

KONSEPSI AWAL MAHASISWA FISIKA TERHADAP MATERI BINTANG DAN EVOLUSI BINTANG DALAM PERKULIAHAN ASTROFISIKA

L. Aviyanti^{a,*} dan J.A. Utama^b

^aJurusan Pendidikan Fisika, Universitas Pendidikan Indonesia (UPI)
Jl. Dr. Setiabudhi 229 Bandung 40154 Jawa Barat, Indonesia

^bJurusan Pendidikan Fisika, Universitas Pendidikan Indonesia (UPI)
Jl. Dr. Setiabudhi 229 Bandung 40154 Jawa Barat, Indonesia

*Corresponding author. Tel/Fax : 022-2004548; Email: lina@upi.edu

ABSTRAK

Makalah ini menyajikan hasil analisis konsepsi awal praperkuliahan mahasiswa program studi fisika yang sedang mengikuti perkuliahan astrofisika. Penelitian ini menggunakan metode survei mengenai identifikasi konsepsi pada topik bintang dan evolusi bintang. Topik ini dibahas dalam perkuliahan astrofisika yang merupakan perkuliahan pilihan wajib dalam kelompok bidang kajian (KBK) Fisika Bumi dan Antariksa. Melalui perkuliahan ini mahasiswa diharapkan memiliki pengetahuan dan wawasan yang lebih luas mengenai astrofisika serta mampu menerapkan ilmu fisika dan matematika dalam memahami keadaan alam semesta keseluruhan melalui penelaahan gejala alam secara fisis.

Penelitian dilakukan dengan lima belas sampel mahasiswa peserta perkuliahan ini. Sebagai alat pengumpul data telah digunakan instrumen penelitian berupa soal-soal essay berjumlah 10 butir soal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gagasan awal tentang bintang dan evolusinya yang dimiliki oleh mahasiswa sebelum perkuliahan diberikan cenderung beragam. Pemahaman yang benar tentang suatu hal masih sering dicampur-adukkan dengan pemahaman yang salah maupun dugaan semata. Terlihat pula bahwa lebih banyak mahasiswa dengan pemahaman yang parsial dibandingkan dengan yang mengenal konsep yang benar. Penerapan strategi pembelajaran yang dapat merangsang mahasiswa dengan bekal awal yang minim sejak di jenjang sekolah lanjutan terkait materi keantariksaan untuk bersikap aktif guna mencapai tujuan perkuliahan, didapati mampu memperbaiki pemahaman mereka tentang materi bintang dan evolusinya.

Kata kunci: astrofisika; bintang; evolusi bintang; konsepsi awal

PENDAHULUAN

Alam semesta memiliki dimensi yang sangat luas. Sebagai tolok ukur batas kemampuan akal dan teknologi, alam semesta menjadi cermin kehidupan manusia sejak dulu, kini, dan masa mendatang. Kehidupan sosial manusia tercermin melalui pergerakan benda-benda langit, seperti adanya kecenderungan berkelompok, berpasangan, termasuk kelahiran dan kematian.

Pemahaman tentang alam semesta sudah masuk ke dalam kehidupan budaya manusia sejak zaman dulu. Benda-benda langit seperti matahari, bulan, dan bintang, selalu dijadikan simbol-simbol kepercayaan mereka. Dari fenomena bintang, manusia dapat mengukur massa, suhu, dan susunan kimianya. Keberadaan bintang pun dapat diketahui umurnya, apakah baru lahir, masih muda, sudah tua, atau sudah mati. Pengamatan pada bermacam-macam bintang memungkinkan astronom memperoleh gambaran yang utuh tentang evolusi bintang.

Survei terhadap silabus perguruan tinggi di Amerika Serikat [3] menunjukkan bahwa topik evolusi bintang berada di peringkat sepuluh topik yang paling sering dibahas dalam sebuah kuliah pengantar sarjana jurusan astronomi dalam perkuliahan ASTRO 101. Begitu pula, dalam standar isi Earth Science dalam NSES (*National Science Education Standards*) topik pembentukan dan evolusi bintang merupakan salah satu materi yang utama untuk direkomendasikan kepada siswa SMA dalam memahami jagad raya [1].

