPA tersebut dipilih karena merupakan TPA tunggal di Kota Malang yang menerima sampah dari seluruh kota Malang (Sudiro, dkk., 2018).

Penelitian yang ditekuni sejauh ini masih berfokus pada cara mengatasi dampak pencemaran sampah. Akan lebih baik apabila terdapat penelitian yang lebih berfokus pada tindakan preventif (pencegahan), salah satunya dengan melatih berpikir kritis mahasiswa melalui pendidikan. Pendidikan yang diharapkan mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis ialah melalui pembelajaran kontekstual. Pembelajaran kontekstual adalah pembelajaran dengan menghubungkan konten yang dipelajari mahasiswa dengan dunia nyata (Davtyan, 2014). Pembelajaran ini dapat membantu meningkatkan proses berpikir peserta didik (Kasi, dkk., 2018), berpikir kritis, dan memecahkan masalah (Nasrun, 2014).

Salah satu model pembelajaran kontekstual adalah model *Argument-Driven Inquiry* (ADI) (Hudson & Whisler, 2008). Model ADI ialah model yang dirancang untuk memfokuskan peserta didik pada kegiatan penyelidikan serta memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengemukakan argumentasi ilmiah. Hal ini menjadikan kegiatan pembelajaran menjadi lebih kontekstual dan edukatif (Sampson, dkk., 2014). Model ADI ini dipilih karena selain melakukan penyelidikan masalah, juga diiringi dengan argumentasi yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis (Indrawatiningsih, 2018). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa model ADI berdampak positif pada kualitas argumen yang ditulis peserta didik pada laporan investigasi dan keseluruhan kinerjanya (Salsabila, dkk., 2019) karena mengharuskan untuk mengembangkan simpulan dengan bukti yang valid (Sampson & Walker, 2012).

Penerapan model ADI melatih siswa berpikir dan bertindak secara mandiri (Hasnunidah, dkk., 2015), sehingga untuk mendukung proses pembelajaran dengan model ADI dibutuhkan bahan ajar yang dapat digunakan mahasiswa secara mandiri. Alternatif bahan ajar yang bisa digunakan ialah modul. Modul ialah salah satu bahan ajar yang menekankan pada pembelajaran mandiri (*self instructional).* Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan modul dapat meningkatkan berpikir kritis. Modul dengan asesmen autentik berbasis penyelidikan ilmu alam dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis (Hairida, 2016).

Pemaparan di atas berfokus pada kelebihan modul, padahal modul juga memiliki kelemahan, salah satunya yaitu menimbulkan rasa jenuh pada peserta didik (Ardianti & Wanabuliandari, 2017). Pengembangan modul harus dipertimbangkan sedemikian rupa, sehingga tidak membosankan peserta didik. Alternatif yang bisa dilakukan ialah dengan mengembangkan modul berbasis penelitian yang bersifat kontekstual (Fitriyati, dkk., 2015). Penelitian sebelumnya telah berhasil mengembangkan modul kontekstual dengan sumber belajar TPA Supit Urang Malang, namun kekurangannya yaitu belum merangkum hasil

penelitian di TPA pada sebuah bahan ajar yang komprehensif. Kegiatan pembelajaran dilakukan bersama dengan melakukan proyek (Maghfiroh, dkk., 2016).

Berkaitan dengan hal ini, mahasiswa biologi yang telah menempuh matakuliah Dasar Ilmu Lingkungan yang diberi angket menyatakan bahwa mahasiswa membutuhkan bahan ajar yang lebih komprehensif dalam pembelajaran. Hal ini dikarenakan pembelajaran pada mata kuliah Dasar Ilmu lingkungan sejauh ini lebih banyak menggunakan bahan ajar dari artikel ilmiah, sehingga belum komprehensif. Mahasiswa berharap adanya modul untuk mendukung penjelasan dosen pada saat pembelajaran, sehingga konsep yang dipelajari bisa lebih jelas. Modul dianggap lebih komprehensif karena mencakup uraian materi, kegiatan pembelajaran, latihan, dan evaluasi yang dapat dipelajari secara mandiri (Muhammad, 2017). Selain itu, pada modul yang dikembangkan ini juga dibiasakan untuk keterampilan berpikir kritis terkait dengan fenomena pencemaran sampah.

