



Development of a Four-Tier Multiple-Choice Test on The Concept of Transport Across Membranes

Pengembangan Four-Tier Multiple-Choice Test pada Konsep Transpor Melalui Membran

Brian Ricard Wola^{1*}, Muslimin Ibrahim², Tarzan Purnomo²

¹Pascasarjana Universitas Negeri Surabaya, ²Universitas Negeri Surabaya

The development and use of diagnostic tests in the form of multiple choice four levels in biology learning are still lacking. This study aims to develop a valid and reliable four-tier multiple-choice test instrument to identify the conception profile of high school students on the concept of transport across membranes. The research method is in the form of development research by adapting the Kilic and Saglam models which consist of three stages, namely defining content, obtaining information on student misunderstandings, and developing tests. The research instruments used were validation sheets, test instruments, and interview sheets. Descriptive statistical analysis techniques were used to analyze the data in this study. The results showed that 15 items developed were declared valid and the reliability coefficient of the test was 0.82, including the very reliable category. Thus, it can be concluded that the four-tier multiple-choice test instrument developed has met the validity and reliability requirements to identify the conception profile of high school students about the concept of transport across membranes. The four-tier multiple-choice test developed can be used by high school teachers as an accurate test to identify the conception profile of their students because it can distinguish between students who understand the concept, do not understand the concept, or who experience misconceptions about the concept of transport across membranes.

Keywords: Four-Tier Multiple-Choice Test, Misconceptions, Transport Across Membranes

Pengembangan dan penggunaan tes diagnostik berupa pilihan ganda empat tingkat dalam pembelajaran biologi masih kurang dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan instrumen four-tier multiple-choice test yang valid dan reliabel untuk mengidentifikasi profil konsepsi siswa SMA pada konsep transpor melalui membran. Metode penelitian berupa penelitian pengembangan dengan mengadaptasi model Kilic dan Saglam yang terdiri dari tiga tahap, yaitu mendefinisikan konten, memperoleh informasi kesalahpahaman siswa, dan mengembangkan tes. Instrumen penelitian yang digunakan, yaitu lembar validasi, instrumen tes, dan lembar wawancara. Teknik analisis statistik deskriptif digunakan untuk menganalisis data dalam penelitian ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 15 butir tes yang dikembangkan dinyatakan valid dan koefisien reliabilitas tes sebesar 0,82 termasuk kategori sangat reliabel. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa instrumen four-tier multiple-choice test yang dikembangkan telah

OPEN ACCESS

ISSN 2540-9859 (online)

Edited by:

Noly Shofiyah

***Correspondence:**

Brian Ricard Wola
brian.18009@mhs.unesa.ac.id

Received: 18-09-2020

Accepted: 28-11-2020

Published: 30-11-2020

Citation:

Wola BR, Ibrahim M and Purnomo T
(2020) Development of a Four-Tier
Multiple-Choice Test on The
Concept of Transport Across
Membranes.
SEJ (Science Education Journal).
4:2.
doi: 10.21070/sej.v4i2.878

memenuhi syarat validitas dan reliabilitas untuk mengidentifikasi profil konsepsi siswa SMA tentang konsep transpor melalui membran. Four-tier multiple-choice test yang telah dikembangkan dapat digunakan oleh guru SMA sebagai tes yang akurat untuk mengidentifikasi profil konsepsi siswanya karena dapat membedakan siswa yang paham konsep, tidak paham konsep, maupun yang mengalami miskonsepsi pada konsep transpor melalui membran.

Kata Kunci: Miskonsepsi, Transpor melalui Membran, Four-Tier Multiple-Choice Test

PENDAHULUAN

Biologi merupakan salah satu ilmu yang sangat erat dengan fenomena alam dan memiliki konsep yang abstrak, kompleks, serta terdapat banyak istilah yang sulit dipahami siswa (Hasyim et al. (2018)). Fotosintesis, ekologi, genetika, sintesis protein, klasifikasi makhluk hidup, difusi dan osmosis, reproduksi sel, dan sistem transpor pada manusia dan tumbuhan merupakan beberapa contoh topik dalam biologi yang konsep-konsepnya disalahpahami oleh siswa (Odom and Barrow (1995) ; Tekkaya (2002) ; Sesli and Kara (2012)); Ainiyah et al. (2018)). Kelemahan siswa dalam memahami konsep-konsep merupakan salah satu faktor penyebab rendahnya hasil belajar (Yoanita and Akhlis (2015)). Hal ini karena konsep berperan sebagai sebuah blok bangunan struktur kognitif seseorang yang kemudian memainkan peran penting dalam membuat proses belajar menjadi efektif, bermakna, dan bertahan lama (Malatyali and Yilmaz (2010)). Bahkan, dalam pembelajaran sains siswa diharapkan dapat menerapkan konsep yang telah dipelajari (Hartanti et al. (2017)). Oleh sebab itu, identifikasi dan analisis terhadap konsepsi siswa penting untuk dilakukan sebagai langkah awal dalam mengatasi masalah kesalahpahaman konsep.

Berbagai tes diagnostik telah dikembangkan dan digunakan oleh para peneliti untuk mengidentifikasi konsepsi siswa. Penelitian yang dilakukan oleh (Gurel et al. (2015)) terhadap artikel-artikel ilmiah yang terbit antara tahun 1980 sampai 2014 tentang tes diagnostik yang sering digunakan untuk identifikasi miskonsepsi siswa menunjukkan bahwa dari 273 artikel yang diteliti, 53% menggunakan metode wawancara, 34% menggunakan tes jawaban terbuka, 32% menggunakan tes pilihan ganda, 13% menggunakan tes pilihan ganda bertingkat, dan 9% metode lainnya. Penelitian sejenis juga dilakukan oleh (Soeharto et al. (2019)) terhadap 111 artikel ilmiah yang terbit dari tahun 2015 sampai 2019 yang melaporkan tentang tes diagnostik yang sering digunakan untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa dalam pembelajaran sains. Lebih lanjut, penelitian tersebut menunjukkan bahwa 10,74% menggunakan wawancara, 23,97% menggunakan tes pertanyaan terbuka, 32,23% menggunakan pilihan ganda, 9,92% menggunakan tes pilihan ganda dua tingkat (*two-tier test*), 16,53% menggunakan tes pilihan ganda tiga tingkat (*three-tier test*), 4,13% menggunakan tes pilihan ganda empat tingkat (*four-tier test*), dan 2,48% menggunakan tes bertingkat lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan tes diagnostik berupa pilihan ganda empat tingkat masih sedikit dan perlu ditingkatkan. Oleh sebab itu, perlu dikembangkan tes pilihan ganda empat tingkat.