Evolusi bintang merupakan salah satu materi yang dibahas dalam perkuliahan Astrofisika (FI567) yang merupakan perkuliahan pilihan wajib dalam kelompok bidang kajian (KBK) Fisika Bumi dan Antariksa. Melalui perkuliahan ini mahasiswa diharapkan memiliki pengetahuan dan wawasan yang lebih luas mengenai astrofisika serta mampu menerapkan ilmu fisika dan matematika dalam memahami keadaan alam semesta keseluruhan melalui penelaahan gejala alam secara fisis.

Studi penelitian mengenai konsepsi awal tentang evolusi bintang pada praperkuliahan untuk mahasiswa program studi fisika yang sedang mengikuti perkuliahan astrofisika, diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai pemahaman dasar yang telah dimiliki mengenai ide pembentukan bintang dan evolusi bintang. Hasil survei tersebut dapat menjadi masukan dalam pengembangan bahan ajar mata kuliah astrofisika khususnya untuk topik evolusi bintang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode survei mengenai identifikasi konsepsi pada topik bintang dan evolusi bintang. Penelitian dilakukan kepada lima belas sampel mahasiswa peserta perkuliahan astrofisika (FI567) yang merupakan perkuliahan pilihan wajib dalam kelompok bidang kajian (KBK) Fisika Bumi dan Antariksa pada semester 6 (enam) dengan bobot 2 SKS.

Alat pengumpul data yang telah digunakan dalam instrumen penelitian berupa soal-soal essay berjumlah 10 butir berkaitan dengan pembentukan dan akhir riwayat sebuah bintang. Instrumen terbagi atas 3 kelompok pertanyaan yang berkaitan dengan:

- A. Konsep Dasar Bintang (3 butir soal)
- B. Pembentukan Bintang (3 butir soal)
- C. Akhir Riwayat Bintang (4 butir soal)

Setiap respon atau jawaban yang muncul kemudian diklasifikasikan sebagai salah satu dari empat kategori, yaitu:

- Benar (B), jika jawaban nyaris sempurna dan tidak ada pernyataan yang salah
- Salah (S), jika jawaban tidak berhubungan dengan pertanyaan yang diajukan
- Parsial (P), jika jawaban mengandung hal yang benar dan ada pula pernyataan yang salah
- Tidak menjawab (T)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pretest

Pertanyaan bagian A (konsep dasar bintang)

Pertanyaan untuk topik Konsep Dasar Bintang meminta mahasiswa untuk mengungkapkan ide mereka tentang bintang.

Berdasarkan respon mahasiswa terhadap instrumen yang diajukan pada pertanyaan nomor 1, diperoleh bahwa 60,0% mahasiswa mengungkapkan bahwa bintang hanya sebatas benda langit yang memancarkan cahaya sendiri dan hanya 1 orang mahasiswa saja (6,7%) yang mampu menjawab dengan benar bahwa bintang merupakan bola raksasa yang mampu menghasilkan energi radiasi melalui reaksi di pusat

bintang. Berdasarkan jumlah sampel yang ada, 93,3% responnya termasuk kategori parsial, di mana ide tentang bintang yang dikemukakan mahasiswa masih kurang lengkap.

Dari respon mahasiswa terhadap instrumen yang diajukan pada pertanyaan nomor 2, diperoleh 40,0% mahasiswa mengungkapkan bahwa bintang berasal dari kumpulan awan gas dan debu dan 40,0% lainnya mengemukakan bahwa bintang berasal dari kumpulan gas/debu. Adapula respon mahasiswa yang masih beranggapan bahwa bintang berasal dari sisa ledakan saat terbentuknya tata surya (6,7%). Berdasarkan jumlah sampel yang ada, 53,3% responnya termasuk kategori benar dan 40,0% termasuk kategori parsial, di mana ide yang dikemukakan mahasiswa mengenai asal-usul bintang masih kurang lengkap.

