

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR MATERI SISTEM KEKEBALAN TUBUH MANUSIA BERBASIS PENGETAHUAN AWAL SISWA SMA

Lutfia Nur Hadiyanti

Jurusan Biologi, Universitas Negeri Semarang

Email : misslutfia@gmail.com

Ari Widodo

Jurusan Biologi, Universitas Pendidikan Indonesia

Abstract: *Human immunity system concept is close to student's daily life. So that, there is a big opportunity to students to get prior knowlegde from their own or other person's experience and other sources. Every science teacher should know students' prior knowledge to plan appropriate teaching materials and methods. This research is conducted to develop a student's prior knowledge-based of human immune system concept learning material. The study is a research and development with model of educational reconstruction. Sample used is 33 senior high school students from Pemalang and Bandung which is taken by convenience sampling. Results show that the highest understanding are in 1st, 8th, and 9th proposition. The highest misconception is in 2nd proposition. Some propositions are revised based on judgement. Teaching material draft is arranged based on students prior knowledge and prepositions judgment.*

Keywords: human immunity system, prior knowledge, learning material

Abstrak: Materi pada konsep tersebut dapat dikatakan sangat dekat dengan kehidupan sehari-hari siswa. Oleh karena itulah ada kemungkinan mereka memperoleh pengetahuan awal diperoleh dari pengalaman siswa sendiri, pengalaman orang lain yang mereka ketahui, dan sumber informasi lainnya. Setiap guru sains hendaknya mengetahui pengetahuan awal siswa maupun miskonsepsi yang umum terjadi pada konsep tersebut untuk menentukan langkah-langkah dan sumber pembelajaran yang tepat. Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan bahan ajar konsep sistem kekebalan tubuh manusia didasarkan pada pengetahuan awal siswa pada. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan berdasarkan model rekonstruksi pendidikan hingga tahap desain produk. Sampel yang digunakan meliputi 33 siswa SMA di Pemalang dan Bandung yang diambil secara *convenience sampling*. Hasil penelitian menunjukkan Pemahaman tertinggi terdapat pada proposisi nomor 1,8 dan 9. Miskonsepsi tertinggi terdapat pada proposisi nomor 2. Revisi proposisi dilakukan berdasarkan *judgement*. Desain bahan ajar disusun berdasarkan data pemahaman awal siswa dan judgement proposisi.

Kata kunci: sistem kekebalan tubuh manusia, pemahaman awal, bahan ajar

PENDAHULUAN

Sistem kekebalan tubuh manusia merupakan konsep yang diajarkan pada kelas XII pada semester ke dua. Materi pada konsep tersebut dapat dikatakan sangat dekat dengan kehidupan sehari-hari siswa. Oleh karena itulah ada kemungkinan mereka memperoleh pengetahuan awal yang telah mereka yakini dan dipegang dengan kuat sebelum materi tersebut disampaikan secara formal di

dalam pembelajaran. Pengetahuan awal yang didapat dapat diperoleh dari pengalaman siswa sendiri, pengalaman orang lain yang mereka ketahui, dan sumber informasi lainnya yang meliputi informasi dari berbagai sumber (televisi, internet, poster dan sebagainya). Akan tetapi tidak semua informasi yang mereka peroleh sesuai dengan teori yang telah diakui kebenaran oleh ilmuwan.

Bahan ajar berperan penting dalam kegiatan belajar mengajar sebagai salah satu sumber informasi bagi siswa dan juga pedoman cakupan materi yang harus disampaikan oleh guru. Akan tetapi banyak bahan ajar yang beredar sekarang ini hanya mementingkan aspek kelengkapan informasi sehingga berjumlah halaman tebal dan meningkatkan biaya produksi. Bahan ajar yang dikembangkan merupakan seperangkat informasi secara tertulis maupun tidak tertulis yang harus diserap siswa dan digunakan untuk membantu guru dalam proses pembelajaran yang menyenangkan (Iskandarwassid & Dadang 2008, Depdiknas 2008).

Ilmu pengetahuan yang disampaikan dalam pengajaran dituangkan dalam bahan ajar. Ilmu pengetahuan merupakan hasil abstraksi dan reduksi, akan tetapi mengajarkan sains akan mencakup bagaimana membuat teori sains tersebut dapat dipahami dan bermanfaat bagi pembelajar. Salah satu hal penting dalam proses rekonstruksi ini adalah konten yang direkonstruksi harus lebih sederhana dari konten keilmuannya dan dapat dipahami dengan mudah oleh pembelajar (Viiri & Savinainen, 2008).

Pemilahan materi dalam proses pengembangan bahan ajar sering tidak dilakukan sehingga menjadi tidak jelas bagian mana yang benar-benar harus ditekankan dan mana yang hanya merupakan tambahan pengetahuan. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan pemahaman awal yang dimiliki oleh siswa. Perbedaan ini disebabkan karena pengalaman masing-masing siswa dan bahkan juga karena kesalahan metode dan bahan pembelajaran oleh guru (*school-made-misconception*). Setiap guru sains hendaknya mengetahui pengetahuan awal (*prior knowledge*) siswa maupun miskonsepsi yang umum terjadi pada konsep tersebut untuk menentukan langkah-langkah pembelajaran yang tepat (Barke *et al* 2009).