Tes diagnostik berupa pilihan ganda bertingkat telah dikembangkan pada berbagai topik biologi, mulai dari *two-tier test* (Lin (2004) ; Kilic and Saglam (2009) ; Hayala et al. (2019)), *three-tier test* (Saat et al. (2016) ; Ainiyah et al. (2018) ; Suwono et al. (2019)), dan *four-tier test* (Fariyani et al. (2015) ; Pakpahan et al. (2020) ; Diella and Adrian-syah (2020)). Penelitian pengembangan tes diagnostik terse-

but terbukti tidak hanya membantu dalam mengidentifikasi miskonsepsi siswa, tetapi juga dapat mengungkap profil konsepsi siswa. Meskipun demikian, masing-masing tes diagnostik tersebut tentunya memiliki kelebihan dan kekurangan.

Pada tes dua tingkat (*two-tier test*) belum terdapat tingkat keyakinan yang dapat dipilih siswa untuk menyatakan keyakinannya terhadap jawaban maupun keyakinannya dalam memberi alasan terhadap jawaban, sehingga tidak bisa membedakan jawaban benar karena paham konsep atau menebak dan tidak dapat membedakan jawaban salah karena tidak paham konsep atau miskonsepsi. Tes tiga tingkat (*three-tier test*) telah memiliki tingkat keyakinan, namun hanya mengukur tingkat keyakinan alasan saja sehingga tes ini bisa saja menentukan terlalu rendah bagian proporsi paham konsep dan menentukan terlalu tinggi skor peserta paham konsep (Gurel et al. (2015)). Tes empat tingkat (*four-tier test*) telah terdapat tingkat keyakinan jawaban dan juga tingkat keyakinan alasan yang mampu mengungkap secara mendalam tentang pemahaman konsep siswa. Hal ini senada dengan yang dinyatakan oleh (Fariyani et al. (2015)) bahwa keunggulan tes diagnostik empat tingkat (*four-tier test*) yaitu dapat membedakan tingkat keyakinan jawaban dan tingkat keyakinan alasan, lebih dalam mendiagnosis miskonsepsi siswa, menentukan bagian mana pada suatu materi yang membutuhkan penguatan, dan hasilnya dapat digunakan dalam merencanakan pembelajaran yang bertujuan mengurangi miskonsepsi siswa. Berdasarkan penjelasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa *four-tier test* merupakan alat diagnostik yang paling baik untuk mengidentifikasi profil konsepsi siswa.

Berdasarkan hasil wawancara peneliti dengan guru biologi di SMA Negeri 1 Ratahan terungkap bahwa materi pokok sel merupakan materi yang paling sulit dipahami siswa kelas XI IPA. Lebih lanjut, diketahui bahwa hasil ulangan harian siswa pada materi pokok sel menunjukkan sebagian besar masih belum mencapai nilai KKM yang ditetapkan, yaitu 70. Hal ini karena sub-submateri yang dipelajari yaitu komponen kimia sel, struktur dan fungsi sel, transpor melalui membran sel, reproduksi sel, dan sintesis protein bersifat abstrak yaitu tidak dapat diamati secara langsung oleh mata telanjang. Selain itu, materi pokok sel juga memiliki banyak istilah baru yang tidak akrab di telinga siswa. Guru juga mengungkapkan bahwa belum memiliki tes diagnostik, padahal (Treagust (1988)) menyatakan bahwa penggunaan tes diagnostik pada awal atau akhir sebuah topik sains tertentu membantu guru mendapatkan informasi tentang pengetahuan siswa dan kemungkinan miskonsepsi yang terjadi.

Berdasarkan hal-hal tersebut, jelas bahwa perlu adanya instrumen tes diagnostik untuk mengidentifikasi konsepsi siswa pada materi pokok sel. Peneliti kemudian membatasi identifikasi konsepsi siswa pada konsep transpor melalui membran, sehingga tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan instrumen *four-tier multiple-choice test* yang valid dan reliabel untuk mengidentifikasi profil konsepsi siswa SMA pada konsep transpor melalui membran.

METODE PENELITIAN

Penyusunan instrumen tes dilakukan di Pascasarjana Universitas Negeri Surabaya pada bulan Januari – April 2020. Kegiatan uji coba dilakukan terhadap 30 orang siswa kelas XI IPA di SMA Negeri 1 Ratahan yang ada di Kabupaten Minahasa Tenggara pada bulan Mei 2020 untuk memperoleh nilai koefisien reliabilitas tes. Berdasarkan jenis kelamin, siswa sebagai subjek uji coba terdiri dari 37% laki-laki dan 63% perempuan. Siswa dipilih secara acak dengan pertimbangan bahwa semua telah mempelajari materi pokok sel dan memiliki kemampuan kognitif yang heterogen.

Penelitian ini merupakan jenis penelitian pengembangan dengan mengadaptasi model (Kilic and Saglam (2009)) yang terdiri dari tiga tahap, yaitu tahap pertama mendefinisikan konten, tahap kedua memperoleh informasi kesalahpahaman siswa, dan tahap ketiga mengembangkan tes. Tahap mendefinisikan konten terdiri atas: studi lapangan, menentukan konsep, menginventarisasi konsep, dan mengkaji pustaka. Studi lapangan dilakukan melalui kegiatan wawancara dengan guru mata pelajaran biologi untuk menentukan konsep esensial apa yang akan diidentifikasi, menjajaki keberadaan miskonsepsi, kemudian meninjau Kompetensi Dasar (KD) yang terkait. Selanjutnya peneliti menginventarisasi konsep-konsep yang tercakup pada konsep esensial yang telah ditentukan sebelumnya dalam bentuk peta konsep. Setelah itu, peneliti mengkaji pustaka untuk menguraikan konsep-konsep yang terinventarisasi secara rinci sebagai acuan konsep yang benar dan mengumpulkan informasi mengenai karakteristik profil konsepsi seseorang.