Berdasarkan respon mahasiswa terhadap instrumen yang diajukan pada pertanyaan nomor 3 tentang penjelasan kualitatif bagaimana astronom mengetahui usia bintang, diperoleh bahwa 60,0% mahasiswa mengungkapkan bahwa usia bintang bergantung pada ukuran massa/spektrum/radius/terang bintang/temperatur/energi yang dipancarkan/diameter. Respon atau ide yang dikemukakan ternyata jauh dari harapan, sehingga 93,3% respon mahasiswa termasuk kategori salah. Hal tersebut bisa jadi mahasiswa kurang memahami maksud dari soal yang diajukan, hal mana tampak dari beberapa responnya yang jauh dari yang diharapkan soal. Sangat mungkin mahasiswa belum memahami dan belum memiliki gambaran bagaimana manusia dengan keterbatasannya umurnya dapat menentukan usia dari sebuah bintang yang kala hidupnya mencapai ratusan juta hingga milyaran tahun.

Pertanyaan bagian B (pembentukan bintang)

Dari pertanyaan nomor 4, diperoleh bahwa 40,0% mahasiswa merespon seperti yang mereka tunjukkan pada pertanyaan nomor 2 mengenai darimanakah bintang berasal. Tidak ada satu pun mahasiswa yang mengemukakan ide mengenai proses pembentukan bintang dengan benar yang meliputi peristiwa kondensasi dan fragmentasi yang diakhiri dengan kemunculan protobintang. Bahkan 20% mahasiswa beranggapan bahwa bintang terbentuk akibat ledakan dari sebuah bintang lainnya atau ledakan alam semesta yang terjadi di luar angkasa. Sehingga 66,7% respon mahasiswa termasuk kategori salah.

Berdasarkan respon mahasiswa terhadap instrumen yang diajukan pada pertanyaan nomor 5, diperoleh bahwa 53,3% mahasiswa mengungkapkan bahwa lahirnya sebuah bintang disertai kemunculan massa/radius/diameter/energi yang dipancarkan/terang bintang/spektroskopi/perubahan temperatur/tekanan/energi. Res-

pon ini menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa belum memahami bagaimana sistem keplanetan terbentuk. Dari jumlah sampel yang ada, hanya 1 mahasiswa (6,7%) yang mampu menjawab benar bahwa terbentuknya atau lahirnya bintang dapat disertai kemunculan planet-planet atau satelit-satelit alam. Sehingga berdasarkan jumlah sampel yang ada, 73,3% responnya termasuk kategori salah.

Untuk pertanyaan nomor 6, diperoleh bahwa 53,3% mahasiswa mengungkapkan bahwa bintang terlahir sendiri-sendiri. Hal tersebut dapat dipahami bila mereka merujuk pada pusat Tata Surya, yaitu Matahari, yang tampak sebagai bintang tunggal, sehingga sejumlah 53,3% respon mahasiswa termasuk ke dalam kategori salah. Selanjutnya sejumlah 26,7% respon yang muncul sudah memberikan ide yang benar bahwa bintang-bintang terbentuk secara berkelompok karena berasal dari awan gas dan debu raksasa yang sama.

Pertanyaan bagian C (akhir riwayat bintang)

Berdasarkan respon mahasiswa terhadap instrumen yang diajukan pada pertanyaan nomor 7, diperoleh bahwa 46,7% mahasiswa mengungkapkan bahwa bintang akan mengakhiri hidupnya dalam kondisi yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa belum memahami bahwa akhir riwayat sebuah bintang sangat ditentukan oleh massa awal yang dimiliki saat bintang tersebut terbentuk.

Dari respon mahasiswa terhadap instrumen yang diajukan pada pertanyaan nomor 8, diperoleh 46,7% mahasiswa mengungkapkan bahwa bintang akan mengakhiri hidupnya menjadi *black hole* (lubang hitam)/katai putih/raksasa. Jumlah di atas termasuk ke dalam kategori parsial. Untuk pertanyaan ini tidak ada satu mahasiswa pun yang menjawab dengan benar.