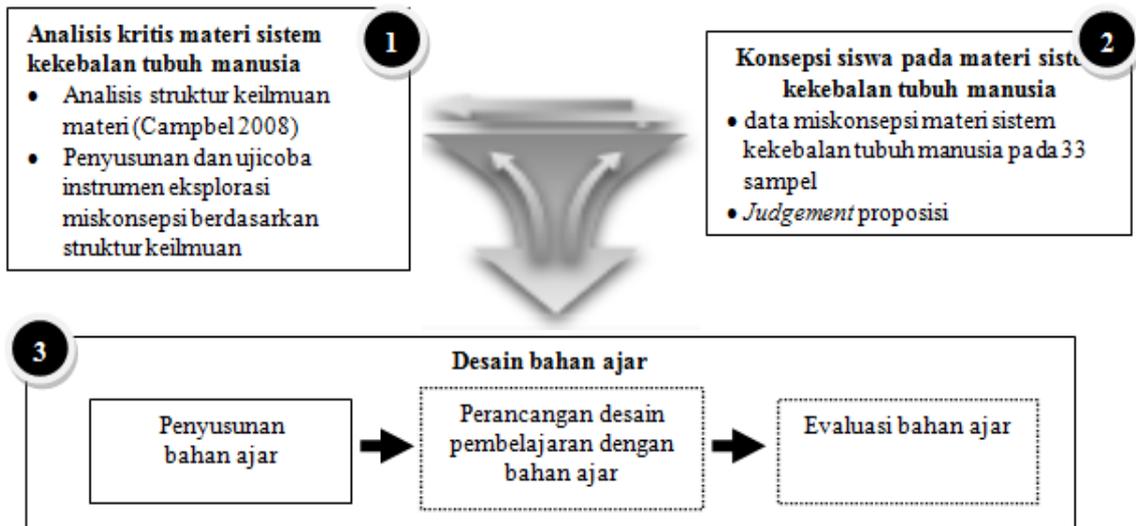
Kecenderungan yang terjadi lapangan menunjukkan bahwa pengembangan bahan

ajar tidak memperhatikan pemahaman awal yang dimiliki siswa. Semua materi baik itu yang sudah dimengerti secara umum oleh siswa maupun materi yang belum saatnya diberikan disertakan pada bahan ajar. Pada akhirnya karena terlalu banyak yang harus dipelajari, siswa bingung dan tidak memahami materi tersebut. Padahal salah satu kriteria bahan ajar yang baik adalah *user friendly* artinya dapat dipahami dengan mudah oleh penggunanya dalam hal ini adalah siswa yang mempelajari dan guru yang membelajarkan.

Penelitian ini menunjukkan berbagai pengetahuan awal siswa mengenai konsep sistem kekebalan tubuh manusia di beberapa daerah yang berbeda. Miskonsepsi yang terjadi diukur dengan instrumen tes *three-tier* yang terdiri dari pertanyaan utama, alasan dan tingkat keyakinan. Eksplorasi pengetahuan awal dan diagnosis miskonsepsi siswa dengan menggunakan instrumen *three-tier test* juga telah dilakukan pada beberapa konsep dan bidang keilmuan (Kusumah 2014, Pesman & Eryilmaz 2010, Schaffer 2013). Kholifah *et al* (2014) menunjukkan adanya miskonsepsi siswa pada tahap mekanisme terbentuknya antibodi karena sifatnya yang abstrak dan banyak kata ilmiah asing yang menyulitkan. Melihat pentingnya pengetahuan awal dan bahan ajar dalam pembelajaran maka penelitian ini bertujuan mengembangkan bahan ajar pada konsep sistem kekebalan tubuh manusia yang didasarkan pada pengetahuan awal siswa.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan adalah penelitian pengembangan (*Research and Development / R&D*) yang didasarkan pada rekonstruksi didaktik (*Model of Educational Reconstruction/ MER*) yang menekankan pentingnya pengetahuan awal siswa (Nieberg & Gropengiesser 2013). Penelitian dilakukan hingga tahap desain produk tanpa uji coba pemakaian. Kegiatan penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober hingga Desember 2013.



Gambar 1. Langkah-langkah pengembangan berdasarkan MER (dimodifikasi dari Nieberg & Gropengiesser 2013). Penelitian dibatasi hingga penyusunan bahan ajar.

Kegiatan dilaksanakan pada beberapa tempat yaitu pada salah satu lembaga bimbingan belajar di Bandung, Jawa Barat dan satu SMA di Moga, Pemalang. Sampel untuk mengetahui pengetahuan awal dan miskonsepsi konsep materi sistem kekebalan tubuh manusia diambil dengan metode *convenience sampling* yang terdiri atas 33 siswa Sekolah Menengah Atas (SMA) pada jenjang kelas X hingga XII di Bandung dan Pemalang. Sampel dari daerah Bandung berjumlah 19 siswa yang berasal dari berbagai sekolah baik negeri maupun swasta di Bandung yang merupakan peserta bimbingan belajar. Sampel berjumlah 14 merupakan siswa SMA di Pemalang. Langkah penelitian dirangkum pada Gambar 1.