Tahap memperoleh informasi kesalahpahaman siswa dilakukan dengan cara mengkaji kesalahan-kesalahan konsepsi siswa yang telah dilaporkan sebelumnya pada artikel-artikel penelitian dan karya tulis ilmiah lainnya. Terakhir tahap mengembangkan tes, peneliti menyusun kisi-kisi soal, menyusun *four-tier multiple-choice test*, dan menetapkan kriteria penilaian sehingga menghasilkan draf I *four-tier multiple-choice test*. Draf I tersebut selanjutnya divalidasi oleh dua dosen ahli dengan mengisi lembar validasi untuk mendapatkan skor validitas tes ditinjau dari aspek materi, aspek konstruksi, dan aspek bahasa (Depdiknas (2008)) seperti ditunjukkan pada Tabel 1 . Setelah melewati validasi ahli, instrumen tes direvisi berdasarkan tanggapan yang validator tulis pada lembar validasi dan menjadi draf II *four-tier multiple-choice test*. Selanjutnya dilakukan uji coba pada subjek sejumlah 30 orang siswa kelas XI IPA. Data hasil uji coba tersebut dianalisis untuk menguji reliabilitas tes menggunakan rumus Kuder-Richardson 20 (KR-20).

[Table 1 about here.]

Teknik pengumpulan data meliputi teknik wawancara, angket, dan tes. Instrumen penelitian yang digunakan, yaitu lembar wawancara, lembar validasi, dan instrumen tes. Wawancara dilakukan secara semiterstruktur kepada guru untuk mendapatkan informasi tentang materi pokok apa yang paling sulit

dipahami dan berpotensi siswa mengalami kesalahan konsepsi di semester gasal kelas XI IPA. Lembar validasi dibagikan kepada validator untuk mengetahui kelayakan tes yang dikembangkan. Instrumen tes berupa lembar *four-tier multiple-choice test* diujicobakan kepada siswa untuk memperoleh data kuantitatif berupa skor tes siswa, nilai koefisien reliabilitas tes dan profil konsepsi siswa. Dalam hal ini, profil konsepsi siswa adalah persentase siswa yang masuk kriteria paham konsep, tidak paham konsep, dan miskonsepsi. Pengambilan keputusan tentang profil konsepsi siswa merujuk kepada kriteria seperti pada Tabel 2 .

[Table 2 about here.]

Teknik analisis data statistik deskriptif digunakan dalam penelitian ini untuk menganalisis data yang terkumpul dari lembar validasi dan lembar jawaban siswa dalam bentuk deskriptif persentase. Analisis data yang dilakukan meliputi analisis validitas dan analisis reliabilitas tes. Penilaian validitas tes berdasarkan aspek materi, konstruksi, dan bahasa dilakukan terhadap setiap butir tes oleh dua dosen ahli sebagai validator. Dalam hal penilaian setiap aspek validitas, validator memberikan respon sesuai skala Likert seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3 , kemudian dihitung skor rata-ratanya.

[Table 3 about here.]

Setelah skor rata-rata butir tes diperoleh, selanjutnya ditentukan kategori kevalidan butir tes apakah sangat valid, valid, kurang valid, atau tidak valid. Kevalidan butir tes dilakukan berdasarkan kriteria interpretasi skor seperti pada Tabel 4 .

[Table 4 about here.]

Berdasarkan kriteria tersebut, butir tes yang dikembangkan dinyatakan valid dan layak digunakan apabila mencapai skor minimal 2,51. Setelah semua butir tes dihitung skornya dan ditentukan kategorinya, selanjutnya tentukan modus kategori kevalidan instrumen tes secara keseluruhan, yakni jumlah butir tes yang sangat valid, valid, kurang valid, dan tidak valid.

Pengujian reliabilitas tes menggunakan metode konsistensi internal (*internal-consistency methods*) dengan menggunakan rumus Kuder-Richardson 20 (KR-20) dengan pertimbangan bahwa setiap butir tes memiliki tingkat kesukaran yang bervariasi (Kuder and Richardson (1937)). Berdasarkan rumus KR-20 tersebut, varians total harus diketahui terlebih dahulu untuk menyelesaikan perhitungan koefisien reliabilitas. Setelah nilai koefisien reliabilitas instrumen diketahui, selanjutnya diinterpretasikan ke dalam kriteria penafsiran derajat reliabilitas tes oleh (Arikunto (2010)). Berdasarkan kriteria tersebut, tes yang dikembangkan termasuk reliabel apabila mencapai koefisien reliabilitas minimal 0,60.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Four-Tier Multiple-Choice Test yang dikembangkan

Penelitian ini menghasilkan produk berupa instrumen tes diagnostik berbentuk tes pilihan ganda empat tingkat (*four-tier multiple-choice test*) yang berfungsi untuk mengidentifikasi profil konsepsi siswa SMA pada konsep transpor melalui membran. *Four-tier multiple-choice test* yang peneliti kembangkan mengadopsi tes diagnostik yang dikembangkan oleh (Caleon and Subramaniam (2010)). Komponen instrumen tes secara garis besar dapat dilihat pada Tabel 5. Karakteristik *four-tier multiple-choice test*, yaitu soal pilihan ganda dengan empat pengecoh dan satu kunci jawaban pada tingkat pertama untuk mengecek konsepsi siswa apakah benar atau salah, tingkat keyakinan siswa memilih jawaban pada tingkat dua untuk melihat resistansi siswa terhadap konsepsinya, tiga pilihan alasan yang telah ditentukan dan satu alasan terbuka pada tingkat ketiga untuk mengetahui argumen siswa terhadap konsepsinya, dan tingkat keyakinan siswa memilih alasan pada tingkat keempat untuk melihat resistansi siswa terhadap argumennya.

[Table 5 about here.]

Tingkat keyakinan menggunakan kualitas kepastian jawaban responden atau *Certainty of Response Index* (CRI) dengan skala 0-5 yang dikembangkan oleh (Hasan et al. (1999)). Tingkat keyakinan tergolong tinggi apabila siswa memilih skala 3 (yakin), skala 4 (sangat yakin), atau skala 5 (sangat yakin sekali). Sebaliknya, tingkat keyakinan rendah apabila siswa memilih skala 0 (hanya menebak), 1 (sangat tidak yakin), atau 2 (tidak yakin). Tes berjumlah 15 butir tes dengan 15 indikator soal yang mengacu pada evaluasi terhadap elemen konsep, yaitu nama konsep, definisi, atribut (ciri spesifik/ciri esensial), contoh, dan nilai (Ibrahim (2012)). Contoh butir tes yang telah berhasil dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 1.

[Figure 1 about here.]

