

**PENGEMBANGAN *FIVE TIER DIAGNOSTIC TEST* UNTUK
MENGIDENTIFIKASI MISKONSEPSI SISWA SMA KELAS XI
PADA KONSEP SEL**



TESIS

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Magister
Pendidikan Biologi pada Program Studi Pendidikan Biologi

**Oleh :
Okky Rizkiana Silaban
2307473**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2025**

LEMBAR HAK CIPTA

PENGEMBANGAN *FIVE TIER DIAGNOSTIC TEST* UNTUK MENGIDENTIFIKASI MISKONSEPSI SISWA SMA KELAS XI PADA KONSEP SEL

Oleh :

Okky Rizkiana Silaban

S.Pd Universitas Negeri Medan, 2021

Sebuah Tesis yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Magister Pendidikan (M.Pd) pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

©Okky Rizkiana Silaban 2025

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2025

Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang.

Tesis ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

HALAMAN PENGESAHAN

OKY RIZKIANA SILABAN

**PENGEMBANGAN *FIVE TIER DIAGNOSTIC TEST* UNTUK
MENGIDENTIFIKASI MISKONSEPSI SISWA SMA KELAS XI PADA
KONSEP SEL**

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Dr. Kusnadi, M.Si.
NIP. 196805091994031001

Pembimbing II



Dr. Ana Ratna Wulan, M.Pd.
NIP. 197404171999032001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Pendidikan Biologi



Dr. H. Amprasto, M.Si
NIP. 196607161991011001

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul "Pengembangan *Five Tier Diagnostic Test* untuk Mengidentifikasi Miskonsepsi Siswa SMA Kelas XI pada Konsel Sel" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister pada prodi Pendidikan Biologi, FPMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia.

Tesis ini disusun sebagai bentuk kontribusi akademik dalam bidang pendidikan biologi, sekaligus sebagai wujud kepedulian terhadap miskonsepsi siswa dan untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa pada konsep sel. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan, dukungan, serta bimbingan dari berbagai pihak, penyusunan tesis ini tidak akan berjalan dengan lancar.

Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Kusnadi, M.Si, dan Ibu Dr. Ana Ratna Wulan, M.Pd., selaku dosen pembimbing penulis, atas bimbingan yang sangat berarti, memberikan arahan, kritik, dan motivasi selama proses penulisan tesis ini.
2. Ibu Prof. Dr. Hj. Nuryai Rustaman, M.Pd, dan Ibu Dr. Sariwulan Diana, M.Si, selaku dosen penguji, atas saran dan masukan yang sangat berharga dalam mendukung perbaikan penulisan tesis ini.
3. Bapak Dr. Kusnadi, M.Si selaku dosen pembimbing akademik yang telah membimbing secara akademik dan memberikan dukungan dalam proses perkuliahan.
4. Bapak Dr. Saefudin, M.Si., dan Ibu Dr. Yanti Hamdiyati, M.Si, selaku validator ahli yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun untuk pengembangan instrumen.
5. Siswa/i SMA N 1 Pagaran kelas XI dan XII dan SMA N 1 Cimanggung kelas XI yang telah membantu dalam proses pengembangan instrumen *five tier* sebagai responden validasi dan implementasi.

6. Kepala Sekolah SMAN 1 Pagaran dan SMA N 1 Cimanggung yang telah memberikan izin serta dukungan untuk pelaksanaan penelitian.
7. Teman-teman seperjuangan Magister Pendidikan Biologi angkatan 2023 UPI yang sudah memberikan kehangatan kekeluargaan dan kebersamaan selama proses kuliah.
8. Keluarga dan Sahabat West Youth 4, Leader WY4, AOG 62, PMK Pascasarjana ITB & UPI, Pengurus PMK Pascasarjana ITB & UPI atas dukungan, dan doa yang telah diberikan, sehingga penulis dapat tetap semangat dalam menyelesaikan Tesis.
9. Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) yang telah memberikan kesempatan dan dukungan penuh melalui program beasiswa, sehingga peneliti dapat menempuh pendidikan magister dengan optimal.

Ucapan terima kasih teristimewa penulis sampaikan kepada Ayah Mangarimpun Silaban, Ibu Duma dan saudara/i Alven, Pretty, Rey, dan Dectry atas segala doa, kasih sayang, dan dukungan yang tak pernah putus. Kehadiran dan cinta kalian adalah kekuatan terbesar dalam setiap langkah perjalanan ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, segala bentuk kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi penyempurnaan karya ini. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan menjadi bahan referensi bagi penelitian selanjutnya.

Bandung, Agustus 2025

Penulis,

Oky Rizkiana Silaban

Abstrak

Konsep sel merupakan konsep penting dalam memahami struktur dan proses biologis, serta dasar untuk memahami konsep lain dalam biologi. Meskipun demikian, masih ditemukan miskonsepsi siswa pada konsep sel. Penelitian ini bertujuan dalam mengembangkan *five tier diagnostic test* untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa SMA kelas XI pada konsep sel. Metode penelitian yang digunakan adalah metode campuran dengan desain eksploratori berurutan (*Exploratory Sequential Design*), yaitu kombinasi metode kualitatif dan kuantitatif yang dilakukan secara berurutan. Tahapan dalam metode campuran eksploratori berurutan (*Exoplorary Sequential*) diawali dengan pengumpulan data kualitatif untuk mengeksplorasi miskonsepsi siswa. Hasil eksplorasi tersebut digunakan sebagai dasar pengembangan instrumen *five tier diagnostic test*. Selanjutnya, dilakukan pengumpulan data kuantitatif untuk menjelaskan karakteristik instrumen *five tier diagnostic test* yang dikembangkan dan proses implementasi soal. Analisis data uji coba soal dilakukan menggunakan model *Rasch* untuk menganalisis validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran dan daya beda butir soal. Berdasarkan hasil analisis model *Rasch* terhadap 36 soal yang diuji coba, diperoleh bahwa sebagian besar soal dinyatakan valid (86%), dan sebagian tidak valid (14%). Instrumen menunjukkan tingkat reliabilitas yang sangat tinggi, dengan nilai koefisien *Alpha Cronbach* sebesar 0,95. Hasil analisis tingkat kesukaran menunjukkan bahwa soal tergolong sangat sukar, sukar, moderat, mudah dan sangat mudah. Selain itu, hasil analisis daya beda menunjukkan bahwa butir soal memiliki daya beda yang baik, ditandai dengan nilai Model S.E kurang dari 0,18, sehingga diperoleh sebanyak 21 butir soal dinyatakan layak untuk diimplementasikan. Berdasarkan hasil implementasi diperoleh bahwa *five tier diagnostic test* yang dikembangkan terbukti mampu mengidentifikasi miskonsepsi siswa. Hal ini ditunjukkan dengan persentase miskonsepsi tertinggi siswa berada pada sub-konsep transpor membran sebesar 33.5% dengan kategori moderat. Persentase tertinggi berada pada kategori *Lack of Knowledge* sebesar 42,86% termasuk dalam kategori moderat, sementara kategori lainnya seperti *Misconception*, *No Understanding of Conception*, *Almost Scientific Conception*, *Scientific Conception*, dan *Un Code* berada pada kategori rendah. Artinya, kurang dari setengah jumlah siswa berada dalam kategori *Lack of Knowledge*, dan hanya sebagian kecil siswa menunjukkan paham konsep ilmiah (*Scientific Conception*). Berdasarkan temuan ini, pengembangan *five tier diagnostic test* direkomendasikan dalam bentuk tes terbuka untuk menghindari kemungkinan siswa menebak jawaban pada tingkat satu dan tiga.