Oleh karena itu, maka langkah yang dapat dilakukan ialah dengan mengembangkan modul pencemaran sampah dengan model ADI berbasis penelitian pencemaran sampah di TPA Supit Urang Malang. Konten utama pada modul ini ialah data jumlah sampah dan hasil penelitian pencemaran air lindi di TPA Supit Urang. Dalam modul ini ditambahkan kode *QR yang* bisa dipindai. Kode tersebut terintegrasi dengan video keadaan gunungan sampah dan pencemaran air lindi di TPA Supit Urang yang diunggah di media *online* (*Youtube)*, sehingga bisa dijadikan bahan tambahan belajar mahasiswa dan diharapkan menjadikan pembelajaran bersifat kontekstual (Pantiwati, 2016). Kegiatan pembelajaran pada modul ini disajikan sesuai sintaks model ADI (Sampson et al., 2014), dan pada setiap sintaks model ADI tersebut mahasiswa dilatih untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis (Diartika, 2024).

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif. Studi eksperimen dilakukan dengan desain penelitian *nonrandomized control-group pretest–posttest design* (Leedy & Ormrod, 2015). Penelitian ini dilaksanakan secara daring melalui *WhatsApp Group* selama 2 bulan. Pembelajaran dilaksanakan sebanyak 3 kali pertemuan dengan mengikuti 3 kegiatan pembelajaran, yaitu materi konsep sampah, dampak pencemaran sampah, dan pemecahan permasalahan lingkungan akibat sampah. Mahasiswa yang berpartisipasi dalam penelitian ini adalah mahasiswa yang menempuh matakuliah Dasar Ilmu Lingkungan. Sampel pada penelitian ialah mahasiswa biologi angkatan 2018 yang menempuh matakuliah Dasar Ilmu Lingkungan sebanyak tiga kelas yang diambil dengan *random sampling*. Mahasiswa kelas

eksperimen sebanyak 20 orang, mahasiswa kelas kontrol positif sebanyak 25 orang, dan mahasiswa kelas kontrol negatif sebanyak 22 orang.

Teknik pengumpulan data keterampilan berpikir kritis dilakukan dengan memberikan *pretest* sebelum proses pembelajaran dilakukan dan memberikan *posttest* setelah proses pembelajaran. Seseorang dikatakan memiliki keterampilan berpikir kritis apabila mencapai indikator berpikir kritis. Indikator berpikir kritis yang digunakan yaitu menurut Finken & Ennis (1993) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Indikator berpikir kritis

No.	Subvariabel	Indikator
1.	Fokus (*focus*)	a. Kejelasan dalam menyajikan ide b. Kejelasan mempertahankan ide c. Kejelasan sudut pandang dan tema
2.	Alasan pendukung (*supporting reasons)*	a. Alasan dan subpoin spesifik b. Alasan didukung sumber yang akurat dan dapat dipercaya
3.	Memberikan alasan *(reasoning)*	a. Simpulan didukung oleh alasan b. Kemampuan memperdebatkan sudut pandangan alternatif
4.	Organisasi *(organization)*	a. Kejelasan alur ide yang logis b. Kejelasan struktur
5.	Sesuai kaidah *(conventions)*	a. Mengikuti standar penulisan
6.	Integrasi (*integration*)	a. Evaluasi terfokus b. Efektif secara keseluruhan

Sumber:(Finken & Ennis, 1993:17)

Cara mengukur keterampilan berpikir kritis dapat dilakukan menggunakan soal esai sebagaimana yang telah dikembangkan oleh Finken & Ennis (1993). Soal esai berpikir kritis yang dikembangkan yaitu pada materi pencemaran sampah. Jawaban mahasiswa kemudian diukur berdasarkan rubrik keterampilan berpikir kritis mencakup keseluruhan indikator dengan kriteria skor 1-6 yang dikembangkan oleh Finken & Ennis (1993). Data keterampilan berpikir kritis setelah diberi skor, kemudian dihitung total skornya. Data tersebut kemudian diuji normalitas menggunakan *Kolmogorov-Smirnov,* dan uji homogenitas dengan uji *Levene.* Apabila data normal dan homogen, data tersebut kemudian diuji dengan *One-way Analysis of Covariance* (*ANCOVA*). Apabila data tidak normal, maka dianalisis menggunakan *Quade Rank Analysis of Covariance.*

