



MEMFASILITASI *HIGHER ORDER THINKING SKILLS* DALAM PERKULIAHAN BIOLOGI SEL MELALUI MODEL INTEGRASI ATRIBUT ASESMEN FORMATIF

Sigit Saptono^{✉1}, Nuryani Y. Rustaman², Saefudin³, Ari Widodo⁴

¹Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang

²³⁴Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA UPI; Prodi Pendidikan IPA SPs UPI

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima Oktober 2016

Disetujui November 2016

Dipublikasikan Desember 2016

Keywords:

Analytical thinking, formative assessment attributes.

Abstrak

Higher order thinking skills sangat dibutuhkan untuk memahami permasalahan dan esensi materi perkuliahan Biologi Sel. Studi dengan desain *Research and Development* ini bertujuan untuk mengembangkan kemampuan penalaran dan berpikir analitik mahasiswa calon guru biologi melalui penerapan model pembelajaran Integrasi Atribut Asesmen Formatif (IAAF). Sejumlah 61 mahasiswa program studi Pendidikan Biologi Universitas Negeri Semarang semester tiga yang sedang menempuh mata kuliah Biologi Sel menjadi subjek penelitian. Kemampuan penalaran dan berpikir analitik mahasiswa diukur melalui tugas individu, tugas kelompok pembuatan peta konsep dan penyusunan laporan review artikel, dan 30 item soal berbentuk *selected response questions* dan *constructed response questions* tervalidasi. Hasil analisis data menunjukkan bahwa kemampuan penalaran dan berpikir analitik mahasiswa dapat berkembang secara signifikan, meskipun perkembangan kemampuan argumentasi, salah satu kategori kemampuan berpikir analitik, masih perlu perhatian yang cukup serius.

Abstract

Higher order thinking skills are needed to understand the problem and the essence of the lecture material Biology Sel. Study design *Research and Development* aims to develop reasoning skills and analytical thinking biology student teachers through the application of learning models *Integration Attributes Formative Assessment (IAAF)*. Some 61 students of Biology Education Semarang State University who is doing his third semester courses Cell Biology is the subject of research. Analytical reasoning and thinking ability of students is measured through individual assignments, group assignments concept map creation and preparation of the Review articles, and 30 items about the shape of the selected response and constructed response questions, validated questions. The result showed that the ability of reasoning and analytical thinking of students can be expanded significantly, although the development of the ability of argumentation, one category of analytical thinking skills, they need serious attention.

© 2016 Universitas Negeri Semarang
p-ISSN 2252-6617
e-ISSN 2502-6232

✉ Alamat korespondensi:
Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Semarang
E-mail: sigit_biounnes@mail.unnes.ac.id

PENDAHULUAN

Beberapa hasil penelitian (Reynolds & Moskovitz, 2008; Fencel, 2010; Noblitt *et al.*, 2010) mendeskripsikan bahwa implementasi proses pembelajaran sains di perguruan tinggi cenderung identik dengan informasi materi dengan cakupan luas. Hal tersebut dapat berdampak pada penguasaan kemampuan dan perkembangan keterampilan mahasiswa dalam meniti karirnya. Meskipun aspek penguasaan materi, keluasan cakupan materi dibutuhkan dalam pembelajaran sains untuk memahami fenomena-fenomena yang terjadi di alam, namun kondisi tersebut tidak cukup untuk meyakinkan bahwa peserta didik dapat memahami seluruh materi yang dipelajari. Salah satu indikator pemahaman mahasiswa terhadap cakupan materi sains adalah kemampuan dalam berbagai keterampilan berpikir, antara lain keterampilan menjelaskan, mengumpulkan bukti, memberikan contoh, merumuskan generalisasi, mengaplikasikan konsep, membuat analogi, menggunakan penalaran (*reasoning*), serta menyajikan konsep sains dalam situasi yang baru (Fry *et al.*, 2009).

Chabalengula *et al.*, (2012) serta Krajcik (2014) beranggapan sama bahwa ada dua macam keterampilan yang diperlukan yaitu keterampilan dasar dan keterampilan terpadu. Keterampilan dasar meliputi kegiatan mengamati, menyimpulkan, mengukur, mengomunikasikan, mengklasifikasikan, memprediksi, menggunakan hubungan waktu dan menggunakan angka. Keterampilan terintegrasi meliputi kegiatan mengontrol variabel, definisi operasional, merumuskan hipotesis, merumuskan model/rancangan, menginterpretasikan data, dan melakukan eksperimen.

Untuk memenuhi standar kualifikasi lulusan perguruan tinggi, tentu tidak hanya dibutuhkan penguasaan konten yang luas. Kemampuan serta keterampilan berpikir dan bertindak menjadi faktor yang turut menentukan. Oleh sebab itu, pembelajaran di perguruan tinggi seharusnya memperhatikan dan menerapkan skema *learning of higher order* (Fry *et al.*, 2009). Skema *learning of higher order* menekankan pada pemahaman dan kreativitas mahasiswa, seperti mampu memahami dan mengkonstruksi ulang pengetahuan berdasarkan fakta, menganalisis hubungan antara pengetahuannya dengan pengetahuan lain yang relevan, serta mampu mengembangkan *critical thinking* dan kreativitas.