Validitas Four-Tier Multiple-Choice Test

Instrumen tes yang telah dikembangkan divalidasi oleh dua orang dosen yang ahli dalam tes diagnostik dan biologi sel. Validator memberi penilaian berdasarkan kriteria yang telah ditentukan, yaitu nilai 1 artinya tidak setuju, 2 artinya kurang setuju, 3 artinya setuju, dan 4 artinya sangat setuju. Hasil validasi memberikan informasi tentang tingkat validitas sebagai acuan kelayakan *four-tier multiple-choice test* ditinjau dari aspek materi (Tabel 6), aspek konstruksi (Tabel 7), dan aspek bahasa (Tabel 8).

Validitas Materi

[Table 6 about here.]

Penilaian terhadap validitas materi diperoleh skor 3,69 masuk kategori sangat valid dengan rincian 2 butir tes kategori valid dan 13 butir tes kategori sangat valid. Dengan demikian, butir tes yang dikembangkan dinyatakan telah memenuhi syarat validitas materi sehingga layak untuk digunakan. Keputusan terhadap kategori validitas tes ini sesuai dengan kriteria interpretasi skor pada Tabel 4 bahwa instrumen tes dinyatakan valid apabila mencapai skor minimal 2,51. Hal ini menunjukkan bahwa isi tes yang dikembangkan telah sesuai dengan Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Pelajaran Biologi kelas XI SMA/MA pada Kurikulum 2013. (Arikunto (2015)) menyatakan validitas materi atau isi adalah validitas yang dilihat dari segi isi tes apakah isinya telah mewakili secara representatif terhadap keseluruhan materi atau bahan pelajaran yang diujikan.

Validitas Konstruksi

[Table 7 about here.]

Penilaian terhadap validitas konstruksi diperoleh skor 3,66 masuk kategori sangat valid dengan rincian 3 butir tes kategori valid dan 12 butir tes kategori sangat valid. Dengan demikian, butir tes yang dikembangkan dinyatakan telah memenuhi syarat validitas konstruksi sehingga layak untuk digunakan. Keputusan terhadap kategori validitas tes ini sesuai dengan kriteria interpretasi skor pada Tabel 4 bahwa instrumen tes dinyatakan valid apabila mencapai skor minimal 2,51. Hal ini karena tes yang dikembangkan sesuai dengan aspek berpikir dan konstruksi soal yang benar. Pendapat senada dinyatakan oleh (Surapranata (2004)) bahwa "tes yang memenuhi validitas konstruk memiliki soal-soal yang dapat mengukur setiap aspek berpikir tepat seperti yang ada dalam standar kompetensi, kompetensi dasar, dan indikator".

Validitas Bahasa

[Table 8 about here.]

Penilaian terhadap validitas bahasa diperoleh skor 3,74 masuk kategori sangat valid dengan rincian 3 butir tes kategori valid dan 12 butir tes kategori sangat valid. Dengan demikian, butir tes yang dikembangkan dinyatakan telah memenuhi syarat validitas bahasa sehingga layak untuk digunakan. Keputusan terhadap kategori validitas tes ini sesuai dengan kriteria interpretasi skor pada Tabel 4 bahwa instrumen tes dinyatakan valid apabila mencapai skor minimal 2,51. Hal ini karena tes yang dikembangkan telah memenuhi syarat kelugasan dalam penyampaian pesan.

Berdasarkan hasil validasi, dapat diketahui bahwa tidak ada butir tes yang ditolak. Meskipun demikian, terdapat skor 2 (kurang setuju) dan skor 1 (tidak setuju) yang diberikan validator sebagai respon terhadap bagian-bagian tertentu pada butir tes yang dinilai masih kurang sehingga perlu untuk dilakukan perbaikan. Butir-butir tes tersebut mendapat penilaian kurang karena masih terdapat penggunaan istilah dan penulisan ejaan yang perlu diperbaiki. Pada lembar validasi juga terdapat tanggapan validator yang digunakan sebagai bahan revisi untuk memperbaiki tes yang dikembangkan. Revisi dan perbaikan yang dilakukan peneliti terhadap tanggapan validator selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 9.

[Table 9 about here.]

Reliabilitas *Four-Tier Multiple-Choice Test*

Reliabilitas adalah ketetapan atau ketelitian suatu alat evaluasi (Arikunto (2015)). Perhitungan koefisien reliabilitas berdasarkan hasil uji coba tes menggunakan rumus KR-20 menunjukkan nilai sebesar 0,82 sehingga tes dinyatakan sangat reliabel. Hal ini sesuai dengan kriteria penafsiran derajat reliabilitas tes oleh (Arikunto (2010)) yang menyatakan bahwa instrumen tes dinyatakan reliabel apabila mencapai koefisien reliabilitas minimal 0,60. Dengan demikian, tes diagnostik berupa *four-tier multiple-choice test* ini memiliki karakteristik yang ajeg untuk digunakan dalam mengidentifikasi profil konsepsi siswa SMA pada konsep transpor melalui membran. Penelitian sejenis pada konsep berbeda yang dikembangkan oleh (Diella and Adriansyah (2020)) memperoleh nilai reliabilitas 0,73. Begitu juga dengan penelitian oleh (Sarafina et al. (2020)) yang mengembangkan tes diagnostik empat tingkat dengan reliabilitas tes sebesar 0,57. Hasil penelitian selanjutnya oleh Fariyani et al. (2015) juga memperoleh nilai reliabilitas 0,98 untuk tes diagnostik empat tingkat yang mereka kembangkan. Begitu juga dengan penelitian tentang tes diagnostik empat tingkat oleh Negoro and Karina (2019) yang memperoleh nilai reliabilitas 0,76. Beberapa hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa tes diagnostik berupa tes pilihan ganda empat tingkat dalam penelitian ini juga termasuk layak. Rekap hasil perhitungan reliabilitas *four-tier multiple-choice test* dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 10.

[Table 10 about here.]