HASIL DAN DISKUSI

Hasil Uji Keefektifan Berpikir Kritis Mahasiswa Biologi

Uji hipotesis pada penelitian ini menggunakan *One-way Analysis of Covariance (ANCOVA)* untuk mengetahui pengaruh modul pencemaran sampah dengan model ADI terhadap ketrampilan berpikir kritis. Skor *pretest* digunakan sebagai kovariat. Sebelum dilakukan uji hipotesis, terlebih dahulu dilakukan uji persyaratan normalitas dan homogenitas data.

Hasil Uji Normalitas Berpikir Kritis Mahasiswa Biologi

Uji normalitas berpikir kritis mahasiswa biologi menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil uji normalitas berpikir kritis mahasiswa Biologi

No.	Data	N	Signifikansi	α	Keputusan
1.	*Pretest* Berpikir Kritis	67	0,774	0,05	Normal
2.	*Posttest* Berpikir Kritis	67	1,042	0,05	Normal

Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa semua data memiliki nilai signifikansi *Kolmogorov-Smirnov* di atas 5%, sehingga dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi normal.

Hasil Uji Homogenitas Berpikir Kritis Mahasiswa Biologi

Uji homogenitas menggunakan uji Levene's Test. Hasil ringkasan uji homogenitas berpikir kritis mahasiswa biologi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji homogenitas berpikir kritis mahasiswa Biologi

No.	Data	N	Signifikansi	α	Keputusan
1.	*Pretest* Berpikir Kritis	67	0,762	0,05	Homogen
2.	*Posttest* Berpikir Kritis	67	0,481	0,05	Homogen

Hasil uji menunjukkan bahwa setiap data memiliki nilai signifikansi *Levene Statistic* berada di atas 5%, sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap kelompok data homogen.

Hasil Uji *Ancova* Berpikir Kritis Mahasiswa Biologi

Hasil uji *Ancova* berpikir kritis mahasiswa biologi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil uji *ancova* berpikir kritis mahasiswa Biologi

Source	*Type III Sum of Squares*	Df	*Mean Square*	F	*Sig.*
Corrected Model	181.115[a]	3	60.372	5.583	.002
Intercept	518.178	1	518.178	47.916	.000
Pretest Berpikir Kritis (Kovariat)	93.721	1	93.721	8.666	**.005**
Pembelajaran	75.861	2	37.930	3.507	**.036**
Error	681.302	63	10.814		
Total	26829.000	67			
Corrected Total	862.418	66			

Dependent Variable: Posttest Berpikir Kritis

Hasil uji *Ancova* berpikir kritis mahasiswa biologi menunjukkan bahwa signifikansi pembelajaran sebesar 0,036 (kurang dari 0,05) sehingga dapat disimpulkan bahwa hipotesis penelitian diterima, yaitu terdapat perbedaan berpikir kritis antara mahasiswa yang menggunakan modul ADI, model ADI, dan *PowerPoint*. Selanjutnya, nilai signifikansi *pretest* berpikir kritis (kovariat) sebesar 0,005 (kurang dari 0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai *pretest* (kovariat) berpengaruh terhadap *posttest* berpikir kritis mahasiswa biologi. Selanjutnya dilakukan uji lanjut *Bonferroni*. Hasil uji *Bonferroni* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil uji *bonferroni* berpikir kritis mahasiswa Biologi

(I) Bahan Ajar	**(J) Bahan Ajar**	***Mean Difference (I-J)***	***Std. Error***	***Sig.[a]***	***95% Confidence Interval for Difference[a]***	
					Lower Bound	***Upper Bound***
A (Modul ADI)	B	1.473	1.075	.527	-1.171	4.116
	C	**-1.260**	1.044	.696	-3.827	1.307
B (PPT)	A	-1.473	1.075	.527	-4.116	1.171
	C	**-2.733***	1.017	.028	-5.234	-.232
C (Model ADI)	A	1.260	1.044	.696	-1.307	3.827
	B	**2.733***	1.017	.028	.232	5.234