Karakter materi Biologi Sel memiliki peran yang sangat penting dalam melatih pemahaman dan *higher order thinking skills* seperti kemampuan penalaran (*reasoning*), aplikasi konsep, berpikir analitik, serta memberikan wawasan kepada mahasiswa tentang hubungan yang terdapat pada fenomena-fenomena kehidupan. Namun demikian, beberapa faktor telah teridentifikasi menjadi penyebab mahasiswa kurang mampu mengembangkan kemampuan penalaran dan analisisnya dalam pembelajaran Biologi Sel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengajar cenderung mengembangkan pembelajaran dengan memberikan materi sebanyak-banyaknya, dengan harapan mahasiswa akan mampu memahami dan menerapkan pengetahuan yang diperoleh (Smith *et al.*, 2008; Gotwals & Songer, 2009). Faktor lain adalah mahasiswa tidak mampu memahami reaksi-reaksi metabolisme dan menemukan keterkaitan faktor-faktor yang menyebabkan reaksi kimia tersebut terjadi (Kitchen *et al.*, 2003; Lynd-Balta, 2006; Wilson, 2006; Fencel, 2010).

Dalam studi ini dikembangkan model pembelajaran Integrasi Atribut Asesmen Formatif (IAAF) dalam perkuliahan Biologi Sel untuk membantu mahasiswa memahami konsep-konsep esensi dan proses metabolisme dalam kehidupan sel, serta mengembangkan *higher order thinking skills*, khususnya kemampuan penalaran dan berpikir analitik. Asesmen formatif merupakan proses asesmen yang dilakukan selama proses pembelajaran berlangsung guna memahami kemajuan peserta didik dalam belajar, serta memperoleh informasi tentang bagaimana pengajar mengembangkan pembelajaran dan kultur pembelajaran yang berlangsung (Furtak & Primo, 2008). Penerapan asesmen formatif membantu pengajar memperoleh *feedback* tentang proses pembelajaran yang dikembangkan, sehingga kemajuan akademik siswa dapat terpantau perkembangannya.

McManus (2008) menambahkan bahwa terdapat lima atribut yang menjadi keberhasilan pelaksanaan asesmen formatif, yaitu *learning goals and criteria for success, collaboration between teachers and students, self-assessment and peer-assessment, learning progression, dan descriptive feedback*. Pengintegrasian atribut asesmen formatif dalam perkuliahan Biologi Sel memberikan peluang kepada pengajar dan

mahasiswa untuk mencapai tujuan pembelajaran Biologi Sel secara kolaboratif dan bertahap. Perkembangan penguasaan konten, kemampuan penalaran dan berpikir analitik mahasiswa dapat terfasilitasi oleh kreativitas pengajar dalam mengembangkan model pembelajaran. Dengan demikian, perkuliahan Biologi Sel dapat lebih bermakna dan bermanfaat bagi mahasiswa calon guru biologi sebagai bekal untuk mempelajari struktur dan fisiologi kehidupan yang lebih kompleks.

Studi ini memberikan gambaran implementasi model pembelajaran IAAF dalam perkuliahan Biologi Sel dalam memfasilitasi perkembangan kemampuan penalaran dan kemampuan berpikir analitik mahasiswa dalam Biologi Sel. Dalam pelaksanaan perkuliahan, mahasiswa diberi kesempatan untuk menyelesaikan tugas individu, dan tugas kelompok. Tugas kelompok yang diberikan kepada mahasiswa berupa pembuatan peta konsep terkait materi yang telah dibahas dan penyusunan laporan review artikel jurnal terkait materi yang telah dibahas. Secara spesifik studi ini menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut:

- 1) Bagaimanakah implementasi model IAAF dalam pembelajaran Biologi Sel?
- 2) Bagaimanakah kemampuan penalaran dan berpikir analitik mahasiswa sebelum dan setelah perkuliahan dengan model IAAF?
- 3) Bagaimanakah kemampuan penalaran dan berpikir analitik mahasiswa hasil implementasi model IAAF jika dibandingkan dengan model pembelajaran langsung?

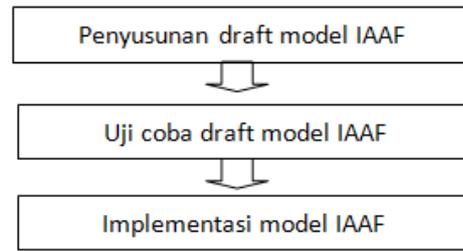
METODE

Subjek

Subjek dalam studi ini adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang semester tiga tahun ajaran 2012/2013 yang sedang mengambil mata kuliah Biologi Sel. Jumlah mahasiswa subjek kajian sebanyak 61 orang, yang terbagi dalam dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen 1 (model pembelajaran langsung) sebanyak 29 orang, dan kelompok eksperimen 2 (model IAAF) sebanyak 32 orang.

Desain

Desain studi adalah *Research and Development*. Tahapan studi yang dilakukan sesuai skema pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan studi

Untuk menguji signifikansi kemampuan penalaran dan berpikir analitik hasil implementasi model IAAF, maka dibandingkan dengan kemampuan penalaran dan berpikir analitik hasil implementasi model pembelajaran langsung. Pengujian dilakukan melalui *two group pretest-posttest design*.