Kata kunci: konsep sel; miskonsepsi; *five tier diagnostic test*; model *Rasch*

Abstract

The cell concept is fundamental for understanding biological structures and processes, and serves as a foundation for comprehending other concepts in biology. However, misconceptions among students regarding the cell concept are still commonly found. This study aims to develop a five-tier diagnostic test to identify misconceptions among 11th-grade high school students on the topic of cells. The research employed a mixed-method approach using an Exploratory Sequential Design, which combines qualitative and quantitative methods conducted in sequence. The first stage involved collecting qualitative data to explore students' misconceptions. These findings were then used as the basis for developing the five-tier diagnostic test instrument. Subsequently, quantitative data were collected to examine the characteristics of the developed instrument and its implementation process. Item analysis was carried out using the Rasch model to evaluate the validity, reliability, item difficulty, and item discrimination. Based on the Rasch model analysis of the 36 items tested, it was found that the majority of items were valid (86%), while some were invalid (14%). The instrument demonstrated a very high level of reliability, with a Cronbach's Alpha coefficient of 0.95. The item difficulty analysis showed that the questions ranged from very difficult, difficult, moderate, easy, to very easy. In addition, the item discrimination analysis showed that the items had good discrimination, indicated by a Model S.E. (Standard Error) value of less than 0.18, resulting in 21 items being deemed suitable for implementation. Based on the implementation results, the developed five-tier diagnostic test proved effective in identifying students' misconceptions. This was evidenced by the highest percentage of misconceptions occurring in the membrane transport sub-concept, at 33.5%, categorized as moderate. The highest percentage was found in the Lack of Knowledge category, at 42.86%, also in the moderate category. Other categories such as Misconception, No Understanding of the Concept, Almost Scientific Conception, Scientific Conception, and Uncoded were in the low category. This means that fewer than half of the students were in the Lack of Knowledge category, and only a small portion of students demonstrated a scientific understanding of the concept. Based on these findings, it is recommended that the five-tier diagnostic test be developed in the form of an open-ended test to reduce the likelihood of students guessing answers in tiers one and three.

Key words: cell concept; misconception; five tier diagnostic test; Rasch model

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Masalah.....	7
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Batasan Masalah	8
1.6 Struktur Organisasi Tesis	8
BAB II KAJIAN PUSTAKA	10
2.1 Urgensi Biologi Sel pada Pembelajaran Biologi.....	10
2.2 Miskonsepsi Sel	11
2.3 Tes Diagnostik untuk Mengungkap Penguasaan Konsep Biologi	13
2.4 Pengertian Miskonsepsi	17
2.5 Metode Mengungkap Miskonsepsi	18
2.6 Gambar dalam Biologi	20
2.7 Tinjauan Penguasaan Konsep Sel di SMA	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	42
3.1 Metode dan Desain Penelitian	42
3.2 Partisipan.....	42
3.3 Prosedur Penelitian	43

3.4 Definisi Operasional	46
3.5 Instrumen Penelitian	46
3.6 Analisis Data Hasil Penelitian	53
BAB IV HASIL PENELITIAN	55
4.1 Tabel Spesifikasi <i>Five-Tier Diagnostic Test</i>	55
4.2 Perangkat Soal Berdasarkan Tabel Spesifikasi	57
4.3 Hasil Analisis <i>Rasch Model</i>	60
4.4 Penerapan <i>Five Tier Diagnostic Test</i> pada Konsep Sel.....	67
BAB V PEMBAHASAN	77
5.1 Perangkat Soal Berdasarkan Tabel Spesifikasi	77
5.2 Analisis Model Rasch	81
5.3 Penerapan <i>Five Tier Diagnostic Test</i> pada Konsep Sel.....	86
5.4 Kelebihan dan Kekurangan <i>Five Tier Diagnostic Test</i>	118
BAB VI SIMPULAN	120
6.1 Simpulan	120
6.2 Implikasi	121
6.3 Saran	122
DAFTAR PUSTAKA	124
LAMPIRAN	139

