

PERBEDAAN PEMAHAMAN AWAL TENTANG KONSEP GENETIKA PADA SISWA, MAHASISWA, GURU, DAN DOSEN

Elya Nusantari

Universitas Negeri Gorontalo, Jl. Jendral Sudirman No 6, Kota Gorontalo
e-mail: elya.nusantari09@yahoo.co.id

Abstract: Differences in Understanding Genetics Concepts among Secondary-school Students, University Students, Teachers, and Lecturers. This study aims to compare initial understandings of genetics concepts among secondary-school students, university students, teachers, and lecturers. The results of a diagnostic test assigned to the research sample show that there was no difference in genetics-concept understandings between teachers, lecturers, and university students and that the understandings of the university students were much better than those of the secondary-school students. Responses to the test reveal a number of misconceptions, particularly in the areas of basic concepts and coverage of genetics; of genes, DNA, and chromosomes; and of mutations. Since initial understandings contribute to comprehension of genetics concepts, it is advisable that a test eliciting such information be given prior to teaching.

Keywords: initial understanding, misconceptions, genetics, students, teacher-lecturer

Abstrak: Perbedaan Pemahaman Awal Tentang Konsep Genetika pada Siswa, Mahasiswa, Guru, dan Dosen. Penelitian ini bertujuan membandingkan pemahaman awal konsep genetika siswa, mahasiswa, dan guru-dosen. Sampel penelitian adalah mahasiswa Biologi Universitas Negeri Malang pada Agustus 2010-Juni 2011. Data dikumpulkan dengan tes diagnostik dan dianalisis dengan statistik kualitatif persentase dan Anava. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemahaman awal konsep genetika guru-dosen tidak berbeda dengan mahasiswa. Pemahaman awal konsep genetika mahasiswa lebih baik daripada siswa. Tidak ada perbedaan pemahaman awal konsep genetika mahasiswa Prodi Pendidikan Biologi dengan Prodi Biologi. Jawaban miskonsepsi banyak ditemukan pada kelompok konsep arti dan ruang lingkup genetika, kelompok konsep gen, DNA, dan kromosom; dan kelompok konsep mutasi. Pemahaman awal konsep genetika mempengaruhi pemahaman konsep genetika pada perkuliahan genetika. Pengujian konsep awal penting dilakukan untuk informasi guru sebelum proses pembelajaran.

Kata kunci: konsep awal, miskonsepsi, genetika, mahasiswa, guru, dosen

Miskonsepsi genetika banyak dialami oleh mahasiswa. Hal itu terkait dengan karakteristik materi genetika yang abstrak sehingga sulit dipahami oleh mahasiswa. Penelitian miskonsepsi genetika telah dilakukan oleh Shaw dkk. (2008) tentang miskonsepsi genetika pada siswa SMA dan mahasiswa perguruan tinggi pada tahun 2006 dan 2007 di Amerika Serikat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa genetika adalah materi yang banyak mengalami miskonsepsi dan banyak informasi tentang genetika yang salah secara signifikan.

Suparno (1997) menyatakan bahwa miskonsepsi adalah pengertian yang salah atau yang tidak sesuai dengan pengertian ilmiah/ilmuwan. Abimbola dan

Baba (1996) menyatakan bahwa miskonsepsi adalah gagasan yang jelas sebagai perbandingan antara konsepsi ilmiah dan konsep yang salah atau pemahaman yang berbeda dengan pemahaman yang dimaksud oleh buku acuan atau masyarakat ilmiah. Berg (1991) menyebutkan bahwa miskonsepsi adalah konsepsi siswa yang berbeda dengan konsepsi ilmu pengetahuan. Miskonsepsi adalah pemahaman naif yang begitu mendarah daging sehingga pengajaran tradisional tidak sanggup mengoreksinya. Heather (dalam Tundungi, 2008) menyatakan bahwa miskonsepsi adalah gagasan yang telah terbentuk, keyakinan non-ilmiah, teori-teori naif, konsepsi atau kesalahpahaman konseptual.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa miskonsepsi adalah ketidakcocokan pemahaman yang dimiliki siswa dengan pemahaman ilmu pengetahuan. Kesalahan siswa menjawab pertanyaan yang diakibatkan oleh kesalahan menerapkan rumus, kesalahan menghitung, kesalahan karena lupa tidak termasuk dalam miskonsepsi. Miskonsepsi terjadi karena salah memahami konsep dan salah menafsirkan konsep yang terjadi secara konsisten dalam diri seseorang.

Salah satu faktor penyebab miskonsepsi pada siswa karena guru dalam mengajar tidak memperhatikan gagasan anak sebelum mengikuti pelajaran. Gagasan anak tersebut disebut sebagai pemahaman awal konsep genetika yang biasanya berupa pengetahuan awal yang diperoleh dari pembelajaran sebelumnya yang berkaitan dengan informasi yang akan diberikan (Gardner, 1991). Selanjutnya Duit (2007) menyampaikan penelitiannya bahwa sejak tahun 1980-an peran konsepsi guru dalam mengajar dan belajar sains telah diteliti. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa banyak guru yang memiliki konsep sains dan proses mengajar yang tidak sesuai dengan pandangan ilmu pengetahuan dan sering kali mirip dengan konsepsi siswa prainstruksional.

Penyebab miskonsepsi selain guru adalah faktor siswa sendiri sebagai pembelajar. Sebagaimana dinyatakan Kaharu (2007) menyatakan tentang tingginya tingkat kesalahan konsep siswa pada materi fisika. Kesalahan konsep terjadi akibat siswa mengalami miskonsepsi. Treagust & Duit (2009) menyatakan bahwa selama tiga dasawarsa terakhir hasil penelitian telah menunjukkan bahwa siswa datang ke kelas sains dengan konsepsi prainstruksional atau konsep awal atau pemahaman awal konsep genetika dan ide-ide tentang fenomena dan konsep yang tidak selaras dengan pandangan ilmu pengetahuan. Konsep itu dipegang teguh oleh siswa dan sering kali resisten terhadap perubahan. Lebih lanjut Venville dan Treagust (2002) menyatakan bahwa munculnya miskonsepsi yang paling banyak bukan selama proses pembelajaran melainkan sebelum proses pembelajaran dimulai, yakni pada konsep awal yang telah dibawa oleh siswa sebelum siswa memasuki proses pembelajaran atau disebut sebagai pemahaman awal konsep genetika.