Kelompok	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksp 1	O ₁	E ₁	O ₂
Eksp 2	O ₃	E ₂	O ₄

Keterangan:

E₁: pembelajaran langsung

E₂: pembelajaran IAAF

Penyusunan Draft Model IAAF

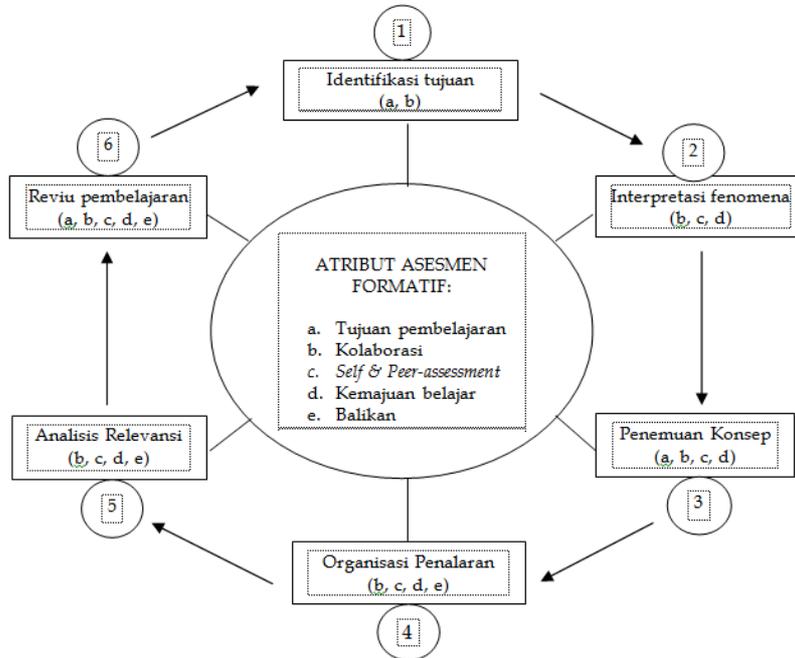
Model IAAF dalam perkuliahan Biologi Sel mencakup kegiatan pembelajaran berpikir induktif melalui informasi, diskusi, dan tanya-jawab. Dalam model IAAF tercakup tugas individual dan kelompok. Materi tugas individu mencakup kemampuan penalaran dan berpikir analitik dalam Biologi sel. Adapun tugas kelompok meliputi pembuatan peta konsep dan penyusunan laporan review artikel jurnal penelitian. Perkuliahan dilaksanakan secara klasikal. Selama perkuliahan, dilakukan dua kali kuis untuk mengetahui kemajuan belajar mahasiswa. Secara skematis model IAAF dalam pembelajaran Biologi Sel dapat dilihat pada Gambar 2.

Model IAAF memiliki tiga karakteristik, yaitu (i) selama proses pembelajaran diintegrasikan atribut asesmen formatif, yaitu tujuan pembelajaran, kolaborasi, *self-* dan *peer-assessment*, kemajuan belajar, dan balikan; (ii) menggambarkan proses pembelajaran bersiklus dengan melakukan review pada akhir pembelajaran untuk perbaikan proses pembelajaran berikutnya; (iii) sintaks model pembelajaran terdiri dari enam tahapan bersiklus, yaitu identifikasi tujuan, interpretasi fenomena, penemuan konsep, organisasi

penalaran, analisis relevansi, dan review pembelajaran.

Uji Coba Model IAAF

Uji coba model IAAF dilakukan berdasarkan dua kriteria, yaitu uji keterlaksanaan model, dan kebermaknaan model dalam mengembangkan kemampuan penalaran dan berpikir analitik. Uji



Gambar 2. Model IAAF dalam perkuliahan Biologi Sel

keterlaksanaan model IAAF difokuskan pada keterlaksanaan setiap tahapan sintaks dalam perkuliahan. Adapun uji kebermaknaan model IAAF difokuskan pada perkembangan kemampuan penalaran dan berpikir analitik mahasiswa dalam Biologi Sel selama perkuliahan.

Pengukuran Kemampuan Penalaran dan Berpikir Analitik

Pengukuran kemampuan penalaran dan berpikir analitik mahasiswa dilaksanakan sebelum (*pretest*) dan setelah perkuliahan (*posttest*). Soal yang digunakan berjumlah 30 item soal, terdiri dari 20 item soal pilihan ganda (*selected response*), dan 10 item soal pilihan ganda beralasan (*constructed response*). Tiga puluh item soal tersebut mencakup enam kategori kemampuan, yaitu kemampuan penalaran korelasi, proporsional, probabilitas, dan kemampuan berpikir analitik dalam mengidentifikasi gagasan utama, berargumentasi, dan komparasi. Setiap kategori kemampuan diwakili lima soal.

Pengukuran Skor Tugas Mahasiswa

Tugas yang diberikan kepada mahasiswa mencakup tugas individu dan kelompok. Pengukuran tugas individu dilakukan berdasarkan rubrik dengan rentang skor 10-100. Tugas kelompok pembuatan peta konsep dilakukan berdasarkan rubrik dengan rentang skor 1-4 untuk setiap kategori, yaitu identifikasi konsep, hubungan antarkonsep, dan penjelasan hubungan antarkonsep. Tugas kelompok penyusunan laporan review artikel hasil penelitian dilakukan berdasarkan rubrik dengan rentang skor 1-4 untuk setiap kategori, yaitu relevansi judul, penguasaan materi, dan simpulan.