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Molekul penyusun sel.....	26
Gambar 2.2 Sketsa Sel Prokariotik	27
Gambar 2.3 Sketsa Sel Hewan	27
Gambar 2.4 Sketsa Sel Tumbuhan	28
Gambar 2.5 Sketsa Nukleus	29
Gambar 2.6 Mikrograf Elektron dari Nukleus	29
Gambar 2.7 Struktur Ribosom	31
Gambar 2.8 Sketsa Aparatus Golgi	33
Gambar 2.9 Sketsa Lisosom.....	34
Gambar 2.10 Struktur Vakuola Sentral	35
Gambar 2.11 Struktur Mitokondria.....	36
Gambar 2.12 Struktur Kloroplas	37
Gambar 2.13 Struktur Fosfolipid	39
Gambar 2.14 Struktur Membran plasma.....	39
Gambar 2.15 Reaksi Sel Terhadap Perubahan Konsentrasi Zat.....	40
Gambar 3.1 Metode Campuran Eksploratori	42
Gambar 3.2 Skema Prosedur Pelaksanaan Penelitian	45
Gambar 4.1 Soal Nomor 6	58
Gambar 4.2 Soal Nomor 8	58
Gambar 4.3 Stimulus Soal Nomor 11	59
Gambar 4.4 Soal Nomor 11.....	59
Gambar 4.5 Soal Nomor 20	60
Gambar 4.6 Hasil Outfit <i>MNSQ</i>	62
Gambar 4.7 Hasil <i>ZSTD</i>	63
Gambar 4.8 Hasil <i>PTMEA-Corr</i>	63
Gambar 4.9 Tangkapan Layar Hasil <i>Output Summary Statistic</i>	64
Gambar 4.10 Hasil Analisis Tingkat Kesukaran Soal	66
Gambar 4.11 Tangkapan Layar Nilai Model S.E Butir Soal.....	67
Gambar 4.12 Lembar Jawaban Siswa	68

Gambar 4.13 Persentase Miskonsepsi pada Setiap Indikator.....	69
Gambar 4.14 Persentase Tidak Paham pada Setiap Indikator.....	70
Gambar 4.15 Persentase <i>Almost Scientific Conception</i> pada Setiap Indikator ...	71
Gambar 4.16 Persentase <i>Lack of Knowledge</i> pada Setiap Indikator	71
Gambar 4.17 Persentase <i>Scientific Conception</i> pada Setiap Indikator	72
Gambar 4.18 Persentase <i>Un Code</i> pada Setiap Indikator	72
Gambar 4.19 Persentase Hasil Kategori <i>Five tier Diagnostic</i>	73
Gambar 5.1 <i>Output Misfit Order</i>	82
Gambar 5.2 Analisis Wright Map	84
Gambar 5.3 Hasil Nilai Model S.E	86
Gambar 5.4 Implementasi <i>Five Tier Diagnostic Test</i> di Kelas XI	88
Gambar 5.5 Soal Nomor 1	89
Gambar 5.6 Jawaban Siswa (Kode S.11.9)	90
Gambar 5.7 Gambar Miskonsepsi Fosfolipid (Kode F.11.23)	90
Gambar 5.8 Gambar Miskonsepsi Fosfolipid (Kode F.11.6)	90
Gambar 5.9 Gambar Miskonsepsi Fosfolipid (S.11.31).....	91
Gambar 5.10 Sketsa Struktur Fosfolipid.....	91
Gambar 5.11 Soal nomor 3	93
Gambar 5.12 Jawaban Siswa (Kode S.11.27)	93
Gambar 5.13 Gambar Siswa Soal Nomor 3 (Kode S.11.13).....	94
Gambar 5.14 Struktur Peroxisom	94
Gambar 5.15 Soal Nomor 7	95
Gambar 5.16 Jawaban Siswa Kode S.11.17.....	95
Gambar 5.17 Jawaban Siswa (Kode F.11.31)	96
Gambar 5.18 Gambar Siswa Soal Nomor 7 (Kode S.11.25)	96
Gambar 5.19 Struktur Lisosom	97
Gambar 5.20 Soal Nomor 10	98
Gambar 5.21 Jawaban Siswa (Kode S.11.4)	98
Gambar 5.22 Gambar Siswa pada Soal Nomor 10 (Kode S.11.30).....	99
Gambar 5.23 Sketsa Sel Darah Merah Sebelum- Sesudah (Hipertonik)	99
Gambar 5.24 Gambar Lain Siswa pada Soal Nomor 10 (S.11.33)	100

Gambar 5.25 Gambar Lain Siswa pada Soal Nomor 10 (S.11.15)	100
Gambar 5.26 Soal Nomor 15	101
Gambar 5.27 Jawaban Siswa Soal Nomor 15 (F.11.8)	102
Gambar 5.28 Gambar Siswa Soal Nomor 15 (F.11.10).....	102
Gambar 5.29 Gambar Siswa Tingkat Lima Pada Soal Nomor 15 (F.11.29)	103
Gambar 5.30 Gambar Lain Siswa Pada Soal Nomor 15 (F.11.16)	104
Gambar 5.31 Sketsa Metafase.....	104
Gambar 5.32 Soal Nomor 19	105
Gambar 5.33 Jawaban Siswa Soal Nomor 19 (Kode F.11.11)	106
Gambar 5.34 Gambar Siswa Pada Soal Nomor 19 (C.11.7).....	106
Gambar 5.35 Sketsa Meiosis 1	107
Gambar 5.36 Sketsa Meiosis 2.....	107
Gambar 5.37 Soal Nomor 20	108
Gambar 5.38 Jawaban Siswa (C.11.30)	108
Gambar 5.39 Jawaban Siswa (F.11.29)	109
Gambar 5.40 Gambar Siswa pada Soal Nomor 20 (S.11.20).....	109
Gambar 5.41 Perbandingan Mitosis dan Meiosis	110
Gambar 5.42 Gambar Lain Siswa pada Soal Nomor 20 (S.11.30)	111
Gambar 5.43 Gambar Siswa pada Soal Nomor 10 (S.11.28).....	112
Gambar 5.44 Soal Nomor 14	113
Gambar 5.45 Jawaban Siswa (S.11.20).....	113
Gambar 5.46 Gambar Siswa (Kode S.11.20).....	114
Gambar 5.47 Gambar Siswa pada Soal Nomor 9 (Kode S.11.20).....	114
Gambar 5.48 Gambar Siswa Nomor 3 (F.11.21).....	115
Gambar 5.49 Gambar Siswa Nomor 2 (S.11.13)	116
Gambar 5.50 Soal Nomor 5	117
Gambar 5.51 Gambar Siswa Nomor 5 (S.11.19)	117