Berdasarkan paparan di atas penelitian dilakukan dengan tujuan mengungkap konsep awal genetika yang terjadi pada siswa, mahasiswa, dan guru-dosen. Mahasiswa dibedakan antara mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi dan mahasiswa Program Studi Biologi. Temuan penelitian dapat dijadikan sumber pengetahuan bagi para pengajar guru-dosen terkait pentingnya menggali pengetahuan awal para siswa-mahasiswa sebelum pembelajaran. Temuan penelitian ini dapat

menjadi dasar untuk menetapkan konsep genetika apa saja yang perlu menjadi fokus perhatian agar tidak terjadi miskonsepsi pada perkuliahan genetika, baik di Program Studi Pendidikan Biologi maupun di Program Studi Biologi pada jenjang S1 dan jenjang S2. Penelitian ini dapat menjadi dasar mengambil langkah-langkah strategis agar para guru di sekolah dapat menghindari pembelajaran genetika yang berakibat miskonsepsi.

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian kausal komparatif. Data penelitian berupa data kuantitatif yang dimanfaatkan untuk kepentingan analisis profil populasi. Data kuantitatif juga digunakan untuk mengungkap kondisi pemahaman awal konsep genetika mahasiswa pada materi genetika. Rancangan penelitian yang digunakan adalah penelitian kausal komparatif untuk membandingkan pemahaman awal konsep genetika siswa, mahasiswa, dan guru-dosen.

Penelitian ini dilakukan di Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Malang (UM) dan Program Pascasarjana UM) Penelitian pada jenjang S1 dilakukan pada semester genap (Februari-Juni 2011). Penelitian pada jenjang S2 dilakukan pada semester ganjil (Agustus-November 2010). Populasi penelitian ini adalah mahasiswa jenjang S1 dan jenjang S2 Jurusan Biologi FMIPA UM. Sampel siswa diwakili oleh satu kelas mahasiswa S1 prodi pendidikan Biologi semester I dan satu kelas mahasiswa prodi Biologi. Setiap kelas berisi 30 mahasiswa. Sampel mahasiswa diwakili oleh mahasiswa semester 4 yang akan mengikuti perkuliahan genetika. Jumlah mahasiswa semester 4 sebanyak 5 kelas yang terdiri atas 220 mahasiswa. Selanjutnya, dilakukan pengacakan untuk mendapatkan sampel Prodi Pendidikan Biologi dan Prodi Biologi masing-masing terdiri atas 40 mahasiswa. Sampel guru-dosen diwakili oleh seluruh mahasiswa S2 yang akan mengikuti perkuliahan genetika yang berjumlah 2 kelas yang terdiri atas 23 mahasiswa.

Alasan dipilihnya mahasiswa Jurusan Biologi S1 UM adalah pada jurusan tersebut telah diterapkan perkuliahan genetika dengan pendekatan konsep. Miskonsepsi yang terjadi diluruskan pada setiap akhir perkuliahan melalui diskusi dan diagnostik miskonsepsi selama perkuliahan berlangsung. Sementara itu, alasan dipilihnya penelitian di Program Pascasarjana (S2) Biologi UM adalah untuk mengungkap salah satu penyebab miskonsepsi, yakni pemahaman awal konsep genetika yang telah dibawa atau diperoleh dari pembelajaran yang diterima dari jenjang sebelumnya. Mahasiswa S2 Biologi UM berasal dari berbagai wilayah yang tersebar di wilayah Indonesia sehingga

sehingga hal itu merepresentasikan guru-dosen dari berbagai wilayah.

Instrumen untuk mengungkap pemahaman awal konsep genetika telah dikembangkan sendiri oleh peneliti. Instrumen itu berisi pertanyaan-pertanyaan untuk mendiagnosis pemahaman konsep genetika. Bentuk tes diagnostik adalah tes diagnostik subjektif dengan jawaban terbuka. Hal itu dimaksudkan untuk menghindari jawaban coba-coba. Tes tersebut digunakan untuk mengungkap/mendiagnosis pemahaman awal konsep genetika mahasiswa dengan sebenar-benarnya melalui kemampuan menjawab soal subjektif. Tes disusun dalam 10 tahap, yakni (1) mengidentifikasi tujuan matakuliah, (2) mengidentifikasi domain dan indikator pencapaian sasaran, (3) mengaitkan indikator-indikator dari rancangan butir-butir tes diagnostik, (4) menyusun kisi-kisi tes diagnostik pemahaman awal konsep genetika, (5) menentukan rubrik atau kriteria penilaian, (6) penulisan butir-butir tes, (7) uji validitas dan reliabilitas, (8) revisi butir tes, (9) finalisasi instrument, dan (10) rubrik (kriteria penilaian). Jawaban tes pemahaman awal konsep genetika mahasiswa diberikan skor berdasarkan kesesuaian jawaban dengan kunci jawaban yang telah dibuat. Skor diberikan sesuai dengan rubrik yang telah ditetapkan dengan skala 0-4. Jawaban benar, jelas dan lengkap diberi skor 4; Jawaban benar, tetapi tidak mengandung semua komponen atau kurang lengkap diberi skor 3; Jawaban sebagian benar, tetapi mengandung unsur miskonsepsi diberi skor 2; Jawaban jelas-jelas miskonsepsi meliputi salah pengertian atau salah paham dan konsep yang benar-benar salah diberi skor 1; Jawaban kosong, tidak tahu, lupa atau jawaban sama sekali tidak logis diberi skor 0.