Analisis data

Analisis data perkembangan kemampuan penalaran dan berpikir analitik mahasiswa dalam Biologi Sel dilakukan secara kuantitatif. Data perkembangan kemampuan penalaran dan berpikir analitik mahasiswa diidentifikasi berdasarkan kriteria *California Critical Thinking Skills Test/CCTST* seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria skor kemampuan berpikir tingkat tinggi

Skor Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi	Kriteria
80 – 100	Sangat Baik
60 – 79,99	Baik
30 – 59,99	Sedang
0 – 29,99	Kurang

Selain identifikasi perkembangan kemampuan mahasiswa berdasarkan kriteria, dilakukan juga uji perbedaan kemampuan penalaran dan berpikir analitik mahasiswa pada kelompok implementasi model pembelajaran langsung dengan model IAAF. Analisis uji-t menggunakan *software* SPSS 20 untuk rerata hasil *pretest*, *posttest*, dan perolehan *N-gain*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

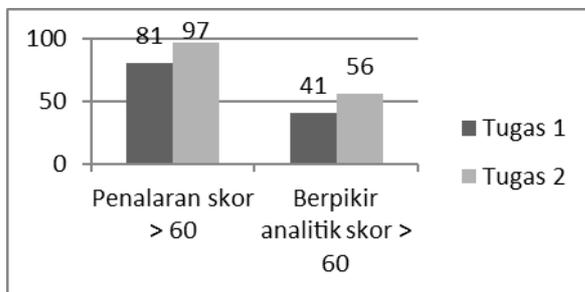
Hasil

Implementasi Model IAAF

Hasil implementasi model IAAF dalam perkuliahan Biologi Sel menunjukkan bahwa sintaks model yang terdiri dari enam tahapan dan atribut asesmen formatif yang diintegrasikan dalam perkuliahan dapat berjalan dan bermakna dalam perkembangan kemampuan penalaran dan berpikir analitik mahasiswa. Perkembangan kemampuan tersebut teridentifikasi melalui tugas individu dan tugas kelompok.

1. Hasil Tugas Individu

Tugas individu diberikan pada pokok bahasan Sel Prokaryot dan Eukariot, dan Nukleus dan Sintesis Protein. Grafik pada Gambar 3 menunjukkan perkembangan kemampuan penalaran dan berpikir analitik mahasiswa berdasarkan hasil tugas individu.



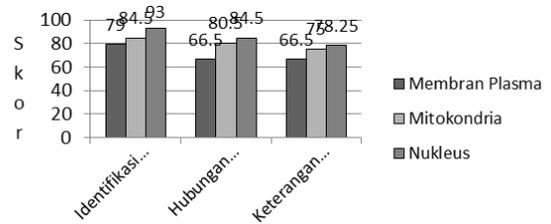
Gambar 3. Persentase jumlah mahasiswa yang memperoleh skor > 60 pada tugas individu.

Gambar 3 mengindikasikan bahwa selama implementasi model IAAF terjadi perkembangan kemampuan penalaran dan berpikir analitik

mahasiswa dalam Biologi Sel. Kemampuan penalaran sebagian besar mahasiswa mengalami perkembangan dengan kategori baik (lebih dari 60). Namun demikian, untuk kemampuan berpikir analitik masih terdapat mahasiswa dalam jumlah cukup besar yang tidak mampu mencapai skor 60 (skor minimal kategori baik).

2. Hasil Tugas Kelompok

- Hasil pembuatan peta konsep
- Tugas pembuatan peta konsep diberikan pada pokok bahasan Membran Plasma, Mitokondria, dan Nukleus. Hasil penskoran peta konsep dapat dilihat pada Gambar 4.



Keterangan:

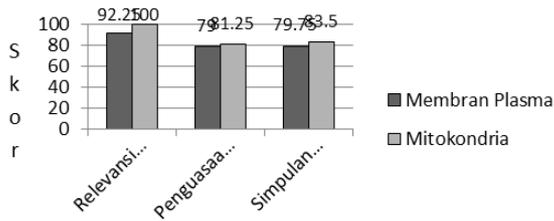
Skor pada tabel merupakan skor maksimal 100, hasil konversi skor pada rubrik

Gambar 4. Rerata skor setiap aspek peta konsep

Grafik pada Gambar 4 mendeskripsikan bahwa kemampuan mahasiswa dalam mengidentifikasi konsep, menentukan hubungan antarkonsep, dan memberi keterangan hubungan antarkonsep mengalami perkembangan. Meskipun demikian, kemampuan mahasiswa dalam memberikan keterangan antarkonsep masih perlu ditingkatkan.

- Hasil penyusunan laporan review artikel hasil penelitian

Tugas penyusunan laporan review artikel penelitian dilakukan pada pokok bahasan Membran Plasma dan Mitokondria. Gambar 5 menunjukkan hasil penskoran laporan review artikel hasil penelitian.



Keterangan:

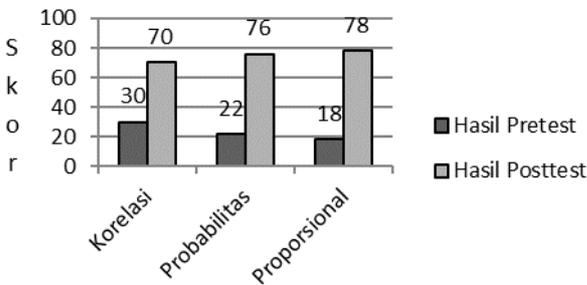
Skor pada tabel merupakan skor maksimal 100, hasil konversi skor pada rubric

Gambar 5. Rerata skor setiap aspek review artikel

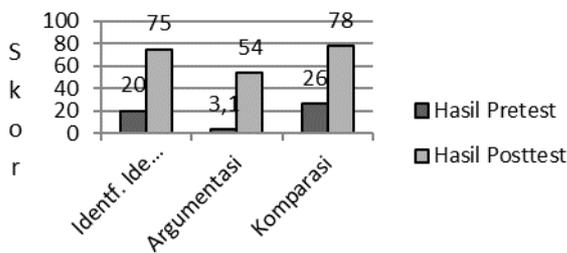
Gambar 5 memberikan informasi bahwa kemampuan mahasiswa dalam menemukan judul artikel, penguasaan materi artikel, dan merumuskan simpulan mengalami perkembangan. Bahkan, ketiga aspek yang diukur termasuk dalam kategori perkembangan yang sangat baik.