Analisis Kritis Konten

Analisis kritis dilakukan untuk mengetahui struktur keilmuan materi sistem kekebalan

tubuh manusia. Buku primer yang digunakan adalah Biology (Campbel 2008). Langkah ini dilakukan dengan menemukan poin-poin inti dari setiap penjelasan dalam buku primer. Poin penting tersebut dinyatakan sebagai proposisi konten yang diberi nomor. Awal analisis diperoleh 221 proposisi, namun setelah dilakukan judgement jumlah proposisi berkurang dengan dasar berbagai pertimbangan. Selanjutnya semua proposisi diidentifikasi ke dalam takson proposisi tertentu dengan kunci bertakik (*indented key*) berdasarkan struktur makro dan mikronya. Proposisi utama (struktur makro) diberi nomor dan proposisi pendukungnya (struktur mikro) diletakkan menjorok di bawah proposisi pendukung. Proposisi utama pada konsep sistem kekebalan tubuh manusia dirangkum pada **Tabel 2.**

Tabel 2. Proposisi utama konsep sistem tubuh manusia

| No | Proposisi Utama | Nomor Proposisi |
|----|--|-----------------|
| 1 | Tubuh hewan merupakan sumber nutrisi dan habitat yang ideal bagi | 1 |

| | | |
|---|---|-----|
| | patogen | |
| 2 | Sistem kekebalan tubuh memungkinkan hewan mencegah atau mengurangi berbagai jenis infeksi | 2 |
| 3 | Strategi umum sistem kekebalan terdiri dari sistem kekebalan bawaan (<i>innate immunity</i>) dan kekebalan yang diperoleh (<i>acquired immunity</i>) | 6 |
| 4 | Sistem kekebalan bawaan dan sistem kekebalan yang diperoleh, tidak bersifat independen | 65 |
| 5 | Antigen merupakan molekul besar berupa protein atau polisakarida asing yang dikenali secara spesifik oleh limfosit dan memicu respon dari limfosit | 75 |
| 6 | Kompleks histokompatibilitas mayor (<i>major histocompatibility complex</i> , MHC) merupakan sekelompok gen yang menghasilkan protein sel inang yang dapat mengarahkan fragmen antigen ke reseptor sel T | 93 |
| 7 | Kekebalan aktif maupun pasif dapat diinduksi secara artifisial melalui immunisasi | 148 |
| 8 | Seperti halnya patogen, sel dari orang atau organisme lain dapat dikenali dan diserang oleh sistem kekebalan | 151 |
| 9 | HIV memiliki variasi antigenetik dan kemampuan latensi | 165 |

Konsepsi Siswa dalam Materi Sistem Kekebalan Tubuh Manusia

Data miskonsepsi diperoleh dengan menggunakan instrumen soal yang disusun dengan teknik *three-tier test*. Instrumen disusun oleh berdasarkan proposisi yang telah ditelaah dengan acuan dasar Biologi oleh Campbell edisi 8 (2010). Pada tahap ujicoba, soal berupa pilihan ganda bertingkat yang berjumlah delapan aitem. Setiap aitem terdiri dari satu pertanyaan utama dengan lima pilihan jawaban, enam pilihan alasan, dan satu pernyataan tingkat keyakinan dengan empat

skala keyakinan (Sangat yakin, yakin, tidak yakin, dan sangat tidak yakin) yang diberikan kepada 40 responden siswa SMA di Palembang dan bimbingan belajar Neutron, Bandung. Data jawaban siswa direkap pada tabel berdasarkan pedoman kriteria pada **Tabel 1**. Data hasil pengujian yang telah dikonversi berdasarkan tabel pedoman analisis miskonsepsi ditampilkan pada **Tabel 3**. Hasil ujicoba soal dirangkum pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Kategori *three-tier test* berdasarkan jawaban yang diberikan.

| Kategori | Kode | Tipe Jawaban |
|--------------------------|----------|--|
| Memahami konsep | P | Jawaban benar + alasan benar + yakin |
| <i>Lack of knowledge</i> | L | Jawaban benar + alasan benar + tidak yakin |
| | | Jawaban salah + alasan benar + tidak yakin |
| | | Jawaban benar + alasan salah + tidak yakin |
| | | Jawaban salah + alasan salah + tidak yakin |
| <i>Error</i> | E | Jawaban salah + alasan benar + yakin |
| <i>Miskonsepsi</i> | M | Jawab benar + alasan salah + yakin |
| | | Jawaban salah + alasan salah + yakin |

Keterangan : P = Paham; L = *Lack of knowledge*; E = Error; M = Miskonsepsi

Tabel 4. Hasil ujicoba instrumen pengetahuan awal (dalam %)

| Kriteria | Soal nomor | | | | | | | |
|--------------------------|------------|-------------|------|------|------|-------------|------|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Paham | 20 | 7,5 | 32,5 | 7,5 | 7,7 | 35 | 30,8 | 5 |
| <i>Lack of Knowledge</i> | 20 | 17,5 | 0 | 22,5 | 33,3 | 32,5 | 20,5 | 40 |
| <i>Error</i> | 5 | 5 | 12,5 | 20 | 7,7 | 15 | 5,1 | 10 |
| Miskonsepsi | 55 | 72,5 | 55 | 50 | 51,3 | 17,5 | 43,6 | 45 |

Pada ujicoba, proposisi utama pertama belum digali pengetahuan awalnya melalui instrumen karena dianggap terlalu sederhana. Oleh karena itu, soal nomor 1 mewakili proposisi ke-2, soal nomor 3 mewakili proposisi ke-4, dan seterusnya. Namun, selanjutnya proposisi pertama dibuat instrumennya pada saat eksplorasi pengetahuan selanjutnya berdasarkan pertimbangan cakupan materi. Hasil ujicoba menunjukkan pemahaman tertinggi terdapat pada soal nomor 6, dan terendah pada soal nomor 8. Miskonsepsi tertinggi terdapat pada soal nomor 2, dan terendah pada soal nomor 8. *Lack of knowledge* tertinggi terdapat pada soal nomor 5, dan terendah pada soal nomor 3. *Error* tertinggi terdapat pada soal nomor 4.