Sebelum tes pemahaman awal konsep genetika digunakan, terlebih dahulu dilakukan uji validitas instrumen, yakni uji validitas isi atau validitas kurikulum. Instrumen dipandang valid bila sesuai dengan isi kurikulum yang hendak diukur dengan cara melihat soal-soal yang membentuk tes itu. Prosedur uji validitas instrumen adalah (1) mendefinisikan domain yang hendak diukur, (2) menentukan domain yang akan diukur oleh masing-masing soal, dan (3) membandingkan masing-masing soal dengan domain yang sudah ditetapkan. Uji validitas instrumen dilakukan oleh satu pakar genetika dan tiga praktisi genetika dalam hal ini adalah guru genetika. Pertimbangannya adalah penilaian yang diberikan oleh pakar dan praktisi genetika dianggap representatif untuk memutuskan apakah instrumen yang dikembangkan telah memenuhi syarat validitas. Uji reliabilitas instrumen digunakan untuk mengukur derajat keajegan instrumen. Reliabilitas digunakan untuk mengukur apa saja yang diukurnya. Uji reliabilitas yang digunakan adalah uji Reliabilitas *Alpha Cronbach*. Uji reliabilitas itu cocok untuk instru-

men yang jawabannya berskala dan memiliki tingkatan ketepatan opsi jawaban. Pada penelitian ini digunakan 5 opsi jawaban dengan skor 0-4.

Uji tes pemahaman awal konsep genetika dilaksanakan sebelum perkuliahan berlangsung. Hasil tes dianalisis secara kualitatif dengan persentase dan analisis statistik menggunakan Anava Ganda. Setelah hasil analisis selesai peneliti melakukan *cross-check* pemahaman konsep genetika pada mahasiswa melalui diskusi dengan teknik *snowball sampling* dan wawancara terkait konsep yang salah tersebut. Selanjutnya dilakukan observasi dampak kesalahan pemahaman awal genetika pada mahasiswa selama berlangsung perkuliahan genetika.

HASIL

Hasil penelitian dikemukakan meliputi data perbedaan skor total tes pemahaman awal konsep genetika, data kelompok konsep genetika yang banyak tidak dapat dijawab atau perolehan skor nol, data kelompok konsep genetika yang banyak terjadi miskonsepsi atau perolehan skor 1 dan 2, data kelompok konsep genetika yang banyak berhasil dijawab dengan benar dan benar tetapi kurang lengkap atau perolehan skor 3 dan 4, data kualitatif dalam bentuk persen miskonsepsi pada masing-masing kelompok konsep genetika, dan data kesalahan konsep genetika yang ditemukan dari hasil tes disertai jawaban yang seharusnya atau jawaban yang benar.

Perbedaan Perolehan Skor Total Tes Pemahaman awal konsep genetika pada Siswa, Mahasiswa, dan Guru-Dosen. Uji Anava Ganda menunjukkan (1) perolehan skor total tes pemahaman awal konsep genetika mahasiswa lebih baik (nilai mean 41,95) dibandingkan dengan skor tes pemahaman awal konsep genetika siswa (nilai mean 34,050), (2) perolehan skor tes pemahaman awal konsep genetika pada guru-dosen (mean 45,83) secara statistik tidak berbeda dengan mahasiswa (mean 44,20), (3) perolehan skor tes pemahaman awal konsep genetika tidak berbeda antara mahasiswa Prodi Pendidikan Biologi (mean 39,18) dan mahasiswa Prodi Biologi (mean 36,81).

Perbedaan Perolehan Skor Tes Pemahaman awal konsep genetika berdasarkan Kelompok Konsep Genetika. Tes pemahaman awal konsep genetika yang disusun sebanyak 45 butir soal yang dipilah dalam 6 kelompok konsep, yakni kelompok konsep 1 terdiri atas 1 soal tentang ruang lingkup genetika, kelompok konsep 2 terdiri 16 butir soal tentang konsep gen-DNA-Kromosom, kelompok konsep 3 terdiri 8 butir soal tentang konsep hubungan gen, DNA-RNA-Polipeptida dan proses sintesis protein, kelompok konsep 4 terdiri atas 6 butir soal tentang prinsip hereditas dalam me-

kanisme pewarisan sifat, kelompok konsep 5 terdiri atas 7 butir soal tentang konsep mitosis dan meiosis dan hubungannya dengan pewarisan sifat, dan kelompok konsep 6 terdiri atas 7 butir soal tentang konsep mutasi. Skor diberikan sesuai dengan rubrik yang telah ditetapkan dengan skala 0-4.

Perolehan skor Tes Pemahaman awal konsep genetika Berdasarkan Kelompok Konsep Genetika. Setiap mahasiswa memperoleh skor sesuai kriteria. Selanjutnya perolehan skor dijumlah pada setiap kelompok konsep. Agar tidak terjadi perbedaan total skor yang menyolok di masing-masing kelompok konsep, total skor diubah ke bentuk persen sehingga data menjadi data persen dan ditransformasi *archin*. Data dianalisis dengan menggunakan statistik Anava sebagai berikut.

Perolehan Skor Nol (Tidak Menjawab atau Jawaban Benar-benar Tidak Logis). Berdasarkan uji statistik Anava menunjukkan bahwa siswa lebih banyak yang tidak bisa menjawab dan memberikan jawaban tidak logis bila dibandingkan mahasiswa dan guru-dosen. Apabila dibandingkan antara mahasiswa Prodi Biologi dengan Prodi Pendidikan Biologi di jenjang S1 tidak ada perbedaan perolehan skor 0 atau yang memberikan jawaban tidak logis atau tidak menjawab tes pemahaman awal konsep genetika. Kelompok konsep yang banyak tidak dapat dijawab adalah kelompok konsep tentang hubungan gen, DNA-RNA-Polipeptida dan proses sintesis protein. Berikutnya kelompok konsep hereditas Mendel dan kelompok konsep mutasi.