REFERENCES

- Ainiyah, M., Ibrahim, M., and Hidayat, M. T. (2018). The profile of student misconception on the human and plant transport systems. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* 947, 1–6.
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*, and others (ed.) (Jakarta: Rineka Cipta).
- Arikunto, S. (2015). *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan* (Jakarta: Bumi Aksara).
- Caleon, I. S. and Subramaniam, R. (2010). Do students know what they know and what they don't know? Using a four-tier diagnostic test to assess the nature of students' alternative conceptions. *Research in Science Education* 40, 313–337.
- Depdiknas (2008). *Panduan Penulisan Butir Soal*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Diella, D. and Adriansyah, R. (2020). Pengembangan four-tier diagnostic test konsep ekosistem: validitas dan reliabilitas instrumen. *Biodik: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi* 6, 1–11. doi: <https://doi.org/10.22437/bio.v6i1.8093>.
- Fariyani et al. (2015). Pengembangan four-tier diagnostic test untuk mengungkap miskonsepsi fisika siswa SMA kelas X. *Journal of Innovative Science Education* 4, 41–49.
- Gurel, D. K., Eryilmaz, A., and McDermott, L. C. (2015). A Review and Comparison of Diagnostic Instruments to Identify Students' Misconceptions in Science. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education* 11, 989–1008. doi: [10.12973/eurasia.2015.1369a](https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1369a).
- Hartanti et al. (2017). Pengembangan perangkat pembelajaran penemuan terbimbing berbantuan mikroskop sederhana untuk melatih keterampilan proses sains dan pemahaman konsep materi sistem organisasi kehidupan pada siswa SMP. *Jurnal Penelitian Pendidikan Sains (JPPS)* 7, 1397–1408.
- Hasan, S., Bagayoko, D., and Kelley, E. L. (1999). Misconceptions and the Certainty of Response Index (CRI). *Physics Education* 34, 294–299. doi: [10.1088/0031-9120/34/5/304](https://doi.org/10.1088/0031-9120/34/5/304).
- Hasyim, W., Suwono, H., and Susilo, H. (2018). Three-tier to identify students' misconception of human reproduction system. *Jurnal Pendidikan Sains* 6, 48–54. doi: <http://dx.doi.org/10.17977/jps.v6i2.11684>.
- Hayala, Y., Arifin, A., Satar, S., et al. (2019). Identification of biology student's misconception in Makassar State University on cell biology by applying two-tier MCQS method. *IOP Publishing: Journal of Physics: Conference Series* 1387 (012004), 1–11. doi: [10.1088/1742-6596/1387/1/012004](https://doi.org/10.1088/1742-6596/1387/1/012004).
- Ibrahim, M. (2012). *Konsep, Miskonsepsi, dan Cara Pembelajarannya* (Surabaya: UNESA University Press).
- Kilic, D. and Saglam, N. (2009). Development of a two-tier diagnostic test concerning genetics concepts: the study of validity and reliability. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 1, 2685–2686. doi: [10.1016/j.sbspro.2009.01.474](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2009.01.474).
- Kuder, G. F. and Richardson, M. W. (1937). The theory of the estimation of test reliability. *Psychometrika* 2, 151–160. doi: <https://doi.org/10.1007/BF02288391>.
- Lin, S. (2004). Development and application of a two-tier diagnostic test for high school students' understanding of flowering plant growth and development. *Int*

KESIMPULAN

Instrumen *four-tier multiple-choice test* yang dikembangkan terdiri dari kisi-kisi soal, lembar tes dan petunjuk pengerjaan, lembar jawaban siswa, kunci jawaban, dan kriteria penilaian yang terdiri dari pedoman penskoran dan pedoman interpretasi jawaban. Tes berjumlah 15 butir soal yang terdiri 15 indikator soal yang mengacu pada evaluasi terhadap elemen konsep dalam hal ini konsep transpor melalui membran. Validator menyatakan bahwa tes telah valid berdasarkan aspek materi, konstruksi, dan bahasa. Butir tes yang terdapat didalamnya reliabel, artinya memiliki karakteristik yang ajeg untuk digunakan dalam mengidentifikasi profil konsepsi siswa. Hal-hal tersebut membuktikan bahwa *four-tier multiple-choice test* yang dikembangkan telah valid dan reliabel untuk mengidentifikasi profil konsepsi siswa pada materi pokok sel. Instrumen tes diagnostik berupa *four-tier multiple-choice test* ini dikembangkan bagi guru biologi SMA untuk mengidentifikasi profil konsepsi siswanya sehingga dapat membedakan siswa yang paham konsep, tidak paham konsep, maupun yang mengalami miskonsepsi pada konsep transpor melalui membran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada Prof. Dr. Endang Susantini, M.Pd. dan Dr.sc.agr. Yuni Sri Rahayu, M.Si selaku validator yang telah memvalidasi dan memberikan masukan terhadap butir-butir tes yang dikembangkan. Terima kasih kepada Very Wanta, S.Pd., M.M. selaku Kepala SMAN 1 Ratahan dan Deytris Mawu, S.Pd. selaku guru biologi yang telah memberikan ijin dan membantu penulis dalam pengambilan data penelitian. Terima kasih juga kepada pimpinan Pascasarjana UNESA atas dukungan yang diberikan.

- J Sci Math Educ* 2, 175–199. doi: <https://doi.org/10.1007/s10763-004-6484-y>.
- Malatyali, E. and Yilmaz, K. (2010). The importance of concepts in the constructivist learning process: An examination of concepts from pedagogical angle. *The Journal of International Social Research* 3, 320–332.
- Negoro, R. A. and Karina, V. (2019). *Development of a four-tier diagnostic test for misconception of oscillation and waves. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Fisika (JPPPF)* 5, 69–76. doi: <https://doi.org/10.21009/1.05201>.
- Odom, A. L. and Barrow, L. H. (1995). Development and application of a two-tier diagnostic test measuring college biology students' understanding of diffusion and osmosis after a course of instruction. *Journal of Research in Science Teaching* 32, 45–61. doi: [10.1002/tea.3660320106](https://doi.org/10.1002/tea.3660320106).
- Pakpahan, T. R., Hernawati, D., Adriansyah, and R (2020). Analisis miskonsepsi peserta didik pada materi sistem saraf menggunakan four-tier diagnostic test. *BIOEDUSCIENCE Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains* 4, 27–36. doi: <https://doi.org/doi:10.29405/j.bes/4127-364844>.
- Riduwan (2012). *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian* (Bandung: Alfabeta).
- Saat, R. M., Fadzil, H. M., Aziz, N. A. A., Haron, K., Rashid, K. A., and Shamsuar, N. R. (2016). Development of an online three-tier diagnostic test to assess pre-university students' understanding of cellular respiration. *Journal of Baltic Science Education* 15, 532–546.
- Sesli, E. and Kara, Y. (2012). Development and application of a two-tier multiple-choice diagnostic test for high school students' understanding of cell division and reproduction. *Journal of Biological Education* 46, 1–12.
- Soeharto, C., Sarimanah, B., Dewi, E., Sabri, F. I., and T (2019). A review of students' common misconceptions in science and their diagnostic assessment tools. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia* 8, 247–266.
- Surapranata (2004). *Analisis, Validitas, Reliabilitas dan Interpretasi Hasil Tes* (Bandung: Rosda).
- Suwono, H., Prasetyo, T. I., Lestari, U., Lukiati, B., Fachrunnisa, R., Kusairi, S., et al. (2019). Cell biology diagnostic test (CBD-Test) portrays pre-service teacher misconceptions about biology cell. *Journal of Biological Education*.
- Syarafina, M., Prayitno, Z., and A, T. (2020). Penerapan soal four tier untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa pada materi aktivitas jantung dan pembuluh darah. *BIOSEFER: Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi* 5, 6–13.
- Tekkaya, C. (2002). Misconceptions as barrier to understanding biology. *Hacettepe Universitesi Egitim Fakultesi Dergisi* 23, 259–266.
- Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education* 10, 159–169. doi: [10.1080/0950069880100204](https://doi.org/10.1080/0950069880100204).
- Yoanita, P. and Akhlis, I. (2015). Pengembangan e-diagnostic test untuk identifikasi tingkat pemahaman konsep siswa smp pada tema optik dan penglihatan. *Unnes Science Education Journal* 4, 815–822.