Setelah ujicoba, soal kembali di revisi berdasarkan judgement preposisi oleh ahli dan digunakan sebagai instrumen untuk mengeksplorasi pengetahuan awal siswa pada konsep sistem kekebalan tubuh manusia yang diberikan kepada sampel 33 siswa SMA. Sampel dari daerah Bandung berjumlah 19 siswa yang berasal dari berbagai sekolah baik negeri maupun swasta di Bandung yang merupakan peserta bimbingan belajar. Sampel berjumlah 14 merupakan siswa SMA di Pematang. Soal penggalan pengetahuan awal disusun dengan menggunakan bahasa yang sederhana yang banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari siswa tanpa ada beban konsep.

Tabel 5. Soal penggalan pengetahuan awal siswa yang mewakili proposisi utama ke-5

| Soal ujicoba (Soal no 4) | Revisi (Soal no 5) |
|--|--|
| <p>Berikut ini manakah pernyataan yang bukan merupakan fenomena alergi?</p> <ol style="list-style-type: none"> Adanya debu atau serbuk sari bunga di udara yang menyebabkan bersin atau hidung tersumbat Makanan yang dikonsumsi mengandung bibit penyakit dan berakibat diare Konsumsi kacang-kacangan yang menyebabkan penurunan darah secara mendadak Kandungan zat dalam suatu obat dan menyebabkan pembengkakan di | <p>Bayi yang baru dilahirkan hendaknya segera diberi ASI demi kelangsungan hidup dan kekebalan tubuh yang baik. Mengapa demikian?</p> <ol style="list-style-type: none"> IgG hanya dihasilkan saat 24 -36 jam pertama ASI keluar ASI memiliki IgA sesaat setelah melahirkan Bayi memerlukan nutrisi untuk beradaptasi dengan lingkungan baru ASI mengandung IgE yang merupakan satu-satunya antibodi yang |

| Soal ujicoba (Soal no 4) | Revisi (Soal no 5) |
|--|--|
| <p>bagian tubuh</p> <p>e. Gigitan serangga yang menyebabkan ruam merah hingga pembengkakan</p> <p>Alasan</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Adanya zat asing yang berbahaya merangsang sistem kekebalan tubuh untuk melawan 2) Antibodi dapat mencegah terjadinya reaksi alergi selanjutnya setelah serangan pertama terjadi 3) Alergi merupakan respon imun tubuh yang berlebihan terhadap suatu zat asing yang sebenarnya tidak berbahaya 4) Alergi dapat disembuhkan dengan pemberian imunisasi 5) Alergi hanya merupakan bentuk ketidakcocokan dan tidak melibatkan sistem kekebalan tubuh. 6) Zat asing penyebab alergi dapat memicu sel T untuk membentuk antibodi. <p><i>Seberapa yakinkah anda terhadap jawaban anda?</i></p> <ol style="list-style-type: none"> A. Sangat yakin B. Yakin C. Tidak yakin D. Sangat tidak yakin | <p>dapat menembus plasenta</p> <p>e. Pemberian ASI akan menstimulus hubungan erat ibu dan bayi</p> <p>Alasan</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mekanisme antibodi berupa kolostrum dalam air susu hanya dimiliki oleh manusia 2. Antibodi terdapat dalam darah dan juga ditemukan di cairan jaringan dan zat sekresi seperti air mata, ludah termasuk susu 3. Antibodi dalam ASI memicu pelepasan sel tiang dan basofil dari histamin 4. ASI bertanggung jawab dalam mekanisme masa depan reaksi alergi bagi bayi 5. Pemberian ASI hanya berkaitan dengan faktor psikologis ibu dan bayi dan tidak berhubungan dengan antibodi 6. ASI merupakan hasil sekresi sel plasma T 7. Sel dendritik pada ASI memicu sistem kekebalan tubuh sekunder 8. ASI pertama merupakan antigen untuk menstimulus kekebalan primer bayi 9. Hisapan bayi untuk menyusui pertama kali menstimulus produksi ASI 10. ASI adalah enzim untuk merangsang pertumbuhan bayi <p><i>Seberapa yakinkah anda terhadap jawaban anda?</i></p> <ol style="list-style-type: none"> A. Sangat yakin B. Yakin C. Tidak yakin D. Sangat tidak yakin |

Desain Bahan Ajar

Bahan ajar disusun berdasarkan data pemahaman awal siswa dan revisi proposisi

berdasarkan *judgement* ahli. Proposisi utama dan proposisi penjelas masing-masing diberi tanda khusus dalam bahan ajar untuk

membantu siswa menekankan pembelajarannya.