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Daftar Miskonsepsi Sel dari Penelitian Sebelumnya	11
Tabel 2.2 Kombinasi Jawaban Siswa pada <i>Five tier diagnostic test</i>	16
Tabel 2.3 Kategori Jawaban Siswa pada Tingkat Lima	17
Tabel 3.1 Indikator Validasi Internal	47
Tabel 3.2 Rentang Skor Dan Interpretasinya Hasil Validasi Internal.....	48
Tabel 3.3 Kategori <i>Item fit Rasch</i> Model	49
Tabel 3.4 Tabel Kriteria Reliabilitas Intrumen.....	49
Tabel 3.5 Tabel Kriteria Tingkat Kesukaran Soal	50
Tabel 3.6 Kisi-kisi soal Five Tier Diagnostic Test	51
Tabel 3.7 Kategori Persentase Tingkat Miskonsepsi.....	54
Tabel 4.1 Tabel spesifikasi <i>Five tier diagnostic</i>	55
Tabel 4.2 Nilai Reliabilitas Responden dan Butir	65
Tabel 4.3 Kriteria tingkat kesukaran soal.....	65
Tabel 4.4 Pengelompokan Tingkat Lima (Gambar Siswa)	74

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kisi-kisi <i>five tier diagnostic test</i>	140
Lampiran 2 Surat Keterangan Ahli Validator 1	144
Lampiran 3 Surat Keterangan Ahli Validator 2	145
Lampiran 4 Output Analisis <i>Rasch</i> Model Winstep	146
Lampiran 5 Instrumen Hasil Analisis <i>Rasch Model</i>	159
Lampiran 6 Surat Izin Penelitian.....	163
Lampiran 7 Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian	165
Lampiran 8 Sertifikat HKI	167
Lampiran 9 Dokumentasi Penelitian.....	168

DAFTAR PUSTAKA

- Abdellatif, H., & Al-Shahrani, A. M. (2019). Effect of blueprinting methods on test difficulty, discrimination, and reliability indices: cross-sectional study in an integrated learning program. *Advances in Medical Education and Practice*, 10, 23-30. <https://doi.org/10.2147/AMEP.S190827>
- Adi, Y. K., Widodo, A., Sopandi, W., & Muslim. (2024). Diagnosing Elementary School Students' Representation of Light Concept Through the Five-tier Diagnostic Test. *International Journal of Elementary Education*, 8(1), 57–69. <https://doi.org/10.23887/ijee.v8i1.68967>
- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction*, 16(3), 183–198.
- Afifah, Y. N. & Asri, M. T. (2020). Profil miskonsepsi pada submateri struktur dan fungsi sel menggunakan four tier test. *BioEdu: Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 9(3), 390-396.
- Ainsworth, S., Prain, V., & Tytler, R. (2011). Drawing to learn in science. *Science*, 333(6046), 1096-1097.
- Aksoy, A. C. A. & Erten, S., (2022). A four-tier diagnostic test to determine preservice science teachers' misconception about global warming. *Journal of Baltic Science Education*, 21(5), 747-761.
- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2008). *Molecular Biology of The Cell* (5th ed.). New York. W.W Norton & Company.
- Alberts, B., Heald, R., Johnson, A., Morgan, D., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2008). *Molecular Biology of The Cell* (7th ed.). New York. W.W Norton & Company.
- Alberts, B., Heald, R., Hopkin, K., Johnson, A. (2023). *Essential Cell Biology* (6th ed.). London. Garland Science (Taylor & Francis Group).
- Ali, Q., Yu, C., Hussain, A., Ali, M., Ahmar, S., Sohail, M. A., Riaz, M., Ashraf, M. F., Abdalmegeed, D., Wang, X., Imran, M., Manghwar, H., & Zhou, L. (2022). Genome Engineering Technology for Durable Disease Resistance: Recent Progress and Future Outlooks for Sustainable Agriculture. *Frontiers in plant science*, 13, 860281. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.860281>
- Anam, R. S., Widodo, A., Sopandi, W., & Wu, H. K. (2019). Developing a five-tier diagnostic test to identify students' misconceptions in science: an

- example of the heat transfer concepts. *Elementary Education Online*, 18 (03), 1014-1029.
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Chruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. E., Raths, P., & Wittrock, M. (2014). *Kerangka Landasan untuk Pembelajaran Pengajaran dan Asesmen*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Andini, S. A. & Kurniati, W. (2024). Identifikasi miskonsepsi dan penyebab miskonsepsi terhadap materi sifat-sifat cahaya pada pembelajaran sekolah dasar. *Jurnal Natural Science Educational Research*, 7(1), 3657-3668.
- Andriana, A., Zubaidah, S., Mahanal, S., & Suarsini, E. (2020). Identification of biology students' misconceptions in human anatomy and physiology course through three-tier diagnostic test. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(3), 1071-1085.
- Arifin, Z. (2009). *Evaluasi Pembelajaran Prinsip, Teknik, Prosedur*. Bandung: Penerbit Rineka Cipta.
- Arikunto, S. (2012). *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan (Edisi 2)*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Asbury C. L. (2017). Anaphase A: Disassembling Microtubules Move Chromosomes toward Spindle Poles. *Biology*, 6(1), 15. <https://doi.org/10.3390/biology6010015>
- Balemans, M. C., Kooloos, J. G., Donders, A. R., & Van der Zee, C. E. (2016). Actual drawing of histological images improves knowledge retention. *Anatomical sciences education*, 9(1), 60–70. <https://doi.org/10.1002/ase.1545>
- Barak, J., Gorodetsky, M., & Chipman, D. (1997). Understanding of energy in biology and vitalistic conceptions. *International Journal of Science Education*, 19(1), 21-30.
- Beck, M., Covino, R., Hänelt, I., & Müller-McNicoll, M. (2024). Understanding the cell: Future views of structural biology. *Cell*, 187(3), 545-562.
- Bolsover, S. R., Hyams, J. S., Shephard, E. A., & White, H. A. (2011). *Cell biology: A short course* (3rd ed.). Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Boone, W. J., Staver, J. R., & Yale, M. S. (2014). *Rasch analysis in the human sciences*. Springer.