Conflict of Interest Statement: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright © 2020 Wola, Ibrahim and Purnomo. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

LIST OF TABLES

1	Kriteria Penilaian Butir Instrumen (Depdiknas (2008))	85
2	Kriteria Interpretasi Jawaban Pada Four-Tier Multiple-Choice Test (Gurel et al. (2015))	86
3	SkalaLikert Penilaian Validator (diadaptasi dari (Riduwan (2012))	87
4	Kriteria Interpretasi Skor (Riduwan (2012))	88
5	Garis Besar Produk Four-Tier Multiple-Choice Test yang dikembangkan	89
6	Hasil Validasi Aspek Materi Four-Tier Multiple-Choice Test Konsep Transpor Melalui Membran	90
7	Hasil Validasi Aspek Konstruksi Four-Tier Multiple-Choice Test Konsep Transpor Melalui Membran	91
8	Hasil Validasi Aspek Bahasa Four-Tier Multiple-Choice Test Konsep Transpor Melalui Membran	92
9	Tanggapan Validator dan Revisi	93
10	Rekapan Perhitungan Reliabilitas Four-Tier Multiple-Choice Test Konsep Transpor Melalui Membran	95

TABLE 1 | Kriteria Penilaian Butir Instrumen ([Depdiknas \(2008\)](#))

Aspek	Kriteria Penilaian
Materi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Soal sesuai dengan indikator 2. Pilihan jawaban homogen dan logis 3. Pilihan alasan homogen dan logis 4. Isi materi sesuai dengan jenjang, jenis sekolah dan tingkatan kelas
Konstruksi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pokok soal dirumuskan dengan singkat, jelas dan tegas 2. Pilihan jawaban dirumuskan dengan singkat dan jelas 3. Rumusan pokok soal dan pilihan jawaban merupakan pernyataan yang diperlukan 4. Pilihan alasan dirumuskan dengan singkat dan jelas 5. Pokok soal tidak mengandung pernyataan yang bersifat negatif ganda 6. Panjang pilihan jawaban relatif sama 7. Panjang pilihan alasan relatif sama 8. Pasangan pilihan jawaban dan alasan mengindikasikan adanya alternatif terjadinya miskonsepsi 9. Gambar, bagan, sejenisnya disajikan secara jelas
Bahasa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kalimat menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia 2. Menggunakan bahasa yang komunikatif, sehingga mudah dimengerti 3. Tidak menggunakan bahasa yang berlaku setempat 4. Pilihan jawaban tidak mengulang kata atau frase yang terdapat pada pokok soal

TABLE 2 | Kriteria Interpretasi Jawaban Pada Four-Tier Multiple-Choice Test (Gurel et al. (2015))

I	Tingkat (Tier)			Keputusan
	II	III	IV	
Benar	Yakin	Benar	Yakin	Paham Konsep
Benar	Yakin	Benar	Tidak Yakin	Tidak Paham Konsep
Benar	Tidak Yakin	Benar	Yakin	Tidak Paham Konsep
Benar	Tidak Yakin	Benar	Tidak Yakin	Tidak Paham Konsep
Benar	Yakin	Salah	Yakin	Miskonsepsi
Benar	Yakin	Salah	Tidak Yakin	Tidak Paham Konsep
Benar	Tidak Yakin	Salah	Yakin	Tidak Paham Konsep
Benar	Tidak Yakin	Salah	Tidak Yakin	Tidak Paham Konsep
Salah	Yakin	Benar	Yakin	Tidak Paham Konsep
Salah	Yakin	Benar	Tidak Yakin	Tidak Paham Konsep
Salah	Tidak Yakin	Benar	Yakin	Tidak Paham Konsep
Salah	Tidak Yakin	Benar	Tidak Yakin	Tidak Paham Konsep
Salah	Yakin	Salah	Yakin	Miskonsepsi
Salah	Yakin	Salah	Tidak Yakin	Tidak Paham Konsep
Salah	Tidak Yakin	Salah	Yakin	Tidak Paham Konsep
Salah	Tidak Yakin	Salah	Tidak Yakin	Tidak Paham Konsep

TABLE 3 | SkalaLikert Penilaian Validator (diadaptasi dari [Riduwan \(2012\)](#))

Kriteria Penilaian	Skor
Sangat Setuju	4
Setuju	3
Kurang Setuju	2
Tidak Setuju	1

TABLE 4 | Kriteria Interpretasi Skor ([Riduwan \(2012\)](#))

Skor	Kategori
3,51 - 4,00	Sangat Valid
2,51 - 3,50	Valid
1,51 - 2,50	Kurang Valid
1,00 - 1,50	Tidak Valid

TABLE 5 | Garis Besar Produk Four-Tier Multiple-Choice Test yang dikembangkan

Komponen Produk	Isi
Kisi-kisi soal Four-Tier Multiple-Choice Test	Jenjang sekolah, mata pelajaran, kelas dan jurusan, materi pokok, bentuk soal, alokasi waktu pengerjaan soal, jumlah soal, KD, konsep, elemen konsep, indikator soal, nomor soal, soal, tingkat kognitif, dan kunci jawaban.
Lembar tes	Judul, jenjang sekolah, kelas, jurusan, mata pelajaran, materi pokok, jumlah soal, durasi waktu, tujuan, petunjuk, 15 butir tes pilihan ganda empat tingkat (four-tier multiple-choice test).
Petunjuk pengerjaan tes	Petunjuk bagi siswa dalam mengerjakan tes.
Lembar jawaban siswa	Nama, kelas, sekolah, kolom nomor soal, kolom jawaban (tier 1), kolom tingkat keyakinan jawaban (tier 2), kolom alasan (tier 3), kolom tingkat keyakinan alasan (tier 4), dan lembar kosong untuk alasan siswa lainnya.
Kunci jawaban	Nomor soal, kunci jawaban pada tier 1 dan kunci jawaban pada tier 3.
Pedoman penskoran	Pedoman dalam menentukan skor tes siswa.
Pedoman interpretasi jawaban	Kriteria interpretasi jawaban siswa pada four-tier multiple-choice test.