Perolehan Skor 1 dan 2 (Jawaban yang Miskonsepsi). Uji statistik Anava menunjukkan bahwa ada perbedaan jumlah perolehan skor miskonsepsi antara siswa, mahasiswa, dan guru-dosen. Guru-dosen lebih sedikit yang mengalami miskonsepsi bila dibandingkan dengan miskonsepsi siswa dan mahasiswa. Tidak ada perbedaan perolehan skor miskonsepsi antara siswa dan mahasiswa. Hal itu menunjukkan bahwa banyak siswa dan mahasiswa yang mengalami miskonsepsi yang sama. Miskonsepsi paling banyak ditemukan pada kelompok konsep ruang lingkup genetika, kelompok konsep tentang konsep gen-DNA-Kromosom, dan kelompok konsep mutasi.

Perolehan Skor 3 (Jawaban yang Benar tetapi tidak Lengkap) dan 4 (Jawaban yang Benar). Uji statistik Anava menunjukkan bahwa guru-dosen lebih banyak mendapatkan skor 3 dan 4, sedangkan mahasiswa lebih banyak yang dapat menjawab benar bila dibandingkan dengan siswa. Apabila dibandingkan perolehan skor di antara keenam kelompok konsep, maka jawaban benar tetapi tidak lengkap banyak dite-

mukan pada kelompok konsep mitosis dan meiosis dan hubungannya dengan pewarisan sifat. Sementara itu, jawaban benar skor 4 banyak ditemukan pada kelompok konsep hubungan gen, DNA-RNA-Polipeptida dan proses sintesis protein.

Data Kualitatif Persentase Skor Tes Miskonsepsi Genetika. Berdasarkan rata-rata skor tes yang diperoleh siswa, mahasiswa, dan guru-dosen termasuk rendah. Hal itu dapat dilihat pada data sebagai berikut. Rata-rata skor tes siswa adalah 33,70. Rata-rata skor tes mahasiswa 44,20. Rata-rata skor guru dosen adalah 45,83. Secara statistik menunjukkan bahwa perolehan skor total guru-dosen tidak berbeda dengan perolehan skor total mahasiswa. Perolehan skor tes pemahaman awal konsep genetika siswa adalah yang paling rendah. Namun, berdasarkan total skor menunjukkan bahwa perolehan skor kurang dari nilai ketuntasan 65%. Nilai yang rendah tersebut disebabkan oleh banyaknya jawaban yang miskonsepsi.

Data Kualitatif Persentase Skor Miskonsepsi Genetika Tiap Kelompok Konsep. Berdasarkan data penelitian dari seluruh sampel mahasiswa jenjang S1 yang berjumlah 243 mahasiswa, tampak bahwa pada setiap butir soal, persentase mahasiswa yang mengalami miskonsepsi antara rentang 20%-80%. Persentase mahasiswa yang mengalami miskonsepsi pada konsep 1 tentang arti dan ruang lingkup genetika sebesar 72%.

Berdasarkan paparan di atas tampak bahwa mahasiswa banyak yang mengalami miskonsepsi. Bila diurutkan pada kelompok konsep adalah (1) arti dan ruang lingkup genetika, (2) gen-DNA-Kromosom, (3) mutasi, (4) prinsip hereditas dalam mekanisme pewarisan sifat, (5) proses pembelahan mitosis dan meiosis dan hubungannya dengan pewarisan sifat, dan (6) hubungan Gen-(DNA) - RNA-Polipeptida dan proses sintesis protein.

Deskripsi kesalahan konsep atau miskonsepsi yang ditemukan pada hasil tes pemahaman awal konsep genetika sebanyak 45 nomor soal selanjutnya diuraikan sesuai kelompok konsep. Daftar kesalahan konsep berikut ditampilkan yang paling banyak kesalahan konsepnya yang dikelompokkan dalam tabel 1, 2, 3, dan 4. Konsep dan sub-konsep yang relatif sering terjadi miskonsepsi yang banyak dibahas sehingga tidak semua nomor soal ditampilkan. Jawaban yang miskonsep meliputi jawaban sebagian benar, tetapi mengandung unsur miskonsepsi dan jawaban jelas-jelas miskonsepsi meliputi salah pengertian atau salah paham dan konsep yang benar-benar salah. Pada setiap tabel terdiri dari pertanyaan uji pemahaman awal konsep genetika, jawaban yang seharusnya berdasarkan rujukan terpercaya dan jawaban yang salah.

Tabel 1. Daftar Miskonsepsi pada Kelompok Konsep Arti, Ruang Lingkup Genetika dan Gen-DNA-Kromosom

No.	Miskonsepsi Ketika Menjawab Pertanyaan
1.	Apakah yang dimaksud dengan genetika?
2.	Gambarkan struktur kromosom pada golongan eukariotik.
3.	Jelaskan perbedaan gen dan kromosom (pada makhluk hidup eukariot)
4.	Jelaskan perbedaan kromosom homolog dan kromosom sesaudara! Saat apa bisa dilihat?
5.	Apakah lokus itu? Bagaimanakah hubungan gen dan lokus?
6.	Apakah alela ganda itu?
7.	Apakah perbedaan kromosom autosom/kromosom somatis dengan kromosom gonosom/ kromosom kelamin?
8.	Di manakah letak kromosom autosom dan dimanakah letak kromosom gonosom?
9.	Berapa jumlah kromosom pada sel kulit manusia? Adakah kromosom kelamin pada sel kulit manusia?
10.	Berapakah jumlah kromosom pada sel germ (sperma dan ovum) manusia?.