Soal untuk mengeksplorasi pengetahuan awal berupa pilihan ganda bertingkat yang berjumlah sepuluh aitem. Setiap aitem terdiri dari satu pertanyaan utama dengan lima pilihan jawaban, sepuluh pilihan alasan, dan satu pernyataan tingkat keyakinan dengan empat skala keyakinan (Sangat yakin, yakin, tidak yakin, dan sangat tidak yakin)

HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian terdiri dari pengetahuan awal siswa pada konsep sistem kekebalan tubuh manusia dan revisi takson konsep yang dijadikan dasar dalam penyusunan bahan ajar.

Tabel 6. Pengetahuan awal siswa SMA pada konsep sistem kekebalan tubuh manusia

| Soal Nomor | Paham | Lack of knowledge | Error | Miskonsepsi |
|------------|---------------|-------------------|--------------|---------------|
| 1 | 6/33 (18,18%) | 17/33 (51,5%) | 2/33 (6,06%) | 8/33 (24,24%) |
| 2 | 0 | 16/33 (48,5%) | 1/33 (3,03%) | 16/33 (48,5%) |
| 3 | 0 | 23/33 (69,7%) | 0 | 10/33 (48,5%) |
| 4 | 0 | 15/33 (45,5%) | 2/33 (6,06%) | 16/33 (48,5%) |
| 5 | 0 | 17/33 (51,5%) | 3/33 (9,09%) | 13/33 (39,4%) |
| 6 | 0 | 23/33 (69,7%) | 1/33 (3,03%) | 9/33 (27,3%) |
| 7 | 0 | 19/33 (57,6%) | 1/33 (3,03%) | 13/33 (39,4%) |
| 8 | 1/33 (3,03) | 23/33 (69,7%) | 1/33 (3,03%) | 8/33 (24,24%) |
| 9 | 1/33 (3,03) | 19/33 (57,6%) | 1/33 (3,03%) | 12/33 (36,45) |
| 10 | 0 | 18/33 (54,5%) | 3/33 (9,09%) | 12/33 (36,4%) |

Tabel 7. Persebaran jawaban pada instrumen penggali pengetahuan awal konsep sistem kekebalan tubuh manusia

| No | Jumlah Jawaban | | | | | Jumlah pilihan alasan | | | | | | | | | |
|----|----------------|----|----|----|----|-----------------------|----|---|---|---|---|---|---|---|----|
| | A | B | C | D | E | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 6 | 14 | 10 | 3 | - | 12 | 5 | 3 | 2 | 1 | 3 | - | 2 | 3 | 2 |
| 2 | 5 | 11 | 7 | 7 | 3 | 2 | 4 | 2 | 5 | 6 | 2 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| 3 | 10 | 11 | 4 | 3 | 5 | - | 1 | 2 | 8 | 9 | 5 | 2 | 5 | - | 1 |
| 4 | 9 | 12 | 5 | 7 | - | 4 | 4 | 2 | 1 | 2 | 1 | 9 | 3 | 3 | 4 |
| 5 | 2 | - | 8 | 16 | 7 | 1 | 12 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 7 | 1 | - |
| 6 | 2 | 13 | 10 | 7 | 1 | 2 | 3 | 5 | 7 | 1 | 2 | 4 | 1 | 7 | 1 |
| 7 | 12 | 11 | 6 | 3 | 1 | 2 | 10 | 8 | 2 | 4 | 2 | 2 | - | 2 | 1 |
| 8 | 4 | 9 | 1 | 14 | 5 | 4 | 6 | 2 | 2 | 3 | 6 | 5 | 2 | 1 | 2 |
| 9 | 12 | 3 | 3 | 4 | 10 | 6 | 1 | 3 | 8 | 3 | 4 | 6 | - | - | 2 |
| 10 | 7 | 16 | 5 | 3 | 2 | 3 | 2 | 8 | 7 | 6 | 3 | - | 1 | 2 | 1 |

Tabel 8. Proposisi yang dibuang pada tahap judgement

| No | Nomor Proposisi | Judgement |
|----|-----------------|--|
| 1 | 10 | Dibuang karena akan sering diulang-ulang dalam bahan ajar. |

| No | Nomor Proposisi | <i>Judgement</i> |
|----|--|--|
| 2 | 11,12,13,14,15,16 | Dibuang karena merupakan sistem kekebalan tubuh serangga sehingga dianggap tidak penting dalam topik yang dibahas, yaitu sistem kekebalan tubuh manusia. |
| 3 | 21,22,23,27,28,30,31,35,36,37,38,56,57, 40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52, 54,55,61,64,70,106,107,108,109,120,121, 122,123,127,128,129,117,130,131,139, 141,142,143,144,145,146,67,69,72,73,74, 82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,103,104,107 110,111,112,114,124,125,126,113,135,136, 137,138,139,92,79,80,81,94,95,96,97,98, 99,100,101,102,119,154,155,156,158,159, 160,161,163,164,166,167,169,170 | Bukan merupakan proposisi atau struktur makro, akan tetapi merupakan penjelasan dari proposisi sebelumnya. |

PEMBAHASAN

Konsepsi Siswa pada Materi Sistem Kekebalan Tubuh Manusia Berdasarkan Instrumen

Miskonsepsi merupakan perbedaan konsep yang diterima siswa dari konsep ilmiah yang ada. Konsep yang berbeda tersebut merupakan struktur kognitif yang stabil dan dipegang kuat oleh siswa. Miskonsepsi dikatakan sebagai suatu bentuk delusi, yaitu anggapan bahwa yang benar adalah salah dan yang salah

adalah benar (Treagust, Hammer, Bai dalam Kusumah, 2013). *Three-tier test* merupakan suatu instrumen untuk menganalisis miskonsepsi yang terjadi pada siswa. Instrumen ini merupakan pengembangan dari *two-tier multiple choice test* yang semula tidak dapat membedakan antara miskonsepsi dengan kurangnya pengetahuan (*lack of knowledge*) melalui penambahan *Certainty Response Index*.