Kemampuan Penalaran dan Berpikir Analitik Mahasiswa Sebelum dan Setelah Perkuliahan

Kemampuan penalaran dan berpikir analitik mahasiswa dalam Biologi Sel diukur dengan menggunakan tes tertulis. Gambar 6 dan 7 menunjukkan hasil pengujian pada saat *pretest* dan *posttest*.



Gambar 6. Kemampuan rata-rata mahasiswa pada setiap aspek kemampuan penalaran



Gambar 7. Kemampuan rata-rata mahasiswa pada setiap aspek kemampuan berpikir analitik

Gambar 6 dan 7 mendeskripsikan perkembangan yang terjadi pada kemampuan

mahasiswa pada aspek penalaran dan berpikir analitik dalam Biologi Sel. Hasil pengukuran *posttest* pada semua kategori kemampuan mengalami kenaikan dibandingkan dengan hasil *pretest*. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa kemampuan penalaran korelasi, probabilitas, dan proporsional mengalami perkembangan dengan kategori baik. Demikian juga, kemampuan berpikir analitik dalam mengidentifikasi ide utama dan komparasi mengalami perkembangan dengan kategori baik. Namun demikian, perkembangan kemampuan argumentasi mahasiswa termasuk dalam kategori sedang.

Hasil Uji Signifikansi Model IAAF

Uji signifikansi model IAAF diukur melalui uji perbedaan rerata skor *pretest*, *posttest*, dan *N-gain* kemampuan penalaran dan berpikir analitik antara kelompok mahasiswa dengan penerapan model pembelajaran langsung dengan IAAF. Hasil uji beda kemampuan penalaran dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji rerata skor *pretest*, *posttest*, dan *N-gain* pada aspek penalaran

Sumber Variasi	Kelompok	N	Rerata Skor	F	p ^{*)}
Skor <i>pretest</i>	E1	29	23,68	2,82	0,918
	E2	32	23,33		
Skor <i>posttest</i>	E1	29	40,00	1,420	0,000
	E2	32	74,58		
<i>N-gain</i>	E1	29	0,197	3,917	0,000
	E2	32	0,662		

Keterangan:

*) Taraf signifikansi (α) = 0,05

E1: Kelompok model pembelajaran langsung

E2: Kelompok model IAAF

N : Jumlah mahasiswa

Berdasarkan hasil perhitungan uji-t pada Tabel 2 diperoleh angka signifikansi (p) 0,918 pada skor *pretest*. Hasil perhitungan tersebut menunjukkan bahwa hasil *pretest* pada kedua kelompok tidak berbeda. Adapun p pada skor *posttest* dan *N-gain* sama dengan nol. Hal tersebut menunjukkan bahwa hasil belajar Biologi Sel melalui model IAAF pada aspek kemampuan penalaran berbeda signifikan dibandingkan hasil belajar yang diperoleh melalui pembelajaran langsung. Perolehan hasil belajar (*N-gain*) pada kedua kelompok juga menunjukkan hasil yang berbeda secara signifikan. Adapun hasil uji beda

kemampuan berpikir analitik antara kelompok mahasiswa dengan penerapan model pembelajaran langsung dengan IAAF dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan hasil perhitungan uji-t pada Tabel 3 diperoleh angka signifikansi (p) 0,970 pada skor *pretest*. Hal tersebut menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok. Adapun angka p pada skor *posttest* dan *N-gain* sama dengan nol. Hal tersebut menunjukkan bahwa hasil belajar Biologi Sel dengan model IAAF pada aspek kemampuan berpikir analitik berbeda signifikan dibandingkan hasil belajar yang diperoleh melalui pembelajaran langsung.

Tabel 3. Hasil uji rerata skor *pretest*, *posttest*, dan *N-gain* pada aspek berpikir analitik

Sumber Variasi	Kelompok	N	Rerata Skor	F	$p^{*)}$
Skor <i>pretest</i> Berpikir Analitik	E1	29	16,55	1,23	0,970
	E2	32	16,46		
Skor <i>posttest</i> Berpikir Analitik	E1	29	28,28	2,817	0,000
	E2	32	68,75		
<i>N-gain</i> Berpikir Analitik	E1	29	0,137	0,354	0,000
	E2	32	0,631		

Keterangan:

*) Taraf signifikansi (α) = 0,05

E1: Kelompok model pembelajaran langsung

E2: Kelompok model IAAF

N: Jumlah mahasiswa

Rekonstruksi Konsep

Meskipun secara umum dapat dinyatakan bahwa model pembelajaran IAAF memberikan pengaruh positif terhadap perkembangan kemampuan penalaran dan berpikir analitik dalam Biologi Sel, tetapi masih ditemui mahasiswa yang mengalami miskonsepsi. Pada kemampuan penalaran, rekonstruksi penguatan positif yang terjadi pada mahasiswa mencapai 22,5%. Rekonstruksi perubahan kemampuan ke arah positif pada mahasiswa mencapai 55,63%. Namun demikian, masih ditemukan mahasiswa yang mengalami miskonsepsi terhadap 0,83% item soal. Bahkan, ditemukan cukup banyak mahasiswa yang mengalami miskonsepsi kuat terhadap 21,04% item soal.