Tabel 2. Daftar Miskonsepsi yang Ditemukan pada Kelompok Konsep Prinsip Hereditas dalam Mekanisme Pewarisan Sifat

No.	Miskonsepsi Ketika Menjawab Pertanyaan
1.	Bagaimanakah Hukum Mendel I? Apakah yang berpisah pada Hukum Mendel I tersebut?
2.	Bagaimanakah Hukum Mendel II? Apakah yang berkombinasi bebas pada Hukum Mendel II tersebut?
3.	Apakah pada persilangan monohibrid terjadi Mendel I dan II.
4.	Apakah pada persilangan dihibrid terjadi hukum Mendel I dan II.
5.	Apakah akibat Hukum Mendel I dan II bagi makhluk hidup?
6.	Mendel memperkenalkan sifat dominan dan resesif. Apakah ada sifat lain yang saudara kenal? Sebutkan dan jelaskan

Pembahasan

Genetika adalah pelajaran yang sulit dimengerti dan dipahami oleh siswa. Genetika adalah topik yang sangat luas dan rumit. Hal itu dianggap sebagai salah satu konsep yang paling sulit dalam Biologi karena sulit untuk membuat ide-ide menjadi nyata tanpa bantuan instrumen khusus. Selain itu, faktor usia, budaya, dan latar belakang pendidikan juga menyebabkan seseorang mempunyai pemahaman sendiri tentang ilmu pengetahuan (Mbajjorgu dkk., 2006). Hal ini juga dinyatakan oleh Lewis dan Kattman (2004) bahwa pemahaman awal konsep genetika juga berasal dari kerangka kerja konseptual sehari-hari. Siswa membuat kerangka dari apa yang mereka amati dalam keluarga mereka sendiri.

Berdasarkan uji pemahaman awal konsep genetika menunjukkan bahwa konsep awal siswa, mahasiswa, dan guru-dosen sama-sama mengalami miskon-

sepsi. Hal itu menunjukkan bahwa konsep genetika yang salah pada siswa telah mereka terima selama belajar di SMA. Demikian pula kesalahan konsep pada mahasiswa terjadi akibat konsep yang mereka peroleh dari SMA maupun perkuliahan sebelumnya. Hal itu sesuai dengan pernyataan Venville dkk. (2004) bahwa pemahaman awal konsep berasal dari pendidikan formal mereka, interpretasi dari media, dan dari pengalaman sosial mereka sendiri dan pengamatan. Siswa datang ke kelas dengan konsepsi mereka sendiri tentang genetika, dari pengalaman mereka sendiri, dan pengamatan sehari-hari.

Penelitian menunjukkan bahwa miskonsepsi terjadi, baik pada siswa, mahasiswa, maupun guru-dosen. Hal itu sesuai dengan penelitian Shaw dkk. (2008) bahwa miskonsepsi genetika terjadi baik pada siswa SMA maupun mahasiswa perguruan tinggi selama tahun 2006 dan 2007 di Amerika Serikat. Penelitian itu membuktikan bahwa genetika adalah materi yang banyak mengalami miskonsepsi dan banyak informasi yang salah secara signifikan.

Tabel 3. Daftar Miskonsepsi yang Ditemukan pada Kelompok Konsep Keterkaitan antara Proses Pembelahan Mitosis dan Meiosis dan Pewarisan Sifat

No.	Miskonsepsi Ketika Menjawab Pertanyaan
1.	Apa hubungan replikasi dengan pembelahan mitosis?
2.	Bagaimanakah hubungan Hukum Mendel I dan II dengan pembelahan meiosis pada manusia?
3.	Pada pembelahan meiosis, tahap apa yang sama dengan tahap mitosis?
4.	Pada pembelahan meiosis I dapat terjadi pindah silang kromosom tidak sesaudara. Jelaskan di fase apa? Apa akibat pindah silang?

Tabel 4. Daftar Miskonsepsi yang Ditemukan pada Kelompok Konsep Mutasi dan Implikasinya dalam Salingtemas

No.	Miskonsepsi Ketika Menjawab Pertanyaan
1.	Bila suatu gen dominan mengalami mutasi apa akibatnya?
2.	Mutasi bersifat menguntungkan atau merugikan? Alasan..
3.	Bagaimanakah proses terbentuknya mutan yang ada di alam sampai bisa berada di kondisi yang adaptif?
4.	Apakah akibat mutasi soma dan mutasi germ? Mana yang paling berbahaya?
5.	Makhluk hidup menyesuaikan diri dengan lingkungannya? Apa maksudnya?
6.	Benarkah pernyataan kalimat berikut ? - Mutasi bertujuan untuk konservasi gennya - Mutasi terjadi secara acak dengan akibat yang tak dapat diramalkan?
7.	Mutasi dikatakan sebagai bahan mentah evolusi. Apa maksudnya?

Begitu pula miskonsepsi yang terjadi pada guru-dosen. Hal itu juga sesuai dengan pernyataan Lewis dan Kattmann (2004) bahwa kesalahpahaman konsep tidak hanya dialami oleh siswa, tetapi juga dialami para guru. Kesalahan konsep pada guru-dosen berakibat pada salahnya menyampaikan konsep genetika kepada siswa maupun mahasiswa. Guru-dosen yang salah konsep merupakan penyebab kesalahan konsep pada siswa dan mahasiswa dalam pembelajaran.

Namun apabila diuraikan secara rinci, maka tampak bahwa terdapat perbedaan perolehan skor pemahaman awal konsep genetika di antara siswa, mahasiswa, dan guru-dosen. Guru-dosen dan mahasiswa memperoleh skor pemahaman awal konsep genetika lebih baik dari siswa. Hal itu menunjukkan bahwa jenjang pendidikan sangat terkait dengan tingkat kematangan konsep berpikir seseorang. Semakin tinggi jenjang pendidikan seseorang semakin banyak konsep yang dapat dipahami dengan benar. Akan tetapi berdasarkan data kualitatif dapat dilihat bahwa perolehan skor tes genetika rendah pada ketiga jenjang studi yang diteliti (semua skor di bawah 50%). Setelah dilihat berdasarkan data kualitatif persentase miskonsepsi pada tiap butir soal menunjukkan bahwa perolehan skor tes genetika yang rendah disebabkan karena banyaknya jawaban yang miskonsepsi. Hal itu berakibat pada penguasaan konsep yang juga rendah. Kondisi tersebut cukup memprihatinkan dan memerlukan penanganan serius dan segera. Perlu dipikirkan bagaimana solusi tepat yang harus dilakukan agar pembelajaran genetika dapat diterima dengan mudah oleh siswa, mahasiswa di perguruan tinggi, maupun di pascasarjana.