Untuk respon mahasiswa terhadap instrumen yang diajukan pada pertanyaan nomor 9 mengenai *black hole* (lubang hitam), respon mahasiswa terlihat beragam. Diperoleh bahwa hanya 13,3% saja mahasiswa yang mampu menjawab mendekati benar. Pengungkapan tentang *black hole* belum dikaitkan dengan besar massa dari sebuah bintang yang riwayat akhirnya menjadi sebuah *black hole*, yaitu memiliki massa lebih besar dari 10 kali massa Matahari.

Berdasarkan respon mahasiswa terhadap instrumen yang diajukan pada pertanyaan nomor 10, diperoleh 66,7% mahasiswa mengungkapkan bahwa *black hole* bukan merupakan bintang dan 20,0% responden menyatakan bahwa *black hole* adalah bintang. Dapat dikatakan bahwa sebagian besar mahasiswa memahami bahwa *black hole* merupakan akhir dari riwayat sebuah bintang.

Respon terhadap 10 pertanyaan yang telah diajukan kepada 15 orang mahasiswa tersebut memberi gambaran bahwa mahasiswa masih belum banyak memahami proses terlahirnya sebuah bintang hingga bagaimana bintang mengakhiri hidupnya. Hal tersebut sangat abstrak bagi mereka, sehingga perlu diberikan pembelajaran yang mampu memvisualisasikan tahapan-tahapan dari evolusi sebuah bintang untuk membantu mahasiswa memahami topik ini. Dalam upaya mempercepat pemahaman mahasiswa pula, selain pembelajaran dengan pendekatan visual juga diperlukan pembelajaran yang mampu merangsang mahasiswa untuk bersikap aktif dalam menggali informasi lebih lanjut terkait dengan topik ini.

Hasil posttest

Dalam proses pembelajaran yang dialaminya, mahasiswa diberi kebebasan untuk mengeksplorasi lebih dalam mengenai topik-topik yang telah dipilih untuk selanjutnya mempresentasikan hasil eksplorasi tersebut. Pada akhir materi evolusi bintang, dosen membuat penguatan-penguatan terhadap materi tersebut. Berdasarkan hasil *posttest* yang telah diolah dan dianalisis menggunakan 10 butir soal essay yang diberikan pada 15 mahasiswa, secara umum diperoleh adanya peningkatan seperti yang tertera pada **gambar 1**.

Pertanyaan bagian A (konsep dasar bintang)

Berdasarkan respon mahasiswa terhadap instrumen yang diajukan pada pertanyaan nomor 1, diperoleh bahwa 46,7% mahasiswa mengungkapkan bahwa bintang adalah bola gas yang menghasilkan radiasi dari proses termonuklir yang berlangsung di pusatnya. Sejumlah 40% mengungkapkan bahwa bintang hanya sebatas benda langit yang memancarkan cahaya sendiri. Berdasarkan jumlah sampel yang ada, sekitar 46,7% responnya termasuk kategori parsial, di mana ide tentang bintang yang dikemukakan mahasiswa masih kurang lengkap. Hasil *posttest* tersebut menunjukkan sampel yang menjawab benar meningkat 40% setelah mengalami proses pembelajaran.

Untuk respon mahasiswa terhadap instrumen yang diajukan pada pertanyaan nomor 2, diperoleh 100% mahasiswa menjawab pertanyaan dengan benar. Hasil *posttest* tersebut menunjukkan peningkatan hasil belajar setelah mahasiswa mengalami proses pembelajaran.

Dari respon terhadap pertanyaan nomor 3 tentang bagaimana menentukan usia dari sebuah bintang, diperoleh bahwa 53,3% mahasiswa mampu mengungkapkan bahwa usia bintang dapat

ditinjau melalui observasi terhadap bintang-bintang yang berbeda di alam semesta.