Tabel 4. Rekonstruksi konsep mahasiswa pada implementasi model IAAF

Jenis Rekonstruksi	Persentase
--------------------	------------

	Aspek Penalaran	Aspek Berpikir Analitik
Penguatan positif	22,50	15,83
Pengubahan positif	55,63	53,13
Miskonsepsi	0,83	0,62
Miskonsepsi Kuat	21,04	30,42

Data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa rekonstruksi penguatan positif dan perubahan positif terjadi pada 78,13% pada aspek penalaran dan 68,96% pada aspek berpikir analitik dari seluruh soal yang diujikan. Berdasarkan data tersebut dapat dinyatakan bahwa rata-rata mahasiswa mampu menyelesaikan 78,13% soal kemampuan penalaran dan 68,96% soal kemampuan berpikir analitik melalui rekonstruksi penalaran yang baik. Hasil analisis data juga menunjukkan masih ditemukan mahasiswa yang mengalami miskonsepsi terhadap 21,87% item soal aspek penalaran dan 31,04% item soal aspek berpikir analitik dari seluruh soal yang diujikan. Persentase miskonsepsi pada item soal berpikir analitik lebih tinggi dibandingkan penalaran.

Pembahasan

Karakteristik model pembelajaran IAAF memberikan peluang kepada dosen dan mahasiswa untuk berkolaborasi dalam pencapaian tujuan pembelajaran. Model IAAF juga memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk berlatih mengembangkan *higher order thinking skills* (kemampuan berpikir tingkat tinggi). Implementasi model IAAF memberikan efek positif pada perkembangan kemampuan penalaran mahasiswa dalam Biologi Sel, pada kategori penalaran korelasi, probabilitas, dan proporsional. Model IAAF juga berpengaruh positif terhadap perkembangan kemampuan berpikir analitik mahasiswa, terutama kategori kemampuan mengidentifikasi ide utama, berargumentasi, dan komparasi (membandingkan).

Pengembangan model pembelajaran IAAF juga memperhatikan hasil-hasil penelitian terkait dengan perkuliahan Biologi Sel di perguruan tinggi. Hasil kajian yang dilakukan oleh Quitadamo & Kurtz (2007), Gotwals & Songer (2009), dan Fencl (2010) merekomendasikan bahwa untuk memahami fenomena kehidupan seluler melalui perkuliahan Biologi Sel tidak

hanya diperlukan kemampuan memori, melainkan dibutuhkan juga kemampuan berpikir tingkat tinggi. Kemampuan penalaran dan berpikir analitik merupakan kemampuan kognitif tingkat tinggi yang dapat dilatihkan melalui program pembelajaran yang relevan.

Asesmen yang diterapkan dalam model IAAF juga sangat berperan dalam perkembangan kemampuan penalaran dan berpikir analitik mahasiswa. Salah satu asesmen yang dapat mengaktifkan siswa adalah dengan memberikan tugas. Tugas dapat lebih meyakinkan tentang apa yang dipelajari dari dosen, lebih memperdalam, memperkaya atau memperluas wawasan tentang apa yang dipelajari. Mahasiswa berkesempatan memupuk perkembangan dan keberanian mengambil inisiatif, bertanggung jawab dan berdiri sendiri (Sabriani, 2013). Pemberian tugas, baik secara individual maupun kelompok, yang proporsional dan berorientasi pada tujuan belajar membuka peluang mahasiswa untuk bereksplorasi menggunakan penalaran dan berpikir analitiknya dalam menyelesaikan tugas. Pemberian tugas secara individual memberikan kesempatan mahasiswa untuk mengembangkan kemampuannya berdasarkan pendapat sendiri, sedangkan tugas kelompok dapat memotivasi mahasiswa mengembangkan kemampuannya berdasarkan pendapatnya dan interaksi dengan teman dalam kelompoknya. Pelaksanaan asesmen yang baik disertai dengan pemberian tugas secara terikat dan terkait dengan pencapaian tujuan belajar.

Dengan memfasilitasi kemampuan berpikir tingkat tinggi, kemampuan mahasiswa dalam membuat peta konsep mengalami perkembangan. Pada pokok bahasan Membran Plasma, kemampuan mahasiswa dalam membuat peta konsep masih belum memenuhi harapan. Pada umumnya, peta konsep yang dibuat menyerupai resume yang disajikan dalam bagan. Hubungan antarkonsep hanya dilakukan secara linier pada satu garis. Hubungan antarkonsep yang dibuat mahasiswa belum mampu memberikan gambaran keterkaitan antara konsep satu dengan konsep lainnya.

Pemberian bimbingan dan penguatan kepada mahasiswa dalam pembuatan peta konsep memberikan pengaruh positif terhadap perkembangan kemampuan mahasiswa. Hal tersebut terlihat pada pembuatan peta konsep untuk pokok bahasan Mitokondria, dan Nukleus. Pada umumnya, mahasiswa mampu mengidentifikasi

konsep-konsep esensial, selanjutnya mahasiswa dapat menghubungkan antarkonsep, serta memberi makna hubungan tersebut. Dengan melakukan identifikasi konsep-konsep yang penting, kemudian memberikan makna hubungan antarkonsep yang teridentifikasi, mahasiswa telah menggunakan kemampuan penalarannya. Keterampilan berpikir harus dilatihkan kepada mahasiswa secara bertahap dan simultan agar mereka memiliki *habits of mind* dan mampu mengambil suatu keputusan berdasarkan penalarannya.