Tabel 6 menunjukkan bahwa pemahaman tertinggi (18,18%) terdapat pada soal nomor 1 yang menanyakan penyebab manusia terserang penyakit. Faktor yang mempengaruhi tingginya pemahaman konsep ini yaitu: jenis penyakit yang disebutkan telah diketahui peserta didik secara nyata dalam kehidupan sehari-hari dan siswa pernah mengalaminya. Akan tetapi kriteria *Lack of knowledge* juga tinggi (51,5%) dan miskonsepsi 24,24%. Tingkat kesalahan yang muncul (*error*) sebesar 6,06%. Proposisi ini masih perlu untuk dimunculkan dalam bahan ajar karena rendahnya pengetahuan siswa meskipun hal tersebut terjadi dalam kehidupan mereka sehari-hari. Proporsi pilihan jawaban benar (B) dan alasan yang benar (1) banyak dipilih oleh siswa akan tetapi pemahaman belum diperoleh secara sempurna karena ketidakpercayaan siswa atas jawaban yang mereka berikan. Pilihan jawaban E tidak dipilih oleh satupun peserta ujicoba, begitu juga pilihan alasan 7.

Pada soal nomor dua menunjukkan bahwa soal ini memiliki tingkat miskonsepsi dan *lack of knowledge* yang sama besar (48,5%). Nilai miskonsepsi tersebut merupakan nilai yang tertinggi dibanding soal lainnya sama halnya dengan soal nomor 4. Tingkat kesalahan yang muncul (*error*) sebesar 3,03%. Proposisi ini masih perlu untuk dimunculkan dalam bahan ajar karena pengetahuan siswa yang sangat minim bahkan tidak satupun dari responden yang paham dengan memberikan jawaban disertai alasan yang benar. Proporsi pilihan jawaban benar (B) banyak dipilih oleh siswa akan tetapi pilihan alasan masih tersebar hampir merata. Ketidapahaman siswa ditunjukkan dengan terpilihnya semua kemungkinan pilihan alasan yang ada.

Proposisi ke tiga diwakili oleh soal nomor 3. Hasil eksplorasi menunjukkan bahwa soal ini memiliki tingkat *lack of knowledge* yang tinggi (69,7%). Hasil ujicoba dengan kriteria *error* tidak ditemukan.

Meskipun demikian tingkat pemahaman siswa masih sangat rendah karena tidak satupun responden yang menjawab dan memberi alasan dengan benar dengan yakin. Miskonsepsi yang cukup tinggi (30,3%) masih dijumpai untuk konsep ini.

Miskonsepsi soal yang mewakili proposisi ini termasuk dalam miskonsepsi tertinggi di samping soal lainnya (48,5%). Hasil *error* masih terjadi sebesar 6,06% dan kriteria *lack of knowledge* sebesar 45,5%. Tidak satupun siswa yang paham dengan menjawab pertanyaan dengan pertanyaan yang benar disertai alasan yang tepat dan yakin. Pilihan jawaban yang benar (B) banyak dipilih oleh siswa, akan tetapi alasan yang tepat tidak banyak dipilih. Dari sepuluh alasan yang diajukan siswa lebih banyak memilih alasan 7 yang bukan merupakan alasan yang tepat.

Proposisi ke lima diwakili oleh soal nomor 5 dan 10. Keduanya memiliki persentase tertinggi pada kategori *lack of knowledge*. Jawaban yang benar juga sedikit dipilih oleh siswa meskipun sebenarnya siswa sebagian besar dapat memilih paduan yang tepat.

Soal nomor 6 mewakili proposisi ke 6. Memiliki kriteria *lack of knowledge* tertinggi dibandingkan dengan soal lainnya. Diketahui bahwa siswa belum memahami konsep ini dibuktikan dengan miskonsepsi sebesar 27,3% dan kriteria pemahaman 0% yang artinya tidak satupun responden dapat menjawab dengan benar disertai dengan alasan yang tepat dan yakin. Kunci jawaban yang tepat banyak dipilih oleh siswa akan tetapi pilihan alasan yang disediakan masih dipilih secara merata artinya mungkin siswa dapat mengetahui jawabannya akan tetapi tidak dapat menjelaskan kenapa hal tersebut dapat terjadi.

Ketidapahaman siswa dalam proposisi ke 6 diketahui dari persentase pemahaman soal nomor 6 yang masih 0% artinya tidak satupun siswa dapat menjawab

dengan benar dengan alasan yang tepat dan yakin. Pemahaman yang salah (miskonsepsi) juga terjadi sebesar 27,3%. Ketidapahaman siswa juga ditunjukkan melalui persebaran pilihan jawaban dan alasan. Sebagian besar siswa tidak memiliki kecenderungan untuk memilih pilihan jawaban dan alasan yang tepat.