Berdasarkan hasil uji lanjut *Bonferroni*, maka dapat disimpulkan bahwa berpikir kritis mahasiswa yang menggunakan modul ADI berbeda signifikan dengan mahasiswa yang menggunakan *PowerPoint* dan model ADI. Sedangkan berpikir kritis mahasiswa yang menggunakan *PowerPoint* tidak berbeda signifikan dengan mahasiswa yang menggunakan model ADI. Jadi, pembelajaran yang paling unggul untuk memberdayakan berpikir kritis yaitu pembelajaran yang menggunakan modul pencemaran sampah dengan model ADI.

DISKUSI

Keterampilan berpikir kritis perlu dikembangkan karena dapat membantu seseorang dalam menghadapi tantangan pada dunia global (Boleng et al., 2017). Berpikir kritis juga penting karena menentukan dalam perekrutan tenaga kerja (Rodzalan & Saat, 2015). Oleh karena itu, keterampilan ini penting dikembangkan dalam pembelajaran, salah satunya pembelajaran biologi (Mahanal et al., 2017). Berdasarkan penelitian Arslan (2012), pembelajaran mengenai lingkungan berpengaruh dalam berpikir kritis. Oleh karena itu, pada penelitian ini diberikan materi pencemaran sampah yang diharapkan dapat meningkatkan berpikir kritis mahasiswa.

Materi pencemaran sampah dapat melatih dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis karena menggunakan masalah pada kehidupan nyata yang dapat dipelajari peserta didik (Nurzaman, 2017). Pembelajaran melalui pemberian masalah dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik (Kusuma, dkk., 2018; Rajagukguk & Simanjuntak, 2015). Keterampilan berpikir kritis juga dapat ditingkatkan melalui berargumentasi. Hal ini dikarenakan berpikir kritis erat kaitannya dengan struktur berpikir, yaitu struktur pemikiran yang diekspresikan secara lisan dan tulisan (argumentasi) (Hasnunidah, dkk., 2015).

Berdasarkan hasil uji hipotesis menggunakan uji *Ancova* pada taraf signifikansi 0,05 didapatkan kesimpulan bahwa terdapat perbedaan berpikir kritis antara mahasiswa yang menggunakan modul ADI, model ADI, dan *PowerPoint*. Berdasarkan hasil uji *Bonferroni*, disimpulkan bahwa berpikir kritis mahasiswa yang menggunakan modul ADI berbeda signifikan dengan mahasiswa yang menggunakan *PowerPoint* dan model ADI. Sedangkan berpikir kritis mahasiswa yang menggunakan *PowerPoint* tidak berbeda signifikan dengan mahasiswa yang menggunakan model ADI.

Hasil ini selaras dengan selisih skor *pretest* dan *posttest.* Rerata hasil *posttest* berpikir kritis pada tiga kelas mengalami kenaikan dari *pretest*. Mahasiswa yang menggunakan modul ADI memperlihatkan peningkatan yang paling tinggi dibandingkan mahasiswa yang menggunakan model ADI dan mahasiswa yang menggunakan *PowerPoint.* Hal ini menunjukkan bahwa modul ini efektif dalam meningkatkan berpikir krits mahasiswa dengan peningkatan yang berbeda signifikan. Peningkatan skor mahasiswa ini karena adanya intensitas belajar yang berulang, yaitu melalui 3 kegiatan belajar (Putra & Sudarti, 2015).