Data berikutnya menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan perolehan skor tes pemahaman awal konsep genetika pada Prodi Pendidikan Biologi dan Prodi Biologi. Hal itu menunjukkan bahwa semua mahasiswa pada Prodi Pendidikan Biologi maupun Prodi Biologi memerlukan penanganan yang sama terhadap masalah miskonsepsi genetika yang mereka hadapi. Pihak jurusan perlu melakukan langkah yang sama dalam mempersiapkan rencana pembelajaran genetika pada prodi pendidikan dan non-pendidikan terkait konten/isi dan strategi belajar yang tepat agar dapat mengatasi miskonsepsi genetika.

Berdasarkan paparan data kualitatif tampak bahwa mahasiswa banyak yang mengalami miskonsepsi pada kelompok konsep genetika. Bila diurutkan miskonsepsi dari yang tertinggi ke yang terendah pada kelompok konsep adalah sebagai berikut: pertama adalah arti dan ruang lingkup genetika, kedua adalah gen-DNA-Kromosom; ketiga adalah mutasi; keempat adalah prinsip hereditas dalam mekanisme pewarisan sifat; kelima adalah proses pembelahan mitosis dan meiosis dan hubungannya dengan pewarisan sifat, dan

keenam adalah hubungan Gen-(DNA)-RNA-Polipeptida dan proses sintesis protein.

Terkait dengan hal tersebut hasil penelitian tentang miskonsepsi genetika diungkapkan Lewis dan Robinson (2000) yang menunjukkan banyaknya pemahaman yang salah pada siswa tentang proses transfer informasi genetik dan kurangnya pengetahuan dasar tentang struktur yang terlibat dalam transfer informasi genetik yakni gen, kromosom, dan sel. Penelitian Venville dkk (2004) mengungkapkan bahwa banyak siswa memiliki pemahaman yang salah tentang bagaimana gen berperan dalam transmisi sifat, tetapi pemahaman ini tidak selaras dengan teori biologis. Gen diturunkan dari orang tua secara keseluruhan dan identik dalam menurunkan sifat. Hal ini dinyatakan lebih lanjut bahwa pemikiran siswa tentang keturunan dan DNA diambil dari apa yang peneliti sebut sebagai "sumber budaya rendah" yakni siswa mendapatkan ide tersebut dari sumber-sumber film, buku komik, drama televisi, sinetron, dan fiksi ilmiah. Media tidak membedakan antara gen dan DNA. Kata-kata gen dan DNA yang dipertukarkan dalam situasi dan mekanisme yang tidak dipertimbangkan dalam penjelasan.

Implikasi terhadap Pemahaman Konsep Genetika Selanjutnya

Pemahaman awal konsep genetika yang salah berdampak pada miskonsepsi genetika pada pembelajaran genetika selanjutnya. Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa mahasiswa banyak memiliki pemahaman awal konsep genetika yang salah. Konsepsi genetika yang salah akan terbawa terus dari jenjang sebelumnya sampai ke jenjang perkuliahan. Hal itu disebabkan kesalahpahaman telah berakar dalam pikiran mahasiswa dan konsepsi tetap bertahan meskipun telah memperoleh pembelajaran sebelumnya. Berikut diuraikan contoh miskonsepsi genetika akibat pemahaman awal konsep genetika yang telah tertanam sebelumnya yang berdampak pada kesalahan konsep saat diskusi pada perkuliahan genetika (Gambar 1 dan Gambar 2).

Berdasarkan pelacakan konsep yang telah diuraikan terbukti bahwa miskonsepsi yang terjadi pada mahasiswa disebabkan oleh pemahaman awal konsep genetika yang salah yang telah tertanam kuat diperoleh dari jenjang sebelumnya. Sebagaimana pada kasus ini pemahaman awal konsep genetika mahasiswa sebelumnya bahwa pada sel kelamin hanya mengandung kromosom kelamin. Sel tubuh hanya mengandung kromosom tubuh. Mahasiswa memberikan jawaban yang berbeda ketika ditanyakan hasil pembelahan meiosis dan mitosis. Hasil pembelahan mitosis adalah 2N atau 46 pada manusia. Hasil pembelahan meiosis

adalah sel kelamin yang mengandung seperangkat atau 23 pada manusia. Hal itu menunjukkan adanya konsep yang bertentangan pada pikiran mahasiswa, walaupun dosen sudah berulang-ulang menjelaskan konsep pembelahan meiosis dan mitosis.

<p>Dosen memberi pertanyaan: Apakah perbedaan kromosom kelamin dan kromosom tubuh? <u>Jawab:</u> Kromosom tubuh adalah kromosom yang menyusun tubuh. Kromosom kelamin adalah kromosom yang menyusun sel kelamin. (<i>Miskonsepsi</i>).</p> <p>Dimana letak Kromosom kelamin dan kromosom tubuh? <u>Jawab:</u> Kromosom kelamin ada di sel kelamin, kromosom tubuh ada di dalam di dalam sel tubuh. (<i>Miskonsepsi</i>).</p> <p>Bila demikian, berapa jumlah kromosom pada sel kulit tubuh manusia? <u>Jawab:</u> Sel tubuh manusia berisi 22 pasang kromosom tubuh (<i>Miskonsepsi</i>).</p> <p>Berapa jumlah kromosom pada sel kelamin manusia? <u>Jawab:</u> Sel kelamin manusia berisi 1 pasang kromosom kelamin. (<i>Miskonsepsi</i>). (Jawaban yang benar adalah sel tubuh mengandung 23 pasang kromosom (2N), sedangkan sel kelamin mengandung 23 buah kromosom (N) yang tidak berpasangan). Selanjutnya dosen melanjutkan dengan pertanyaan berikutnya.</p>