TABLE 6 | Hasil Validasi Aspek Materi Four-Tier Multiple-Choice Test Konsep Transpor Melalui Membran

Nomor Soal	Validator		Rata-rata	Kategori
	I	II		
1	3,50	3,75	3,63	Sangat Valid
2	4,00	4,00	4,00	Sangat Valid
3	3,25	4,00	3,63	Sangat Valid
4	3,25	3,75	3,50	Valid
5	3,25	4,00	3,63	Sangat Valid
6	3,25	4,00	3,63	Sangat Valid
7	3,50	3,50	3,50	Valid
8	3,50	4,00	3,75	Sangat Valid
9	3,75	4,00	3,88	Sangat Valid
10	3,75	3,50	3,63	Sangat Valid
11	3,50	4,00	3,75	Sangat Valid
12	3,25	4,00	3,63	Sangat Valid
13	3,75	4,00	3,88	Sangat Valid
14	3,25	4,00	3,63	Sangat Valid
15	3,25	4,00	3,63	Sangat Valid
Total	52,00	58,50	55,30	
Skor Rata-rata	3,47	3,90	3,69	Sangat Valid

TABLE 7 | Hasil Validasi Aspek Konstruksi Four-Tier Multiple-Choice Test Konsep Transpor Melalui Membran

Nomor Soal	Validator		Rata-rata	Kategori
	I	II		
1	3,75	3,50	3,63	Sangat Valid
2	3,75	4,00	3,88	Sangat Valid
3	3,38	4,00	3,69	Sangat Valid
4	3,13	3,75	3,44	Valid
5	3,50	4,00	3,75	Sangat Valid
6	3,25	4,00	3,63	Sangat Valid
7	3,50	3,38	3,44	Valid
8	3,63	4,00	3,82	Sangat Valid
9	3,50	4,00	3,75	Sangat Valid
10	3,63	3,38	3,51	Valid
11	3,50	4,00	3,75	Sangat Valid
12	3,50	4,00	3,75	Sangat Valid
13	3,50	4,00	3,75	Sangat Valid
14	3,75	3,38	3,57	Sangat Valid
15	3,75	3,38	3,57	Sangat Valid
Total	53,02	56,77	54,93	
Skor Rata-rata	3,53	3,78	3,66	Sangat Valid

TABLE 8 | Hasil Validasi Aspek Bahasa Four-Tier Multiple-Choice Test Konsep Transpor Melalui Membran

Nomor Soal	Validator		Rata-rata	Kategori
	I	II		
1	4,00	3,25	3,63	Sangat Valid
2	3,75	4,00	3,88	Sangat Valid
3	3,75	4,00	3,88	Sangat Valid
4	3,25	3,50	3,38	Valid
5	3,25	4,00	3,63	Sangat Valid
6	3,50	4,00	3,75	Sangat Valid
7	3,75	3,50	3,63	Sangat Valid
8	3,50	4,00	3,75	Sangat Valid
9	3,75	4,00	3,88	Sangat Valid
10	3,50	3,75	3,63	Sangat Valid
11	4,00	4,00	4,00	Sangat Valid
12	4,00	4,00	4,00	Sangat Valid
13	4,00	4,00	4,00	Sangat Valid
14	3,75	3,25	3,50	Valid
15	3,75	3,25	3,50	Valid
Total	55,5	56,5	56,04	
Skor Rata-rata	3,70	3,77	3,74	Sangat Valid

TABLE 9 | Tanggapan Validator dan Revisi

Nomor Butir	Tes	Tanggapan Validator		Revisi
		I	II	
1		-	Pilihan alasan B kata “menggunakan” diganti “penggunaan”.	Revisi dilakukan pada pilihan alasan B (tier 3) dari yang sebelumnya “proses ini terjadi karena adanya menggunakan energi”, diperbaiki menjadi “proses ini terjadi karena adanya penggunaan energi”
3	Opsi A sampai E atau kunci direvisi (tier 1).		-	Revisi dilakukan pada pilihan jawaban (<i>tier 1</i>) dari yang sebelumnya: A. perpindahan molekul suatu zat dari daerah berkonsentrasi tinggi ke daerah yang berkonsentrasi rendah B. perpindahan molekul air dari daerah zat terlarut berkonsentrasi rendah ke daerah zat terlarut berkonsentrasi tinggi C. perpindahan molekul suatu zat dari daerah berkonsentrasi tinggi ke daerah yang berkonsentrasi rendah melalui bantuan protein membran D. perpindahan molekul-molekul zat dari tempat berkonsentrasi rendah ke tempat berkonsentrasi tinggi E. pemasukan zat atau molekul dari luar sel ke dalam sel melalui pembungkusan oleh vesikel membran plasma Setelah diperbaiki menjadi: A. perpindahan molekul zat terlarut dari daerah berkonsentrasi tinggi ke daerah berkonsentrasi rendah B. perpindahan molekul air dari daerah berkonsentrasi tinggi ke daerah berkonsentrasi rendah C. perpindahan molekul zat terlarut dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah dibantu protein membran D. perpindahan molekul zat terlarut dari daerah berkonsentrasi rendah ke daerah berkonsentrasi tinggi E. pemasukan molekul zat dari luar sel ke dalam sel melalui pembungkusan oleh vesikel membran plasma
4	Revisi jawaban tier 1 (salah konsep), seharusnya tinggi ke rendah.		-	Revisi dilakukan pada pilihan jawaban B (tier 1) dari yang sebelumnya “perpindahan molekul air dari daerah zat terlarut berkonsentrasi rendah ke daerah zat terlarut berkonsentrasi tinggi”, diperbaiki menjadi “perpindahan molekul air dari daerah berkonsentrasi tinggi ke daerah berkonsentrasi rendah”.
5	Kunci direvisi (tier 1).		-	Revisi dilakukan pada pilihan jawaban D (tier 1) dari yang sebelumnya “perpindahan molekul suatu zat dari daerah berkonsentrasi tinggi ke daerah yang berkonsentrasi rendah melalui bantuan protein membran”, diperbaiki menjadi “perpindahan molekul zat terlarut dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah dibantu protein membran”.
6	Perkuat konsep pada kunci alasan (tier 3)		-	Revisi dilakukan pada pilihan alasan B dari yang sebelumnya “zat bergerak menuruni gradien konsentrasinya supaya tersebar merata”, diperbaiki menjadi “zat yang berdifusi selalu bergerak menuruni gradien konsentrasinya”.