Hal ini menunjukkan bahwa modul ADI yang diajarkan kepada mahasiswa efektif untuk meningkatkan berpikir kritis mahasiswa. Melalui modul pencemaran sampah dengan model ADI ini, dosen tidak hanya mengajarkan pengetahuan melalui pembelajaran, tetapi mahasiswa juga dilibatkan secara aktif dalam proses investigasi dan memberikan argumen (Demircioglua & Ucar, 2015; Fatmawati dkk., 2019). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan

modul berpengaruh pada peningkatan berpikir kritis (Setyawan, dkk., 2017; Khasanah, dkk., 2017; Irwan, dkk., 2019; Nursolekah & Suparman, 2019). Model ADI yang diterapkan juga terbukti berpengaruh terhadap berpikir kritis (Nazila dkk., 2019; Rosidin dkk., 2019).

Meskipun dilaksanakan secara daring, namun pembelajaran dengan modul ADI efektif. Hal ini karena pada modul ADI tersedia materi sesuai situasi kehidupan nyata, khususnya mengenai fenomena meningkatnya jumlah sampah di TPA Supit Urang Malang dan dampaknya terhadap pencemaran; menggunakan berbagai media; memberikan kesempatan mahasiswa untuk merancang dan menganalisis data sendiri; menggunakan informasi yang diperoleh untuk membangun argumen tentatif; mendiskusikan; dan merangkum informasi bersama. Kemudian, siswa diminta untuk menulis evaluasi laporan teman dan memperbaiki laporan mereka sendiri (Saksoong, 2019). Pada modul ini dilengkapi dengan video mengenai kasus pencemaran sampah di TPA Supit Urang Malang yang diunggah di *Youtube* dan bisa diakses mahasiswa melalui memindai kode *QR* yang ada di dalam modul. Pembelajaran menggunakan video berbasis kasus terbukti dapat meningkatkan berpikir kritis (Zipp & Maher, 2010).

Kegiatan pembelajaran modul berdasarkan sintaks ADI, yaitu (1) mengidentifikasi tugas dan menyusun pertanyaan¸ (2) mendesain metode dan mengumpulkan data, (3) mengembangkan argumen awal, (4) sesi argumentasi, (5) diskusi secara eksplisit dan reflektif, (6) menulis laporan investigasi, (7) mengulas hasil kelompok lain tanpa identitas, serta (8) memperbaiki dan mengirim laporan. Sintaks nomor 1 dan 8 dilakukan secara mandiri, sementara sintaks yang lain dilakukan secara berkelompok (Sampson et al., 2014). Kegiatan investigasi individual pada model ADI mendorong mahasiswa untuk mengeksplorasi masalah yang dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis. Sementara kegiatan kolaboratif dapat melatih untuk berbagi ide, berdiskusi, berkomunikasi, meyakinkan orang lain. Adanya kegiatan diskusi dapat memberdayakan berpkir kritis. Dosen perlu mendorong mahasiswa untuk berkomunikasi dan berinteraksi dengan orang lain karena hal ini sangat penting untuk membangun keterampilan berpikir kritis (Khoshneshin, 2011). Penggunaan model ADI ini terbukti dapat meningkatkan berpikir kritis (Hasnunidah, dkk., 2015; Nufus dkk., 2018).

Pada modul ini, berpikir kritis dilatih melalui uraian materi yang disajikan pada tahap diskusi eksplisit dan reflektif pada tahap ADI. Indikator berpikir kritis yang dikembangkan ialah fokus, alasan pendukung, pemikiran, organisasi, sesuai kaidah, dan integrasi (Ennis, 1993). Dosen harus memastikan bahwa materi yang diberikan telah memenuhi tujuan pembelajaran (Paolini, 2015). Materi yang diajarkan kepada mahasiswa yaitu tentang konsep sampah, dampak pencemaran sampah, dan penanganan dampak pencemaran sampah. Materi

ini didukung dengan adanya video yang diunggah di *Youtube* dan dapat dipindai melalui kode *QR* yang berada di modul. Video pembelajaran yang diambil dari lingkungan sekitar dapat mendukung tercapainya berpikir kritis (Sukarno & Rahayu, 2019). Adanya integrasi antara modul dengan video interaktif tersebut dapat meningkatkan berpikir kritis (Carmichael, dkk., 2014; June, dkk., 2014). Selain itu, pada modul ini juga terdapat soal tes formatif berpikir kritis yang dapat dikerjakan oleh mahasiswa di setiap akhir kegiatan belajar sebagai kegiatan latihan. Soal tes formatif ini dapat melatih mahasiswa untuk berpikir kritis, mengukur kemajuan siswa, dan dapat dijadikan umpan balik bagi mahasiswa dan dosen (Frunza, 2014; Moore & Stanley, 2013; Butakor, 2016). Soal tes formatif ini diberikan kepada mahasiswa setelah mahasiswa mengikuti pembelajaran menggunakan modul pencemaran sampah dengan model ADI.