Pertanyaan bagian B (pembentukan bintang)

Berdasarkan respon mahasiswa terhadap instrumen yang diajukan pada pertanyaan nomor 4, diperoleh bahwa 40,0% mahasiswa mengungkapkan proses pembentukan bintang secara lengkap, sementara 40% lainnya masuk kategori parsial. Hasil *posttest* menunjukkan peningkatan mahasiswa yang menjawab benar sebesar 40% setelah mengalami proses pembelajaran.

Untuk respon mahasiswa terhadap instrumen yang diajukan pada pertanyaan nomor 5, di luar dugaan 100% mahasiswa menjawab salah. Hal tersebut bisa dimungkinkan karena mahasiswa kurang memahami maksud dari soal yang diajukan, hal mana tampak dari beberapa responnya yang jauh dari yang diharapkan soal. Persepsi mereka sangat dipengaruhi oleh pemahaman mengenai proses pembentukan bintang.

Berdasarkan respon mahasiswa terhadap instrumen yang diajukan pada pertanyaan nomor 6, diperoleh bahwa 86,7% mahasiswa menjawab benar. Hasil *posttest* menunjukkan peningkatan mahasiswa yang menjawab benar sebesar 60% setelah mengalami proses pembelajaran.

Pertanyaan bagian C (akhir riwayat bintang)

Dari respon mahasiswa terhadap instrumen yang diajukan pada pertanyaan nomor 7, diperoleh bahwa 80% mahasiswa menjawab benar. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa sudah memahami bahwa akhir riwayat sebuah bintang sangat ditentukan oleh massa awal yang dimiliki saat bintang tersebut terbentuk.

Berdasarkan respon jawaban mahasiswa terhadap instrumen yang diajukan pada pertanyaan nomor 8, diperoleh 80% mahasiswa mengungkapkan bahwa akhir riwayat bintang bergantung massa awal yang dimilikinya. Peningkatan mahasiswa dalam memahami masalah ini sangat signifikan, yakni sebesar 80%.

Respon mahasiswa terhadap instrumen yang diajukan pada pertanyaan nomor 9 mengenai *black hole* (lubang hitam) diperoleh bahwa hanya 86,7% mahasiswa yang mampu menjawab dengan benar. Hasil *posttest* menunjukkan peningkatan 72,6% mahasiswa yang menjawab benar setelah melalui proses pembelajaran.

Berdasarkan respon mahasiswa terhadap instrumen yang diajukan pada pertanyaan nomor 10, diperoleh 40% saja mahasiswa yang mengungkapkan bahwa *black hole* bukan merupakan bintang dan 33,3% responden lainnya menyatakan bahwa *black hole* adalah bintang. Hasil *posttest* menunjukkan penurunan sebesar 26,7% untuk jumlah yang menjawab benar. Hal ini

menunjukkan masih ditemukannya miskonsepsi tentang *black hole*.

Untuk melihat peningkatan hasil belajar setelah melalui proses pembelajaran, maka digunakan hasil nilai *pretest* dan *posttest* yang kemudian diolah menggunakan persamaan dan kriteria yang dikemukakan oleh Hake (1998) [2]. Untuk perhitungan *gain* yang dinormalisasi akan digunakan persamaan sebagai berikut:

$$\langle g \rangle = \frac{\% \langle G \rangle}{\% \langle G \rangle_{maks}} = \frac{(\% \langle S_f \rangle - \% \langle S_i \rangle)}{(100 - \% \langle S_i \rangle)} \quad (1)$$