Gambar 1. Ilustrasi Pemahaman Awal Konsep yang Salah

<p>Berapa jumlah kromosom hasil akhir pembelahan mitosis dan meiosis? Berapa kandungan kromosom sel gamet/sel kelamin manusia yang dihasilkan saat pembelahan meiosis? <u>Jawab:</u> N atau seperangkat. (Jawaban Benar).</p> <p>Berapa seperangkat kromosom manusia? <u>Jawab:</u> 23. (Jawaban Benar).</p> <p>Jadi terkait jawaban sebelumnya tentang : Berapa kandungan kromosom pada sel kelamin? Apakah benar hanya berisi sepasang kromosom? atau berisi seperangkat kromosom? <u>Jawab:</u> (<i>Mahasiswa bingung menjawab</i>)</p> <p>Berapa kandungan kromosom sel tubuh manusia yang dihasilkan saat pembelahan mitosis? <u>Jawab:</u> 2N atau diploid. (Jawaban Benar).</p> <p>Berapa 2N atau diploid pada manusia? <u>Jawab:</u> 46 atau 23 pasang. (Jawaban Benar).</p> <p>Jadi terkait pertanyaan sebelumnya: Berapa kandungan kromosom pada sel tubuh manusia? 22 pasang kromosom atau 23 pasang kromosom? <u>Jawab:</u> (<i>Mahasiswa bingung menjawab</i>)</p>

Gambar 2. Pertanyaan Pelacak Akibat Kesalahan Konsep

Konsep yang benar adalah sel kelamin mengandung seperangkat kromosom (N) atau 23 kromosom yang terdiri dari 22 kromosom tubuh dan 1 kromosom kelamin. Jumlah kromosom pada tiap sel tubuh manusia adalah 46 kromosom yang terdiri dari 44 kromosom tubuh dan 2 kromosom kelamin. Itulah sebabnya pemahaman awal konsep genetika yang sudah telanjur tertanam sulit untuk dihilangkan sehingga mahasiswa sulit untuk melakukan asimilasi konsep.

Penelitian ini sesuai dengan penelitian bidang fisika oleh Azizoglu dan Geban (2004) yang bertujuan mengetahui pemahaman awal konsep fisika atau prasangka siswa kelas X dan miskonsepsi atau kesalahan-pemahaman tentang konsep fisika gas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa memiliki konsepsi yang salah tentang konsep fisika gas sebelum dan bahkan setelah pembelajaran.

Bagaimana Upaya Mengatasi Miskonsepsi pada siswa-mahasiswa? Langkah penting yang perlu dilakukan oleh guru-dosen adalah menguji konsep awal siswa-mahasiswa sebelum pembelajaran berlangsung. Berdasarkan hal itu, perlu dilakukan pengukuran konsep awal melalui tes pemahaman awal konsep genetika. Hal itu penting dilakukan karena konsepsi yang salah akan mengganggu proses belajar berikutnya. Namun, biasanya guru-dosen sering tidak menyadari hal tersebut. Oleh sebab itu, guru-dosen harus peka terhadap ide siswa karena siswa akan membawa pikiran mereka ketika pembelajaran di kelas. Guru-dosen harus memberikan kesempatan kepada siswa-mahasiswa untuk mengekspresikan ide mereka melalui aktivitas berbagi dengan teman-teman dan guru. Guru-dosen harus dapat membantu siswa memperbaiki pemahaman awal konsep genetika yang salah terhadap konsepsi ilmiah. Sebagaimana dinyatakan oleh Mbajiorgu dkk. (2006) bahwa para siswa secara aktif dapat membangun dan merekonstruksi pengetahuan mereka atau melakukan perubahan konsep melalui diskusi. Guru perlu menerima konsepsi awal siswa dan guru harus menggunakannya sebagai dasar untuk klarifikasi bila ada konsep yang perlu diluruskan.

Upaya mengubah konsepsi yang sudah lama salah akan berguna bagi pembentukan konsep-konsep baru yang benar. Oleh sebab itu, guru perlu merancang materi dan proses pembelajaran dengan baik untuk mengubah konseptual yang salah melalui belajar bermakna agar siswa berhasil dalam belajar konsep ilmiah. Salah satu pendekatan dalam pembelajaran yang dapat dilakukan menurut Asmoro dan Sutiadi (2007) adalah pendekatan perubahan konsep yakni menekankan pada konsepsi awal yang dimiliki siswa. Perubahan konsepsi adalah proses mengubah konsepsi awal siswa yang telah ada dengan persepsi baru yang lebih konsisten dengan konsep ilmiah. Demikian juga

dinyatakan Wilantara dalam Asmoro dan Sutiadi (2007) bahwa para guru hendaknya menggunakan pengetahuan awal dan miskonsepsi siswa sebagai pertimbangan dalam merancang dan mengimplementasikan program pembelajaran serta menyiapkan strategi perubahan konsep dalam upaya mengubah pengetahuan awal dan miskonsepsi siswa menuju konsepsi ilmiah. Para guru perlu melakukan penelitian pembelajaran yang tepat untuk mengatasi miskonsepsi yang terjadi.

Bagaimanakah memperbaiki konsep awal guru-dosen yang terlanjur miskonsepsi?. Sebagaimana dinyatakan Prescott & Mitchelmore (2009) bahwa guru yang mengalami miskonsepsi akan berdampak pada konsepsi siswanya. Oleh sebab itu miskonsepsi guru dapat diatasi dengan menggunakan banyak sumber daya untuk melaksanakan pembelajaran genetika yang benar. Upaya yang dapat dilakukan oleh guru-dosen diantaranya hendaknya menyadari kekeliruan yang terjadi pada guru sehingga berupaya dalam memperbaiki konsepsinya, menggunakan buku teks yang menyajikan konsep-konsep genetika yang benar, mencari situs-situs yang menyediakan materi/konsep genetika yang benar, menggunakan multimedia atau *power point* yang menyajikan konsep genetika pada tiap topik genetika, atau dapat melakukan konsultasi dengan berbagai program pendidikan di situs pendidikan yang ada di dalam negeri maupun luar negeri terkait dengan bahan pembelajaran pada topik-topik genetika. Guru-dosen hendaknya banyak membekali dirinya dengan konsep-konsep genetika yang baru dan benar dengan sering mengikuti kegiatan ilmiah melalui seminar ilmiah dan banyak membaca artikel terbaru hasil penelitian bidang genetika.