- Boyle, G. J. (2012). Does item homogeneity indicate internal consistency or item redundancy in psychometric scales? In G. Boyle, D. H. Saklofske, & G. Matthews (Eds.), *Psychological Assessment* (1 ed., Vol. 1-4, pp. 207-213). SAGE Publications Ltd.
- Brill, G., & Yarden, A. (2003). Learning biology through research papers: A stimulus for question-asking by high-school students. *Cell Biology Education*, 2(4), 266–274. <https://doi.org/10.1187/cbe.03-12-0027>
- Brown, M. H., & Schwartz, R. S. (2009). Connecting photosynthesis and cellular respiration: Preservice teachers' conceptions. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(7), 791 – 812.
- Caleon, I. S., & 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(3), 313-337.
- Campbell, N. A. & Reece, J. B. (2010). *Biologi Edisi Kedelapan Jilid 1*. (Alih bahasa: Damaring Tyas Wulandari). Jakarta. Erlangga.
- Campbell, N. A., Orr, R.B., Minorsky, P.V., Wasserman, S. A., Cain, M. L., Urry, L. A. (2018). *Biology Twelfth Edition*. New York. Pearson.
- Caniglia, J. (2020). Promoting self-reflection over re-teaching: Addressing students' misconceptions with "My Favorite No." *Journal of Mathematics Education (JME)*, 5(2), 70-79.
- Carvajal, J. M., Mulero-Navarro, S., & Mlodzik, M. (2016). Centriole positioning in epithelial cells and its intimate relationship with planar cell polarity. *BioEssays : news and reviews in molecular, cellular and developmental biology*, 38(12), 1234–1245. <https://doi.org/10.1002/bies.201600154>
- Chambers, D. W. (1983). Stereotypic images of the scientist: The draw-a-scientist test. *Science Education*, 67 (2), 255–265.
- Chang, C. Y., Yeh, T. K., & Barufaldi, J. P. (2010). The positive and negative effects of science concept tests on student conceptual understanding. *International Journal of Science Education*, 32(2), 265-282.
- Chhabra, M. & Baveja, B. (2012). Exploring Minds: Alternative Conceptions in Science. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 55(2012), 1069-1078.
- Cooper GM. *The Cell: A Molecular Approach*. 2nd edition. Sunderland (MA): Sinauer Associates. 2000. The Molecular Composition of Cells. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK9879/>

- Cooper, G.M. & Hausman, R.E. (2004). *The cell a molecular approach (3rd ed)*. Massachusetts, Sinauer Associates Inc.
- Creswell, J. W. & Guetterman, T. C. (6th ed.). (2019). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*. New Jersey: Pearson.
- Dalton, L. & Young, R.. (2024). *Fundamentals of Cell Biology*. Corvallis: Oregon State University.
- Dempsey, B. C. & Betz, B. J. (2001). Biological drawing: A scientific tool for learning. *The American Biology Teacher*, 63(4), 271-281.
- Dhar, D. & Gowramma, I. P. (2017). An analysis of students' drawing and labelling skills in science at the elementary level. *Indian Educational Review*, 55(2), 118-122.
- Diella, D., & Ardiansyah, R. (2020). Pengembangan four-tier diagnostic test konsep ekosistem: Validitas dan reliabilitas instrumen. *Biodik: Jurnal Ilmiah Biologi Pendidikan Biologi dan Pembelajarannya*, 6(1), 19–26. <https://doi.org/10.22437/bio.v6i1.8093>
- Dikmenli, M. (2010). Misconceptions of cell division held by student teachers in biology: A drawing analysis. *Scientific Research and Essays*, 5(2), 235–247. <http://www.academicjournals.org/SRE>
- Driver, R. & Easley, J. (1978). Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5(1), 61-84.
- Eidman, L. & Fiorella, L. (2024). Why don't students draw when learning from science texts? *Frontiers in Education*, 9, 1-7 <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1365202>
- Einarsdottir, J., Dockett, S., & Perry, B. (2009). Making meaning: children's perspectives expressed through drawings. *Early Child Development and Care*, 179(2), 217–232.
- Ermawati, F. U., Anggrayni, S., & Isfara, L. (2019). Misconception profile of students in senior high school IV Sidoarjo East Java in work and energy concepts and the causes evaluated using four-tier diagnostic test. *Journal of Physics: Conference Series*, 1387, 012062.
- Faisal, S., Khan, O., Anila, Khalid, S., Zehra, S., Mumtaz, M., & Haque M. (2024). *Stem cell therapy: Advances and future directions in regenerative medicine: A review*. *International Journal of Stem Cells Research and Applications*.

Retrieved from <https://ijsra.net/content/stem-cell-therapy-advances-and-future-directions-regenerative-medicine-review>

- Fan, T., Song, J., & Guan, Z. (2021). Integrating diagnostic assessment into curriculum: a theoretical framework and teaching practices. *Language Testing in Asia*, 11(2), 1-23.
- Fariyani, Q., Rusilowati, A., & Sugianto. (2015). pengembangan four-tier diagnostic test untuk mengungkap miskonsepsi fisika siswa SMA kelas X. *Journal of Innovative Science Education*, 4(2), 41–49.
- Feldon, D. F., Callan, G., Juth, S., & Jeong, S. (2019). Cognitive load as motivational cost. *Educational Psychology Review*, 31(2), 319–337. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09464-6>
- Fernández, M. M. F. & Tejada, M. P. J. (2019). Difficulties learning about the cell: Expectations vs. reality. *Journal of Biological Education*, 53(1), 1-15.
- Figel, S., & Fenstermaker, R. A. (2018). Cell-cycle regulation. In H. B. Newton (Ed.), *Handbook of brain tumor chemotherapy, molecular therapeutics, and immunotherapy* (2nd ed., pp. 257–269). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812100-9.00018-8>
- Fowler & Jaoude. (1987). Using Hierarchical Concepts/Proposition Maps to Plan Instruction that Addresses Existing and Potential Student Misunderstandings in Science. In *Proceedings of the Second International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics* (p. 182-186). Ithaca, NY: Cornell University.
- Goodman, S. R. (Ed.). (2021). *Goodman's medical cell biology* (4th ed.). United Kingdom. Elsevier Inc.
- Gouliau, A. J., Goldstein, B., & Saad, M. A. (2025). Advancements in Regenerative Therapies for Orthopedics: A Comprehensive Review of Platelet-Rich Plasma, Mesenchymal Stem Cells, Peptide Therapies, and Biomimetic Applications. *Journal of Clinical Medicine*, 14(6), 2061. <https://doi.org/10.3390/jcm14062061>
- Gurel, D. K., Eryilmaz, A., & 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(5), 990-1008.
- Gurel, D. K., Eryilmaz, A., & McDermott, L. C. (2017). Development and Application of a Four-Tier Test to Assess Pre-Service Physics Teachers'