Peta konsep merupakan salah satu strategi yang dapat digunakan oleh guru/dosen untuk membimbing mahasiswa menyusun konsep-konsep yang telah dipelajari agar terlihat keterkaitannya satu sama lainnya (Yuniati, 2012). Penyusunan suatu peta konsep memerlukan kemampuan berpikir tingkat tinggi, karena dengan kemampuan menginterpretasi peta konsep dapat diartikan bahwa mahasiswa telah melakukan proses pembelajaran yang bermakna, dan bukan hanya pembelajaran menghafal.

Sebuah peta konsep yang baik akan memberikan manfaat dalam pembelajaran sehingga tercapai pembelajaran yang bermakna. Menurut (Dahar, 2006) terdapat empat kegunaan peta konsep yang digunakan dalam pembelajaran yaitu: 1) menyelidiki hal yang telah diketahui mahasiswa. Dalam hal ini guru mengetahui konsep yang telah dimiliki mahasiswa setelah dilakukan pembelajaran, 2) mempelajari cara belajar, 3) mengungkapkan konsep yang salah. Hal ini dapat dilihat dari kaitan antara konsep yang mengakibatkan proposisi yang salah, dan 4) sebagai alat evaluasi.

Pada aspek lain, dapat dinyatakan bahwa kemampuan rata-rata mahasiswa dalam memilih dan melakukan review artikel hasil penelitian juga mengalami perkembangan positif. Pemberian kesempatan dan bimbingan kepada mahasiswa secara bertahap dapat memberikan pengaruh positif terhadap proses belajar mahasiswa. Pada pokok bahasan Membran Plasma, masih ditemukan kelompok mahasiswa yang mereview artikel, tetapi bukan hasil penelitian. Perkembangan kemampuan mahasiswa dalam mereview artikel hasil penelitian terlihat pada pokok bahasan Mitokondria. Pada pokok bahasan tersebut,

seluruh kelompok mahasiswa mampu menentukan artikel hasil penelitian relevan yang dimuat pada jurnal nasional maupun internasional.

Memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk melakukan review terhadap jurnal internasional merupakan salah satu upaya untuk melatih kemampuan *writing* dan *communicating*. Bentuk-bentuk penugasan untuk mendukung pelaksanaan asesmen, seperti *writing*, *reviewing*, dan *communicating* efektif dalam meningkatkan kemajuan belajar mahasiswa (Quitadamo & Kurtz, 2007; Noblitt et al., 2010).

Kemampuan berpikir analitik dapat juga dikembangkan melalui review artikel dalam buku atau hasil penelitian yang relevan dengan pokok kajian yang sedang dipelajari. Memahami sebuah artikel, kemudian memberikan review terhadap artikel tersebut dengan menggunakan pengetahuan yang dimiliki, serta mempresentasikan hasil review membutuhkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan dapat mengembangkan *critical thinking* (Quitadamo & Kurtz, 2007; Reynolds & Moskovitz, 2008; Noblitt et al., 2010).

Hasil perhitungan uji-t yang ditunjukkan pada Tabel 2 dan 3, mengindikasikan bahwa implementasi model IAAF memberikan pengaruh secara signifikan terhadap perkembangan kemampuan penalaran dan berpikir analitik mahasiswa. Pemberian kesempatan mahasiswa untuk berpikir dan menganalisis dalam proses pembelajaran Biologi Sel memberikan pengaruh positif terhadap pemahaman materi. Meskipun demikian, berdasarkan analisis deskriptif dalam studi ini ditemukan bahwa kemampuan argumentasi (salah satu jenis kemampuan berpikir analitik) mahasiswa masih memperoleh skor yang rendah. Tentu, hal tersebut menjadi catatan bagi pengajar jika menerapkan model IAAF.

Jimenez-Aleixandre (2008) menyatakan bahwa kemampuan berargumentasi dalam sains merupakan kemampuan yang tidak mudah dimiliki. Dalam kemampuan berargumentasi bidang sains terdapat tiga hal penting, yaitu pemahaman terhadap konsep sains, keterkaitan konsep sains dengan masalah sosial, dan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Oleh sebab itu, pengembangan kemampuan berargumentasi diperlukan kegiatan investigasi dan eksplorasi yang dilatihkan secara berulang terkait konsep-konsep yang sedang dipelajari.

Kemampuan berargumentasi merupakan aspek penting dalam mempelajari sains, karena dengan

berargumentasi yang logis dan ilmiah seseorang mampu memahami fenomena alam dengan baik. Tujuan mendasar dari pendidikan sains menurut (Akinoglu, 2008) adalah memungkinkan peserta didik untuk mengembangkan keterampilan yang dibutuhkan untuk memahami dan menjelaskan baik diri mereka sendiri dan lingkungannya. Konsep sains yang dipelajari siswa akan lebih kokoh jika mereka melakukan proses (konstruksi) pengetahuan tersebut. Dauer et al., (2014) menyatakan bahwa kemampuan mengemukakan argumentasi untuk menjelaskan fenomena merupakan salah satu komponen penting dalam proses literasi sains. Untuk dapat berargumentasi dengan baik dibutuhkan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Salah satu strategi yang dapat diterapkan untuk melatih kemampuan argumentasi adalah penerapan *scaffolding assessment* dengan pemberian tugas secara bertahap yang disesuaikan dengan tingkat kesulitan dan relevansi.