Beberapa siswa telah memahami hal yang diwakili oleh proposisi ke 8 yaitu sebesar 3,03%. Jumlah ini sama dengan hasil ujicoba dengan kriteria error. Sebagian besar siswa belum memahami hal yang diwakili oleh proposisi ini ditunjukkan dengan tingkat miskonsepsi yang tinggi sebesar 69,7% dan pemahaman yang salah atau miskonsepsi sebesar 24,24%. Pada pilihan jawaban yang diajukan banyak siswa yang memilih jawaban yang benar (14 siswa). Namun pilihan alasan masih tersebar dengan terpilihnya semua pilihan alasan yang diajukan.

Meskipun HIV sudah marak dibicarakan dalam kehidupan sehari-hari ternyata siswa masih belum mengetahui hakikat penyakit tersebut. Hal ini ditunjukkan dengan tingkat pemahaman 3,03% artinya hanya ada satu responden yang dapat menjawab dengan benar dari semua jumlah responden. Hasil ujicoba dengan kriteria lack of knowledge juga masih tinggi sebesar 57,6%. Miskonsepsi terjadi sebesar 36,4% . Pilihan alasan yang diajukan sebagian besar dipilih oleh responden kecuali pilihan alasan nomor 8 dan 9.

Berdasarkan hasil eksplorasi diketahui bahwa miskonsepsi tertinggi pada konsep sistem kekebalan tubuh manusia (48,5%) terdapat pada soal nomor 2 yang menanyakan bagian sistem kekebalan dan nomor 4 mekanisme kerja sama kekebalan tubuh. Sementara itu, tingkat miskonsepsi terendah terdapat pada soal nomor 1 dan 8 (24,24%) yang penyebab manusia terserang penyakit dan autoimun.. Hasil ini dapat dikatakan kontradiktif karena kedua soal sebenarnya berada pada konsep yang sama

yaitu mengenai imunisasi. Siswa belum dapat membedakan secara jelas antara kekebalan alami yang diperoleh maupun kekebalan buatan untuk jangka panjang selama hidupnya.

Lack of knowledge dapat dengan jelas dipisahkan dengan miskonsepsi melalui pilihan tingkat keyakinan. Pengetahuan siswa yang kurang dapat diketahui dari ketidakyakinan siswa dalam memberikan jawabannya. Jawaban yang diberikan bukanlah merupakan konsep salah yang kuat tertanam. Persentase kurangnya pengetahuan tertinggi terdapat pada soal nomor 3,6, dan 8 .Padahal fenomena tersebut merupakan suatu hal yang biasa terjadi dan dialami oleh masing-masing individu. Bisa jadi karena siswa menganggap hal tersebut sebagai sesuatu yang biasa, maka mereka enggan mencari tahu lebih lanjut.. Berdasarkan asumsi bahwa *lack of knowledge* dan miskonsepsi telah dapat dengan jelas dibedakan, maka penulis menganalisis miskonsepsi yang muncul pada siswa berdasarkan tipenya. Analisis selengkapnya ditunjukkan pada **Tabel 3**. Soal *error* merupakan soal yang mengindikasikan adanya kecerobohan, unsur menebak atau kurangnya minat, perhatian dan pemahaman siswa mengenai cara mengerjakan soal.

Revisi Proposisi

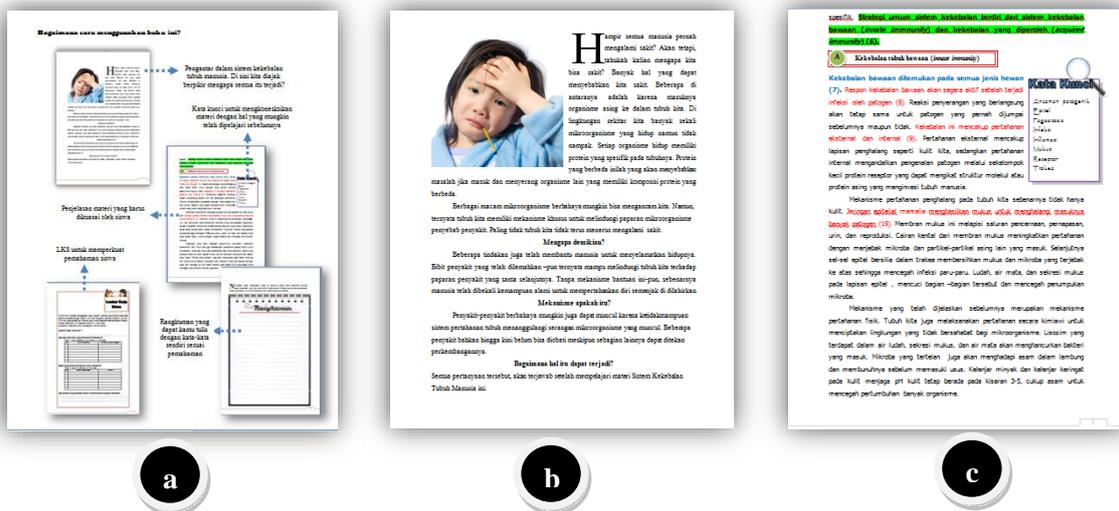
Hasil *judgement* mengkategorikan proposisi yang dibuang berdasarkan tiga alasan. Kriteria pertama karena perulangan kalimat. Hal tersebut akan mengurangi efektivitas siswa dalam menggunakan bahan ajar. Alasan kedua lebih cenderung karena topik yang tidak sesuai dengan konsep yang akan dibahas. Ketiga, banyak di antaranya hanya merupakan penjelas dari struktur makro yang telah disebutkan sebelumnya. Salah satu contoh yaitu “ *Pergerakan molekul MHC dan pengikatan fragmen ke permukaan sel memunculkan pengenalan antigen* (Proposisi nomor 94)” yang dihapus sebagai proposisi

karena merupakan penjelas dari proposisi nomor 93 “Kompleks histokompabilitas mayor (*major histocompatibility complex, MHC*) merupakan sekelompok gen yang menghasilkan protein sel inang yang dapat mengarahkan fragmen antigen ke reseptor sel T”