- Misconceptions About Geometrical Optics. *Research in Science and Technological Education*, 35(2), 1-23.
- Hatchi, I., Ulinniam, S., Salawati, & Sudirman, D. (2024). *Dasar-dasar pendidikan biologi: Konsep dan dasar*. Medan: PT Media Penerbit Indonesia.
- Hala, Y., Arifin, A. N., Satar, S., & Saenab, S. (2019). Identification of biology student's misconception in Makassar State University on cell biology by applying two-tier MCQs method. *Journal of Physics: Conference Series*, 1387(1), 012004.
- Haladyna, T.M., & Rodriguez, M.C. (2013). *Developing and Validating Test Items* (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203850381>
- Hafidah, N. F. (2023). *Analisis pertanyaan membaca dalam buku kerja bahasa Inggris untuk SMP/MTS menggunakan taksonomi Bloom revisi: Studi deskriptif kualitatif* (Skripsi Sarjana, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan, Departemen Pendidikan Bahasa Inggris). Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Haladyna, T. M., & Rodriguez, M. C. (2013). *Developing and validating test items* (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203850381>
- Halim, S. A., Quinn, S. A.F., Olsen, L.J., Gere, A.R. & Shultz, G.V. (2018). Identifying and remediating student misconceptions in introductory biology via writing-to-learn assignments and peer review. *CBE—Life Sciences Education*, 17(2), 17-18.
- Haney, W., Russell, M., & Bebell, D. (2004). Drawing on education: Using Drawings to Document Schooling and Support Change. *Harvard Educational Review*, 74, 241-272.
- Hammer, D. (1996). Misconceptions or P-Prims: How may alternative perspectives of cognitive structure influence instructional perceptions and intentions. *The Journal of The Learning Sciences*, 5(2), 97-127.
- Hartono, R. & Azimata, R. (2019). *Bahan ajar teknologi bank darah (TBD): Biologi sel dan genetika*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Heideman, P. D., Flores, K. A., Sevier, L. M., & Trouton, K. E. (2017). Effectiveness and adoption of a drawing-to-learn study tool for recall and problem solving: Minute sketches with folded lists. *CBE—Life Sciences Education*, 16(2), ar28. <https://doi.org/10.1187/cbe.16-03-0116>

- Hidayati, W. N., Afifah, S. N., & Ridha, A. R. (2025). Kisi-kisi soal dalam evaluasi pendidikan. *Novasi: Jurnal Ilmiah Pengembangan Pendidikan*, 3(3), 60–65. <https://ejournal.lpipb.com/index.php/inovasi>
- Istighfarin, L. (2015). Profil miskonsepsi siswa pada materi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan. *BioEdu Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 4(2), 991–995.
- Ji, P., Murata-Hori, M., & Lodish, H. F. (2011). Formation of mammalian erythrocytes: chromatin condensation and enucleation. *Trends in cell biology*, 21(7), 409–415. <https://doi.org/10.1016/j.tcb.2011.04.003>
- Jiang, Y. T., Yang, L. H., Ferjani, A., & Lin, W. H. (2021). Multiple functions of the vacuole in plant growth and fruit quality. *Molecular horticulture*, 1(1), 4. <https://doi.org/10.1186/s43897-021-00008-7>
- Johnston S. E. (2024). Understanding the Genetic Basis of Variation in Meiotic Recombination: Past, Present, and Future. *Molecular biology and evolution*, 41(7), msae112. <https://doi.org/10.1093/molbev/msae112>
- Jonah, F. T. M. & Tobi, T. (2022). Areas and causes of students' difficulties in learning the concept of cell in secondary school biology curriculum. *International Journal of Advanced Academic Research*, 8(3), 16-26.
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2024). *Keputusan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 032/H/KR/2024 tentang Capaian Pembelajaran Mata Pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam pada Kurikulum Merdeka*. <https://bskap.kemdikbud.go.id>.
- Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia. (2025). *Peraturan Menteri Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2025 tentang perubahan atas Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 12 Tahun 2024 tentang kurikulum pada pendidikan anak usia dini, jenjang pendidikan dasar, dan jenjang pendidikan menengah*.
- Kurnaz, M. A. & Eksi, C. (2015). An analysis of high school students' mental models of solid friction in physics. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 15(3), 787-795.
- Kreepala, C., Keeratibharat, N., Aekgawong, S., Wattanavaekin, K., Danjitrong, T., Juntararuantong, T., & Chombandit, T. (2024). The equation for medical multiple-choice question testing time estimation. *Annals of Medicine and Surgery*, 91, 102062. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2024.102062>

- Kiray, S. A. & Simsek, S. (2021). Determination and evaluation of the science teacher candidates' misconceptions about density by using four-tier diagnostic test. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19(5), 935-955.
- Koray, C. Ö. & Bal, Ş. (2002). Misconceptions in science teaching and conceptual change strategy. *Gazi University Kastamonu Education Journal*, 10(1), 83-90.
- Köse, S. (2008). Diagnosing student misconceptions: Using drawings as a research method. *World Applied Sciences Journal*, 3(2), 283-293.
- Kurniati, T. (2018). *Biologi Sel*. Bandung: CV Cendekia Press.
- Lailiyah, S. & Ermawati, F. U. (2020). Materi gelombang bunyi: Pengembangan tes diagnostik konsepsi berformat Five-Tier, uji validitas dan reliabilitas serta uji terbatas. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online (JPFT)*, 8(3), 104-119.
- Latifah, R. (2017). Pengembangan Kartu Permainan Teka-Teki Silang (TTS) untuk meningkatkan hasil belajar siswa pada materi sel kelas XI SMA. *Jurnal Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 6(2), 162-168.
- Li, M. (2022). An exploration n concept teaching knowledge oof biology teachers in lower-secondary schools. *Journal of Baltic Science Education*, 21(1). 121-139.
- Lim, H., & Poo, Y. (2021). Diagnostic Test to Assess Misconceptions on Photosynthesis and Plant Respiration: Is It Valid and Reliable?. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 10(2), 241-252. doi:<https://doi.org/10.15294/jpii.v10i2.26944>
- Liu, J., Huang, Y., Li, T., Jiang, Z., Zeng, L., & Hu, Z. (2021). The role of the Golgi apparatus in disease (Review). *International journal of molecular medicine*, 47(4), 38. <https://doi.org/10.3892/ijmm.2021.4871>
- Madigan, et al., (2018). *Brock biology of microorganism* (5th Ed). New York: Pearson
- Mahrawi, M., Usman, U., & Setiani, A. R. (2021). Pengembangan e-modul biologi sebagai bahan ajar pada materi sel. *Indonesian Journal of Mathematics and Natural Science Education*, 2(2), 96–104.
- Maloy, S., & Hughes, K. (Eds.). (2013). *Brenner's encyclopedia of genetics* (2nd ed.). London. Elsevier.