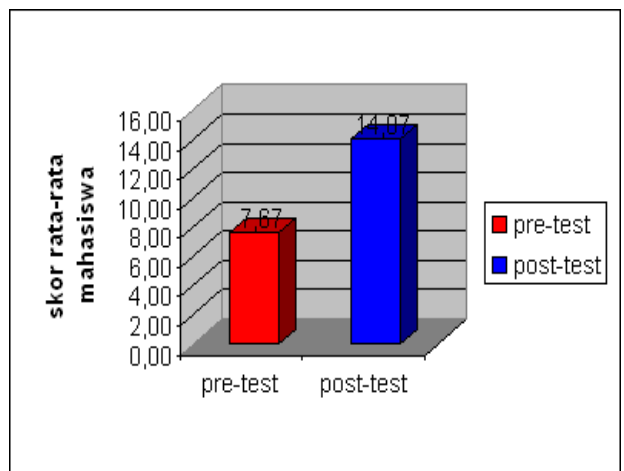
dengan

- ⟨g⟩ = rata-rata *gain* yang dinormalisasi
- ⟨G⟩ = rata-rata *gain* aktual
- ⟨G⟩_{maks} = *gain* maksimum yang mungkin terjadi
- ⟨S_f⟩ = rata-rata skor tes akhir
- ⟨S_i⟩ = rata-rata skor tes awal

Tabel 1. Kriteria nilai *gain* yang dinormalisasi

Nilai <g>	Kategori
0,00 < g < 0,30	rendah
0,30 ≤ g < 0,70	sedang
g ≥ 0,70	tinggi

Berdasarkan **tabel 2** diperoleh bahwa rata-rata nilai sebelum dilakukan pembelajaran (*pretest*) sebesar 7,67. Nilai ini lebih kecil apabila dibandingkan dengan nilai rata-rata setelah dilakukan proses pembelajaran, berupa eksplorasi mandiri dan presentasi, yaitu sebesar 14,07. Data ini menunjukkan bahwa proses pembelajaran yang telah berlangsung dapat meningkatkan hasil belajar dengan nilai rata-rata *gain* yang dinormalisasi sebesar 0,50 dengan kategori sedang.



Gambar 1. Perbandingan *pretest* dan *posttest*

Tabel 2. Rekapitulasi nilai *pretest* dan *posttest*

Tes	X_{Ideal}	X_{min}	X_{max}	\bar{X}	Nilai total <i>gain</i> dinormalisasi	Σ Siswa	Nilai <i>gain</i> dinormalisasi <g>
<i>Pretest</i>	20	2	12	7,67	7,54	15	0,50
<i>Posttest</i>	20	10	17	14,07			

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa gagasan awal tentang bintang dan evolusinya yang dimiliki oleh mahasiswa sebelum perkuliahan diberikan cenderung beragam. Pemahaman yang benar tentang suatu hal masih sering dicampur-adukkan dengan pemahaman yang salah maupun dugaan semata. Terlihat pula bahwa lebih banyak mahasiswa dengan pemahaman yang parsial dibandingkan dengan yang mengenal konsep secara benar.

Identifikasi pengetahuan awal mahasiswa tentang topik bintang dan evolusinya ini merupakan suatu langkah awal yang baik untuk dilakukan berkaitan dengan pengembangan perangkat pembelajaran pada matakuliah Astrofisika. Berdasarkan survei yang telah dilakukan melalui kegiatan *posttest* terkait topik bintang dan evolusi bintang, strategi pembelajaran yang dapat merangsang mahasiswa, yang notabene memiliki bekal awal yang minim sejak di jenjang sekolah lanjutan terkait materi astronomi, untuk bersikap aktif (eksplorasi mandiri dan presentasi) di dalam perkuliahan secara umum memperlihatkan adanya peningkatan pemahaman mahasiswa terhadap materi perkuliahan, yaitu berupa peningkatan hasil belajar dengan nilai rata-rata

gain yang dinormalisasi sebesar 0,50 dengan kategori sedang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Jurusan Pendidikan Fisika FPMIPA UPI yang melalui Gugus Kendali Mutu Penelitian dan Pengembangan telah memungkinkan penulis untuk dapat menghadiri seminar nasional fisika ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bailey, J.M., Prather, E.E., Johnson, B., Slater, T.F., (2009). College Students' Preinstructional Ideas About Stars and Star Formation. *Astronomy Education Review*. 8, 010110 – 1, 10.3847/AER2009038.
- [2] Hake, R.R., (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *Am. J. Phys.*, 66, 64.
- [3] Slater, T.F., Adams, J.P., Brissenden, G., and Duncan, D., (2001). What Topics are Taught in Introductory Astronomy Courses?. *Phys.Teach.*, 39, 52.