Desain Bahan Ajar

Bahan ajar dirancang berdasarkan data eksplorasi pengetahuan awal dan judgement proposisi. Pemberian warna yang berbeda pada kalimat yang merupakan proposisi utama, penjelas, dan miskonsepsi umum yang terjadi akan membantu siswa menekankan titik belajarnya. Proposisi tersebut juga dituliskan masih dengan nomor proposisinya. Hal ini sesuai dengan pendapat

Muslich (2010) yang menyatakan bahwa langkah-langkah penggunaan suatu bahan ajar, dalam hal ini tanda-tanda yang ada dalam bahan ajar yang dikembangkan, harus diperhatikan agar dapat berfungsi secara maksimal yang meliputi guru memperkenalkan bahan ajar agar siswa mengenal apa yang akan dipelajarinya sehingga dapat digunakan dengan baik, guru menunjukkan cara penggunaan bahan ajar, siswa harus dilibatkan dalam proses pembelajaran, guru memberikan penjelasan tambahan bila ada uraian yang kurang dipahami siswa, dan variasi pembelajaran harus diperhatikan agar siswa bergairah belajar.



Gambar 2. Desain bahan ajar yang dirancang berdasarkan analisis struktur konten dan pengetahuan awal siswa (a) petunjuk penggunaan bahan ajar, (b) fenomena pengantar, dan (c) proposisi utama dan penjelas dalam bahan ajar yang diwarnai khusus.

Keterbatasan penelitian ini adalah belum terujinya efektivitas bahan ajar yang disusun dalam kegiatan pembelajaran dan efeknya terhadap hasil belajar siswa.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penggalian awal siswa menggunakan soal yang disusun oleh penulis dan dianalisis menggunakan acuan pedoman

analisis miskonsepsi tingkat soal *three-tier* dapat disimpulkan bahwa. Pemahaman tertinggi terdapat pada soal nomor 1,8 dan 9. Miskonsepsi tertinggi terdapat pada soal nomor 2, dan terendah pada soal nomor 4. *Lack of knowledge* tertinggi terdapat pada soal nomor 3,6,dan 8, dan terendah pada soal nomor 1. *Error* tertinggi terdapat pada soal nomor 5 dan 10. Revisi proposisi dilakukan berdasarkan pertimbangan efektivitas

penggunaan kalimat, kesesuaian cakupan materi dan *judgement* proposisi. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk mengetahui efektivitas bahan ajar dalam kegiatan pembelajaran dan pengaruhnya terhadap hasil belajar siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Barke, H, Hazari, I & Yitbarek, S. 2009. *Misconceptions in Chemistry*. New York: Springer.
- Caleon, I & Subramaniam, R. 2010. Development and Application of a Three-Tier Diagnostic Test to Assess Secondary Students' Understanding of Waves. *International Journal of Science Education*, 32 (7), 939-961.
- Campbel, Reece, Urry, Cain, Wasserman, Minorsky & Jackson. 2009. *Biology (Eighth Edition)*. CA: Pearson Education.
- [Depdiknas] Departemen Pendidikan Nasional. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMA.
- Iskandarwassid & Dadang, S. 2008. *Strategi pembelajaran Bahasa*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Kholifah, A.N. 2014. *Efektivitas Guided Discovery Learning untuk Memperbaiki Pemahaman konsep Siswa SMA pada Materi Sistem Imun*. Skripsi. Solo: UNS
- Kirbulut, ZD & Gerban, O. 2014. Using Three-Tier Diagnostic Test To Assess Students' Misconception of States of Matter. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 10 (5), 509-521.
- Kusumah, F.H. 2013. Diagnosis Miskonsepsi Siswa Pada Materi Kalor Menggunakan Three-Tier Test. *Educationist VII* (1), pp. 11-20.
- Muslich M. 2010. *Textbook Writing (Dasar-dasar Pemahaman, Penulisan, dan Pemakaian Buku Teks)*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media.
- Nieberg, K & Gropengiesser, H. 2013. *The Model of Educational Reconstruction: a Framework for the Design of Theory-Based Content Spesific Intervention. The Example of Climate Change*. Netherland : SLO.
- Pesman, H & Eryilmaz, A. 2010. Development of a Three-Tier Test to Assess Misconceptions About Simple Electric Circuits. *The Journal of Educational Research* 103. 208-222.
- Schaffer, D.L. 2013. The Development and Validation of a Three-Tier Diagnostic Test Measuring Pre-Service Elementary Education and Secondary Science Teachers' Understanding the Water Cycle. Dissertation. University of Missouri.
- Viiri, J. & Savinainen, A. 2008. Teaching-learning Sequences: A Comparison of Learning Demand Analysis and Educational Reconstruction. *Latin American Journal of Physics Education* 2 (2), pp 80-86.