- Martins, M., Vieira, J., Pereira-Leite, C., Saraiva, N., & Fernandes, A. S. (2023). The Golgi Apparatus as an Anticancer Therapeutic Target. *Biology*, 13(1), 1. <https://doi.org/10.3390/biology13010001>
- Marshall, S. & Gilmour, M. (1990). Problematical words and concepts in physics education: A study of Papua New Guinean students' comprehension of non-technical words used in science. *Physics Education*, 25(6), 330–337.
- Matilla, A. J. (2023). The Interplay between Enucleated Sieve Elements and Companion Cells. *Plants*, 12(17), 3033. <https://doi.org/10.3390/plants12173033>
- Maulidah, M., & Nufus Marsisae, N. T. (2025). Implementasi tabel spesifikasi dalam menyusun soal-soal tes untuk tingkat SD. *MADROSATUNA: Jurnal Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah*, 7(2), 65–76.
- McCloskey, M. (1983). Naive theories of motion. In D. Gentner & A. L. Stevens (Eds.), *Mental models*. Erlbaum, 299-324.
- Mentari, L., Suardana, N., & Wayan, I. (2014). Analisis miskonsepsi siswa SMA pada pembelajaran kimia untuk materi larutan penyangga. *Journal Kimia Visvitalis Universitas Pendidikan Ganesha Jurusan Pendidikan Kimia*, 2(1), 76–87.
- Miyayama, T., & Matsuoka, M. (2016). Involvement of lysosomal dysfunction in silver nanoparticle-induced cellular damage in A549 human lung alveolar epithelial cells. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/s12995-016-0090-0>
- More, K. J., Kaur, H., Simpson, A. G. B., Spiegel, F. W., & Dacks, J. B. (2024). Contractile vacuoles in eukaryotes: Diversity, structure, and function. *European Journal of Protistology*, 94 (126078). <https://doi.org/10.1016/j.ejop.2024.126078>
- Murtini, I. (2021). Pengembangan modul pengendalian pembelahan sel untuk menumbuhkan kembangkan keterampilan berpikir kritis. *JPB - Jurnal Pendidikan Biologi*, 1(2), 18-23. <https://doi.org/10.55719/jpb.v1i2.303>
- Mustaqim, T. A., Zulfiani, & Herlant, Y. (2015). Identifikasi miskonsepsi siswa dengan menggunakan metode Certainty of Response Index (CRI) pada konsep fotosintesis dan respirasi tumbuhan. *Edusains*, 6(2), 145–152.
- Muzakki, N. A., Diana, S., & Priyandoko, D. (2023). Misconception analysis of cell material using four-tier multiple choice diagnostic test. *Quagga: Jurnal Pendidikan dan Biologi*, 15(2), 120–130. <https://doi.org/10.25134/quagga.v15i2.32>

- Naail, K. N. N. (2023). *Analisis miskonsepsi pada materi sel menggunakan instrumen tes diagnostik four-tier dengan metode Certainty of Response Index di Madrasah Aliyah* (Skripsi, Universitas Islam Negeri Walisongo). Universitas Islam Negeri Walisongo Repository.
- Newman, D. L., Catavero, C. M., & Wright, L. K. (2012). Students fail to transfer knowledge of chromosome structure to topics pertaining to cell division. *CBE—Life Sciences Education*, 11(4), 425–436.
- Newton, L. M., Fowler, V. M., & Humbert, P. O. (2024). Erythroblast enucleation at a glance. *Journal of Cell Science*, 137(19). <https://doi.org/10.1242/jcs.261673>
- Nitko, A. J., & Brookhart, S. M. (2014). *Educational assessment of students* (6th ed.). Boston. Pearson Education.
- Nuryanti, S., Masykuri, M., & Susilowati, E. (2018). Analisis Iteman dan model *Rasch* pada pengembangan instrumen kemampuan berpikir kritis peserta didik sekolah menengah kejuruan. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 4(2), 224–233. <https://doi.org/10.21831/jipi.v4i2.21442>
- Ohkura, H. (2015). *Meiosis: An overview of key differences from mitosis*. Cold Spring Harbor Perspectives in Biology, 7(5), a015859. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a015859>
- Oztas, F. (2014). How do high school students know diffusion and osmosis? High school students' difficulties in understanding diffusion & osmosis. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116, 3679–3682.
- Oda, Y., Higaki, T., Hasezawa, S., & Kutsuna, N. (2009). New insights into plant vacuolar structure and dynamics. In *International Review of Cell and Molecular Biology* (Vol. 277, pp. 103–135). [https://doi.org/10.1016/S1937-6448\(09\)77003-0](https://doi.org/10.1016/S1937-6448(09)77003-0)
- Pancasakti, H., Hermin, Lunggani, A.T & Nurhakim, M. A. (2012). Chromosomes and mitotic cell division phase in onion roots after 24 hours acetoorcein soaking time. *BIOMA*, 14 (2), 46–48.
- Peart, D. J. (2021). Hand drawing as a tool to facilitate understanding in undergraduate human biology: a critical review of the literature and future perspectives. *Studies in Science Education*, 58(1), 81–93. <https://doi.org/10.1080/03057267.2021.1913321>
- Peşman, H. & Eryilmaz, A. (2010). Development of a three-tier test to assess misconceptions about simple electric circuits. *Journal of Educational Research*, 103(3), 208–222.