Continued on next page

Table 9 continued

7	-	Saran penulisan untuk pilihan jawaban: A. Pi B. ADP C. NADH D. ATP E. FADH ₂ Untuk pilihan di alasan, sesuaikan.	Revisi dilakukan pada pilihan jawaban (<i>tier 1</i>) dan pilihan alasan (<i>tier 3</i>). Pilihan jawaban (<i>tier 1</i>) sebelumnya: A. fosfat B. adenosin difosfat C. NADH D. adenosin trifosfat E. FADH ₂ Setelah diperbaiki menjadi: A. Pi B. ADP C. NADH D. ATP E. FADH ₂ Selain itu, pilihan alasan (<i>tier 3</i>) sebelumnya: A. protein transpor aktif ketika menerima gugus fosfat dari hidrolisis adenosin trifosfat B. protein transpor tidak aktif ketika melepaskan gugus fosfat ke adenosin difosfat C. protein transport menjadi aktif dan berubah bentuk ketika menerima gugus fosfat Setelah diperbaiki menjadi: A. protein transpor aktif ketika menerima gugus Pi dari hidrolisis ATP B. protein transpor tidak aktif ketika melepaskan gugus Pi ke ADP C. protein transport menjadi aktif dan berubah bentuk ketika menerima gugus Pi
10	-	Cari jawaban selain air karena khawatir bingung dengan proses osmosis. Sesuaikan untuk yang alasan.	Revisi dilakukan pada kunci jawaban tier 1 dan tier 3 dari yang sebelumnya “oksigen” dan “molekul tersebut melintasi membran sel melalui akuaporin”, diperbaiki menjadi “glukosa” dan “molekul tersebut melintasi membran sel melalui protein permease”.
14	-	Kata “disetiap” cek cara tulisnya.	Revisi dilakukan pada pokok soal (<i>tier 1</i>) dari yang sebelumnya “Jika zat pelarut disetiap sisi membran telah mencapai konsentrasi yang sama maka yang akan terjadi adalah”, diperbaiki menjadi “Jika zat pelarut di setiap sisi membran telah mencapai konsentrasi yang sama maka yang akan terjadi adalah”.
15	-	Kata disetiap cek tata tulis.	Revisi dilakukan pada pokok soal (<i>tier 1</i>) dari yang sebelumnya “Jika molekul zat terlarut disetiap sisi membran telah mencapai konsentrasi yang sama maka yang akan terjadi adalah”, diperbaiki menjadi “Jika molekul zat terlarut di setiap sisi membran telah mencapai konsentrasi yang sama maka yang akan terjadi adalah”.

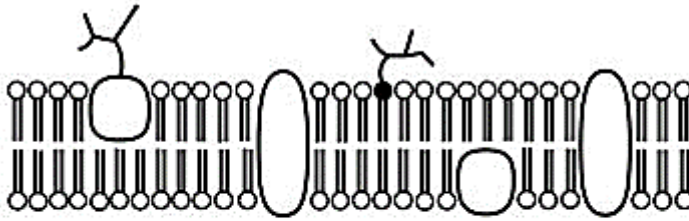
TABLE 10 | Rekap Perhitungan Reliabilitas Four-Tier Multiple-Choice Test Konsep Transpor Melalui Membran

Butir Tes	pi	qi	Kalkulasi
1	0,40	0,60	
2	0,43	0,57	
3	0,63	0,37	
4	0,33	0,67	
5	0,27	0,73	
6	0,17	0,83	Varians Total
7	0,53	0,47	$St^2 = \frac{\sum x_t^2 - \frac{(\sum x_t)^2}{N}}{N}$
8	0,43	0,57	$St^2 = \frac{1081 - \frac{(145)^2}{30}}{30}$
9	0,37	0,63	$St^2 = 12,67$
10	0,17	0,83	Reliabilitas
11	0,20	0,80	$n = \frac{k}{k-1} \left\{ \frac{S_t^2 - \sum p_i q_i}{S_t^2} \right\}$
12	0,23	0,77	$n = \frac{15}{15-1} \left\{ \frac{12,67 - 2,99}{12,67} \right\}$
13	0,17	0,83	$n = 0,82$
14	0,30	0,70	
15	0,20	0,80	
k = 15	$\sum X_t = 145$	\sum	$0,80 \leq r_i \leq 1,00$
N = 30	$\sum X = 1081$	$\sum p_i q_i = 2,99$	$0,80 \leq (0,82) \leq 1,00 \rightarrow$ Sangat Reliabel

LIST OF FIGURES

1	Contoh Soal Four-Tier Multiple-Choice Test Konsep Transpor Melalui Membran yang dikembangkan	97
---	--	----

(Tier 1) Perhatikan gambar struktur sel berikut ini!



Berdasarkan gambar di atas, komponen penyusun struktur tersebut adalah

- selulosa, protein, pektin
- protein, fosfolipid, karbohidrat
- selulosa, silika, glikoprotein
- basa nitrogen, gula pentosa, gugus fosfat
- protein, peptidoglikan, lipopolisakarida

(Tier 2) Apakah kamu yakin jawabanmu sudah benar?

- | | |
|-----------------------|------------------------|
| 0. Hanya menebak | 3. Yakin |
| 1. Sangat tidak yakin | 4. Sangat yakin |
| 2. Tidak yakin | 5. Sangat yakin sekali |

(Tier 3) Alasannya karena

- gambar tersebut adalah dinding sel tumbuhan
- gambar tersebut adalah membran plasma
- gambar tersebut adalah dinding sel prokariotik
- Alasan lainnya:

(Tier 4) Apakah kamu yakin alasanmu sudah tepat?

- | | |
|-----------------------|------------------------|
| 0. Hanya menebak | 3. Yakin |
| 1. Sangat tidak yakin | 4. Sangat yakin |
| 2. Tidak yakin | 5. Sangat yakin sekali |

FIGURE 1 | Contoh Soal Four-Tier Multiple-Choice Test Konsep Transpor Melalui Membran yang dikembangkan