SIMPULAN

Higher order thinking skills, khususnya kemampuan penalaran dan berpikir analitik dapat dikembangkan melalui perkuliahan Biologi Sel dengan penerapan model pembelajaran Integrasi Atribut Asesmen Formatif (IAAF). Salah satu karakteristik model IAAF, yaitu mengintegrasikan atribut asesmen formatif dalam proses perkuliahan, memberikan kesempatan mahasiswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi melalui penyelesaian tugas individu dan kelompok yang relevan.

Dalam implementasinya, pengajar harus mampu berkolaborasi dengan mahasiswa dalam mencapai tujuan pembelajaran. Pengajar juga perlu memberi kesempatan kepada mahasiswa untuk melakukan *self-assessment* pada akhir pembelajaran untuk mendeteksi kemajuan belajar mahasiswa dan memperbaiki proses perkuliahan.

Meskipun demikian, beberapa catatan perlu diperhatikan. Pertama, penerapan model IAAF belum menjamin kemampuan argumentasi mahasiswa dalam Biologi Sel, sebagai salah satu aspek dalam kemampuan berpikir analitik, berkembang dengan baik. Kedua, masih ditemui miskonsepsi pada

beberapa permasalahan yang terjadi pada mahasiswa terkait kemampuan penalaran dan berpikir analitik dalam Biologi Sel.

DAFTAR PUSTAKA

- Akinoglu, O. (2008). Assessment of the Inquiry-Based Project Implementation Process in Science Education Upon Students' Points of Views. *International Journal of Instruction January*, 1(1), 1 - 12.
- Chabalengula, V. M., Mumba, F., & Mbewe, S. (2012). How Pre-Service Teachers' Understand and Perform Science Process Skills. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 8(3), 167-176.
- Dahar, R. W. (2006). *Teori-Teori Hasil Belajar & Pembelajaran*. Jakarta: Erlangga.
- Dauer, J. M., Doherty, J. H., Freed, A. L., & Anderson, C. W. (2014). Connections between student explanations and arguments from evidence about plant growth. *CBE-Life Sciences Education*, 13(3), 397-409.
- Fencl, H. S. (2010). Development of students' critical-reasoning skills through content-focused activities in a general education course. *Journal of College Science Teaching*, 39(5), 56.
- Fry, H., Ketteridge, S. & Marshall, S. (2009). Understanding student learning. Dalam Fry, H., Ketteridge, S. & Marshall, S. (2009). *A Handbook for Teaching and Learning in Higher Education: Enhancing Academic Practice*. New York: Routledge.
- Furtak, E. M., & Ruiz-Primo, M. A. (2008). Making students' thinking explicit in writing and discussion: An analysis of formative assessment prompts. *Science Education*, 92(5), 799-824.
- Gotwals, A.W. & Songer, N.B. (2009). Reasoning up and down a food chain: using an assessment framework to investigate students' middle knowledge. *Science Education*, 94, 259-28.
- Gotwals, A. W., & Songer, N. B. (2010). Reasoning up and down a food chain: Using an assessment framework to investigate students' middle knowledge. *Science Education*, 94(2), 259-281.
- Jimenez-Aleixandre, M. P. (2008). Argumentation in science education: an overview In S. Erduran & MP Jiménez Aleixandre (Eds.) *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 3-27).
- Kitchen, E., Bell, J. D., Reeve, S., Sudweeks, R. R., & Bradshaw, W. S. (2003). Teaching cell biology in the large-enrollment classroom: methods to promote analytical thinking and assessment of their effectiveness. *Cell Biology Education*, 2(3), 180-194.
- Krajcik, J., Codere, S., Dahsah, C., Bayer, R., & Mun, K. (2014). Planning Instruction to Meet the Intent of the Next Generation Science Standards. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 157-175.
- Lynd-Balta, E. (2006). Using literature and innovative assessments to ignite interest and cultivate critical thinking skills in an undergraduate neuroscience course. *CBE-life sciences education*, 5(2), 167-174.
- McManus, S. M. (2008). *A study of formative assessment and high stakes testing: Issues of student efficacy and teacher views in the mathematics classroom*. North Carolina State University.
- Noblitt, L., Vance, D. E., & Smith, M. L. D. (2010). A comparison of case study and traditional teaching methods for improvement of oral communication and critical-thinking skills. *Journal of College Science Teaching*, 39(5), 26.
- Quitadamo, I. J., & Kurtz, M. J. (2007). Learning to improve: using writing to increase critical thinking performance in general education biology. *CBE-Life Sciences Education*, 6(2), 140-154.
- Reynolds, J., & Moskovitz, C. (2008). Calibrated Peer Review Assignments in Science Courses: Are They Designed to Promote Critical Thinking and Writing Skills?. *Journal of College Science Teaching*, 38(2), 60.
- Sabriani, S. (2013). Penerapan Pemberian Tugas Terstruktur disertai Umpan Balik pada Pembelajaran Langsung untuk Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Siswa (Studi Pada Materi Pokok Struktur Atom Kelas X6 SMA Negeri 3 Watampone). *CHEMICA*, 13(2), 39-46.
- Smith, M. K., Wood, W. B., & Knight, J. K. (2008). The genetics concept assessment: a new concept inventory for gauging student understanding of genetics. *CBE-life sciences Education*, 7(4), 422-430.
- Wilson, C. D., Anderson, C. W., Heidemann, M., Merrill, J. E., Merritt, B. W., Richmond, G., ... & Parker, J. M. (2006). Assessing students' ability to trace matter in dynamic systems in cell biology. *CBE-Life Sciences Education*, 5(4), 323-331.
- Yuniati, S. (2012). Peta Konsep (Mind Mapping) dalam Pembelajaran Struktur Aljabar. *Gamatika*, 3(2).