KESIMPULAN

Modul pencemaran sampah dengan model ADI berbasis penelitian di TPA Supit Urang Malang efektif dalam meningkatkan berpikir kritis mahasiswa biologi. Hal ini terbukti dengan adanya perbedaan berpikir kritis antara mahasiswa yang menggunakan modul ADI, model ADI, dan *PowerPoint*. Pembelajaran yang paling unggul untuk memberdayakan berpikir kritis yaitu pembelajaran yang menggunakan modul pencemaran sampah dengan model ADI.

REFERENSI

Ardianti, S. D., & Wanabuliandari, S. (2017). Peningkatan Perilaku Peduli Lingkungan dan Tanggung Jawab Siswa melalui Model EJAS dengan Pendekatan Science Edutainment. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, *4*(1), 1–7.

Arslan, S. (2012). The Influence of Environment Education on Critical Thinking and Environmental Attitude. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *55*, 902–909. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.579

Boleng, D. T., Lumowa, S. V. T., Palenewen, E., & Corebima, A. D. (2017). The effect of learning models on biology critical thinking skills of multiethnic students at senior high schools in Indonesia. *Problems of Education in The 21st-Century*, *75*(2), 136–143.

Butakor, P. K. (2016). The Role Of Formative Feedback In Promoting Higher-Order Thinking Skills In Classrooms: A Theoretical Model. *African Research Review*, *10*(5), 147. https://doi.org/10.4314/afrrev.v10i5.11

Carmichael, M., Reid, A.-K., & Karpicke, J. D. (2014). *Assessing the Impact of Educational Video on Student Engagement, Critical Thinking and Learning: The Current State of Play*. SAGE Publications. https://us.sagepub.com/sites/default/files/hevideolearning.pdf

Davtyan, R. (2014). Contextual Learning. *ASEE 2014 Zone I Conference, April 3-5, 2014, University of Bridgeport, Bridgeport, CT, USA.*

Demircioglua, T., & Ucar, S. (2015). Investigating the Effect of Argument-Driven Inquiry in Laboratory Instruction. *Educational Sciences: Theory & Practice*. https://doi.org/10.12738/estp.2015.1.2324

Eka Imbia Agus Diartika. (2024). Modul Argument-Driven Inquiry (ADI) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa. *Journal of Exploratory Dynamic Problems*, *1*(2), 1–15.

Enciso, O. L. U., Enciso, D. S. U., & Daza, M. del P. V. (2017). Critical Thinking and its Importance in Education: Some Reflections. *Rastros Rostros*, *19*(34), 9–20.

Fatmawati, Z. A., Susilowati, S. M. E., & Prihandono, I. R. S. (2019). Effect of Argument-Driven Inquiry (ADI) with Problem Solving Method for Student's Argumentation and Critical Thinking Skills. *Journal of Innovative Science Education*, *8*(3), 255–263.

Finken, M., & Ennis, R. H. (1993). *Illinois Critical Thinking Essay Test*. The University of Illinois.

Fitriyati, U., Mufti, N., & Lestari, U. (2015). Pengembangan Modul Berbasis Riset Pada Matakuliah Bioteknologi. *Jurnal Pendidikan Sains*, *3*(3), 118–129.

Frunza, V. (2014). Advantages and Barriers of Formative Assessment in the Teaching-learning Activity. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *114*, 452–455. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.12.728

Hairida. (2016). The Effectiveness Using Inquiry-Based Natural Science Module with Authentic Assessment to Improve The Critical Thinking and Inquiry Skills of Junior High School Students. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, *4*(2), 209–215.