DAFTAR RUJUKAN

- Abimbola, O.I. & Baba, S. 1996. Misconceptions and Alternative Conceptions in Science Textbooks: The Role of Teachers as Filters. *Journal of the American Biology Teacher*, 58 (1): 14-19.
- Asmoro, C.P. & Sutiadi, A. 2007. *Applying of Conceptual Change Approach to Increase Understanding Concept Student of Senior High School in Heat Concept*. International Seminar on Science Education, Indonesia University of Education, 27 October.
- Azizoglu, N. & Geban, O. 2004. *Student Preconceptions and Misconception about Gases*. A Ph.D. Thesis. Ankara: Middle East Technical University, Faculty of Education, Department of SSME, Ankara.
- Berg, E. (Ed.). 1991. *Miskonsepsi Fisika dan Remediasi: Sebuah Pengantar*. Disampaikan dalam Lokakarya di Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga, 7-10 Agustus.
- Duit, R. 2007. *STCSE – Bibliography: Students' and Teachers' Conceptions and Science Education*. Kiel, Germany: IPN – Leibniz Institute for Science Education. (Online), (<http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/stcse.html>), diakses 25 Maret 2011.
- Gardner, H. 1991. *The Unschooled Mind: How Children Think and How Schools Should Teach*. New York: Basic Books.
- Kaharu, S. 2007. Exploring the Student Misconception of Electrical Circuit Concept by Certainty of Response Index and Interview. *International Seminar on Science Education*. Indonesia University of Education. 27 October 2007.
- Lewis, J. & Kattmann, U. 2004. Traits, Genes, Particles and Information: Re-visiting Students' Understanding of Genetics. *International Journal of Science Education*, 26: 195-206.
- Lewis, J. & Robinson, C.W. 2000. Genes, Chromosomes, Cell Division and Inheritance: Do Students See a Relationship? *International Journal of Science Education*, 22 (2): 177-195.
- Mbajorgu, N., Ezechi, N., & Idoko, C. 2006. Addressing Nonscientific Presuppositions in Genetics Using a

SIMPULAN

Miskonsepsi genetika dapat disebabkan oleh pemahaman awal konsep genetika yang telah terbentuk sebelumnya. Berdasarkan hasil penelitian ini diketahui bahwa pemahaman awal konsep genetika guru-dosen tidak berbeda dengan mahasiswa. Perolehan skor pemahaman awal konsep genetika siswa adalah paling rendah. Tidak ada perbedaan pemahaman awal konsep genetika mahasiswa Prodi Pendidikan Biologi dan mahasiswa Prodi Biologi.

Kelompok konsep yang terbanyak tidak dapat dijawab (memperoleh skor nol) adalah kelompok konsep 4, yakni hubungan pembelahan mitosis dan meiosis dengan pewarisan sifat. Jawaban miskonsepsi banyak ditemukan pada kelompok konsep 1, yakni arti dan ruang lingkup genetika; kelompok konsep 2, yakni konsep gen, DNA dan kromosom; dan kelompok konsep 6, yakni peristiwa mutasi dan implikasinya dalam salingtemas. Jawaban benar (memperoleh skor 3 dan 4) banyak ditemukan pada kelompok konsep 3, yakni hubungan gen (DNA)-RNA-Polipeptida dan proses sintesis protein, serta kelompok konsep 5, yakni prinsip hereditas dalam mekanisme pewarisan sifat.

Pemahaman awal konsep genetika yang salah dapat menimbulkan miskonsepsi yang akan terbawa terus dalam proses pembelajaran berikutnya. Oleh sebab itu, penting diperhatikan konsep awal siswa-mahasiswa, sehingga dapat menjadi dasar perbaikan pada pembelajaran berikutnya.

- Conceptual Change Strategy. *International Journal of Science Education*, 91 (3): 419-438.
- Prescott, A. & Mitchelmore, M.C. 2009. The Impact of Teacher Misconceptions about Projectile Motion on Student Learning. *Cosmed Proceedings International Conference on Science and Mathematics Education, 10-12 November 2009* (hlm. 46-53). Host by SEAMEO Regional Centre for Education in Science and Mathematics Penang, Malaysia.
- Shaw, K.R.M., Horne, K.V., Zhang, H., & Boughman, J.J. 2008. Essay Contest Reveals Misconceptions of High School Students in Genetics Content. *The American Journal of Genetics*, 178 (3): 1157-1168.
- Suparno, P. 1997. *Filsafat Konstruktivisme dalam Pendidikan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Tundungi, W. 2008. *Miskonsepsi Siswa SMA dan Faktor-faktor Penyebabnya pada Mata Pelajaran Biologi*. Disertasi tidak diterbitkan. Malang: Program Studi Psikologi Pendidikan, Program Pasca Sarjana, Universitas Negeri Malang.
- Treagust, D.F. & Duit, R. 2009. Multiple Perspectives of Conceptual Change in Science and the Challenges Ahead. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, 32 (2): 89-104.
- Venville, G.J., Gribble, S.J., & Donovan, J. 2004. An Exploration of Young Children's Understandings of Genetics Concepts from Ontological and Epistemological Perspectives. *Wiley International Science Journal, Science Education*, 89 (4): 614-633.
- Venville, G.J. & Treagust, D.F. 2002. Teaching about the Gene in the Genetic Information Age. *Australian Science Teachers Journal*, 48 (2): 20-24.