Hasnunidah, N., Susilo, H., Irawati, M. H., & Sutomo, H. (2015). Argument-Driven Inquiry with Scaffolding as the Development Strategies of Argumentation and Critical Thinking Skills of Students in Lampung, Indonesia. *American Journal of Educational Research*, *3*(9), 1185–1192.

Hudson, C. C., & Whisler, V. R. (2008). Contextual Teaching and Learning for Practitioners. *Systemics, Cybernetics, and Informatics*, *6*(4).

Indrawatiningsih, N. (2018). Arguments in Critical Thinking Ability. *Proceedings of the 1st Annual International Conference on Mathematics, Science, and Education (ICoMSE 2017)*, *218*, 12–15. https://doi.org/10.2991/icomse-17.2018.4

Irwan, I., Maridi, M., & Dwiastuti, S. (2019). Developing guided inquiry-based ecosystem module to improve students' critical thinking skills. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, *5*(1). https://doi.org/10.22219/jpbi.v5i1.7287

June, S., Yaacob, A., & Kheng, Y. K. (2014). Assessing the Use of YouTube Videos and Interactive Activities as a Critical Thinking Stimulator for Tertiary Students: An Action Research. *International Education Studies*, *7*(8), p56. https://doi.org/10.5539/ies.v7n8p56

Khasanah, A. N., Widoretno, S., & Sajidan, S. (2017). Effectiveness of Critical Thinking Indicator-Based Module in Empowering Student's Learning Outcome in Respiratory System Study Material. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, *6*(1), 187–195. https://doi.org/10.15294/jpii.v6i1.8490

Khoshneshin, Z. (2011). Collaborative Critical Thinking in Online Environment. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *30*, 1881–1887. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.10.366

Kusuma, E. D., Gunarhadi, G., & Riyadi, R. (2018). The Strategies to Improve Critical Thinking Skills through Problem-Based Quantum Learning Model at Primary School. *International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding*, *5*(4), 123. https://doi.org/10.18415/ijmmu.v5i4.213

Leedy, P. D., & Ormrod, J. E. (2015). *Practical Research Planning and Design*. Pearson.

Maghfiroh, D., Susilo, H., & Ibrohim. (2016). Pengembangan Pembelajaran Pengelolaan Lingkungan Berbasis Proyek dengan Sumber Belajar TPA Supit Urang Malang. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, *1*(11), 2131—2139.

Mahanal, S., Tendrita, M., Ramadhan, F., Ismirawati, N., & Zubaidah, S. (2017). The Analysis of Students' Critical Thinking Skills on Biology Student. *Anatolian Journal of Instruction*, *2*(2), 21–39.

Moore, B., & Stanley, T. (2013). *Critical Thinking and Formative Assessments: Increasing the Rigor in Your Classroom* (1st ed.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315856261

Nasrun. (2014). Contextual Learning Approach in Improving Critical Thinking Skills of Guidance and Counseling Students of State University of Medan. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*, *18*(1), 151–161.

Nazila, L., Rosidin, U., Distrik, I. W., Herlina, K., & Hasnunidah, N. (2019). The Effect of Applying Argument-Driven Inquiry Models to the Critical Thinking Skills of Students Based on Gender Differences. *Scientiae Educatia*, *8*(1), 35. https://doi.org/10.24235/sc.educatia.v8i1.4145

Nufus, H., Rosidin, U., Herlina, K., & Hasnunidah, N. (2018). Pengaruh Penerapan Model Argument Driven Inquiry terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Berdasarkan Perbedaan Kemampuan Akademik. *Jurnal Pendidikan Fisika*, *7*(2), 110–117.

Nursolekah, S., & Suparman. (2019). Design Of Mathematics Learning Module Based On Problem Based Learning To Improve Critical Thinking Ability Students. *International Journal Of Scientific & Technology Research*, *8*(12), 1–9.

Nurzaman. (2017). The Use of Problem Based Learning Model to Improve Quality Learning Students Morals. *Journal of Education and Practice*, *8*(9).

Pantiwati, Y. (2016). Pengembangan Modul Evaluasi Pembelajaran dengan Model Pembelajaran 7E Berbasis Kreativitas. *Proceeding Biology Education Conference*, *13*(1), 461–467.

Paolini, A. (2015). Enhancing Teaching Effectiveness and Student Learning Outcomes. *The Journal of Effective Teaching*, *15*(1), 20–33.

Putra, P. D. A., & Sudarti. (2015). Pengembangan Sistem E-Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa Pendidikan Fisika. *Jurnal Fisika Indonesia*, *14*(55), 45–48.

Rajagukguk, W., & Simanjuntak, E. (2015). Problem-Based Mathematics Teaching Kits Integrated with ICT to Improve Students' Critical Thinking Ability in Junior High Schools in Medan. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, *3*(3). https://doi.org/10.21831/cp.v3i3.7342

Rodzalan, S. A., & Saat, M. M. (2015). The Perception of Critical Thinking and Problem Solving Skill among Malaysian Undergraduate Students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *172*, 725–732. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.425

Rosidin, U., Kadaritna, N., & Hasnunidah, N. (2019). Can Argument-Driven Inquiry Models Have Impact On Critical Thinking Skills For Students With Different Personality Types? *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, *38*(3), 511–526. https://doi.org/10.21831/cp.v38i3.24725

Saksoong, T. (2019). Development of Argument-Driven Inquiry Model for Enhancing Scientifically Critical Thinking Ability in Acid-Base Topic for Grade 11 Students. *NRRU Community Research Journal*, *13*(2).

Salsabila, E. R., Wijaya, A. F. C., & Winarno, N. (2019). Improving Students' Sustainability Awareness through Argument-driven Inquiry. *Journal of Science Learning*, *2*(2), 58–64. https://doi.org/10.17509/jsl.v2i2.13104

Sampson, V., Enderle, P., Glein, L., Grooms, J., Hester, M., Southerland, S., & Wilson, K. (2014). *Argument-Driven Inquiry in Biology*. NSTA Press National Science Teacher Association.

Sampson, V., & Walker, J. P. (2012). Argument-Driven Inquiry as a Way to Help Undergraduate Students Write to Learn by Learning to Write in Chemistry. *International Journal of Science Education*, *34*(10), 1443–1485. https://doi.org/10.1080/09500693.2012.667581

Setyawan, D. N., Aminah, N. S., & Sarwanto, S. (2017). The Using of Scientific Based Physics Module in Learning to Enhance High School Students' Critical Thinking Skills on Rotation Dynamics and Equilibrium of Rigid Body. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, *11*(2), 213. https://doi.org/10.11591/edulearn.v11i2.6017

Sholichin, M. (2012). Field Investigation of Groundwater Contamination from Solid Waste Landfill in Malang, Indonesia. *International Journal of Civil & Environmental Engineering IJCEE-IJENS*, *12*(2), 74–81.

Stobaugh, R. (2013). *Assessing critical thinking in middle and high schools: Meeting the common core*. Eye on Education.

Sudiro, Setyawan, A., & Nulhakim, L. (2018). Model Pengelolaan Sampah Permukiman di Kelurahan Tunjung Sekar Kota Malang. *Plano Madani : Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, *7*(1), 106–117. https://doi.org/10.24252/planomadani.v7i1a10

Sukarno, & Rahayu, J. D. E. (2019). The Video Learning Based On Local Wisdom And Students Critical Thinking. *International Journal Of Scientific & Technology Research*, *8*(12), 1–4.

Villegas, P. (2018). How Will We Solve Our Plastic Waste Problems? *The Belize Times*, *5100*. https://www.researchgate.net/publication/326020244_how_will_we_solve_our_plastic_waste_problems

Zare, P., & Othman, M. (2015). Students' Perceptions toward Using Classroom Debate to Develop Critical Thinking and Oral Communication Ability. *Asian Social Science*, *11*(9), p158. https://doi.org/10.5539/ass.v11n9p158

Zipp, G. P. Z., & Maher, C. (2010). Use Of Video-Based Cases As A Medium To Develop Critical Thinking Skills In Health Science Students. *Journal of College Teaching & Learning (TLC)*, *7*(1). https://doi.org/10.19030/tlc.v7i1.72