- Pridmore, P. & Bendelow, G. (1995). Image of health: Exploring beliefs of children using the 'draw-and-write' technique. *Health Education Journal*, 54, 473-488.
- Purniasari, L., Masykuri, M., & Ariani, S. R. D. (2021). Analisis butir soal ujian sekolah mata pelajaran kimia SMA N 1 Kutowinangun Tahun Pelajaran 2019/2020 Menggunakan Model Itean dan Rasch. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 10(2), 205-214.
- Putra, A.S., Hamidah, I., & Nahadi. (2020). The development of five-tier diagnostic test to identify misconceptions and causes of students' misconceptions in waves and optics materials. *International Conference on Mathematics and Science Education*, 1521 (2020), 1-10.
- Qasim, M., Badrelzaman, M., Darwish, N. N., Darwish, N. A., & Hilal, N. (2019). Reverse osmosis desalination: A state-of-the-art review. *Desalination*, 459 (1), 59-104. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2019.02.008>.
- Qonita, M., & Ermawati, F. U. (2020). The validity and reliability of five-tier conception diagnostic test for vector concepts. *IPF: Inovasi Pendidikan Fisika*, 9(3), 459-465.
- Quillin, K., & Thomas, S. (2015). *Drawing-to-learn: A framework for using drawings to promote model-based reasoning in biology*. *CBE-Life Sciences Education*, 14(1), 1-16. <https://doi.org/10.1187/cbe.14-08-0128>
- Rafika, A., Rachmadiarti, F., & Isnawati. (2015). Identifikasi Miskonsepsi Siswa pada Subtopik Struktur dan Fungsi Organel Sel Menggunakan Instrumen CRI dan Wawancara Diagnostik. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 4(2), 908-912.
- Rahma, B., Zaki, M., Boujemaa, A., Nadia, B., & Lhoussaine, M. (2020). University students' knowledge and misconceptions about cell structure and functions. *European Journal of Education Studies*, 9(10), 121-138.
- Ramadhani, N. N. & Ermawati, F. U. (2020). Five-tier diagnostic test instrument for uniform circular motion concepts: Development, validity, reliability and limited trials. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 9(1), 4763-4776.
- Ramadhan, A. F., & Hidayatullah, R. S. (2023). Analisis kualitas butir soal ujian satuan pendidikan (USP) materi C2 teknik pemesinan kelas XII di SMK PGRI 1 Lamongan melalui model Rasch. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin (JPTM)*, 12(3), 1-10.
- Redhai, S., & Boutros, M. (2021). The role of organelles in intestinal function, physiology, and disease. *Trends in Cell Biology*, 31(6), 485-499. <https://doi.org/10.1016/j.tcb.2021.01.003>

- Riduwan & Akdon. (2013). *Rumus dan Data dalam Analisis Statistika (edisi kelima)*. Bandung: ALFABETA.
- Rodhiyah, E., Ismail, I., & Wijayanti, E. (2024). Analysis of Student Misconceptions of Cell Material Using Four-Tier Diagnostic Test Instruments with the CRI Method at MA Darul Muqorrobun Kendal. *Bioeduca: Journal of Biology Education*, 6(1), 45–56. <https://doi.org/10.21580/bioeduca.v6i1.17611>
- Rofi'ati, N., Herlina, L. & Sumadi. (2014). Penerapan model pencapaian konsep berbantu kartu bergambar terhadap hasil belajar pada materi sel di SMA. *Unnes Journal of Biology Education*, 3(2), 193-200.
- Rokhim, D. A., Widarti, H. R., & Sutrisno. (2023). *Five-tier diagnostic test instrument validation on reaction rate materials: To identify the causes of misconception and student representation*. Jurnal Penelitian Pendidikan IPA (JPPIPA), 9(3), 1233-1241. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i3.2952>
- Rusilowati, A. (2015). Pengembangan Tes Diagnostik sebagai Alat Evaluasi Kesulitan Belajar Fisika. *Prosiding Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika (SNFPF) Ke-6 2015* (h. 1-10). Semarang: Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Semarang.
- Saputra, N. R., Safilu, & Munir, A. (2021). Diagnostik miskonsepsi siswa pada materi sel di SMA Negeri 1 Wakorumba Selatan kelas XI IPA. *AMPIBI: Jurnal Alumni Pendidikan Biologi*, 6(2), 80-89.
- Sari, E. D. K. & Mahmudi, I. (2019). *Analisis Pemodelan Rasch pada Assessment Pendidikan (Analisis dengan Menggunakan Aplikasi Winsteps)*. Purwokarta: PT. Pena Persada Kerta Utama.
- Satar, S., Hala, Y., & Arifin, A. N. (2021). Identifikasi miskonsepsi mahasiswa Biologi Universitas Negeri Makassar pada Biologi Sel menggunakan CRI [Identification of biology students' misconception in Makassar State University on biology cell using CRI]. *Prosiding Seminar Nasional Biologi dan Pembelajarannya*, 317–322.
- Schwartz, D. L. (1995). The emergence of abstract representations in Dyad Problem Solving. *Journal of the Learning Sciences*, 4(3), 321-354.
- Setyaningsih, E. & Sari, A. P. (2019). Deskripsi miskonsepsi pada struktur dan fungsi sel prokariotik dan eukariotik materi Archaeobacteria dan bakteri di SMA Negeri 1 Wonosari TA 2018/2019. *Artikel Pemakalah Paralel*, 5(2), 35-42.

- Setyawati, M., Retnoningsih, A., & Irsadi, A. (2017). Efektivitas praktikum berbasis guided inquiry diintegrasikan dengan video transfer membran terhadap keterampilan proses sains (KPS) dan pemahaman konsep siswa. *Unnes Journal of Biology Education*, 6(1), 1–6. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujbe>
- Silaban, O. R. (2021). Analisis Miskonsepsi Siswa pada Materi Sel sebagai Unit Terkecil Kehidupan di Kelas XI IPA SMA Negeri 1 Pagaran T.P 2020/2021. *Skripsi*. Medan: Universitas Negeri Medan.
- Silaban, O. R., & Pranoto, H. (2022). Analysis of student misconceptions on cell material as the smallest unit of life. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 15(1), 44–50. <https://doi.org/10.21009/biosferjpb.21384>
- Simon, E. J., Dickey, J. L., Hogan, K. A., Reece, J. B. (2016). *Campbell Essential Biology* (6th Ed). England. Pearson.
- Soeharto, S. & Csapo, B. (2021). Evaluating item difficulty patterns for assessing student misconceptions in science across physics, chemistry, and biology concepts. *Heliyon*, 7 (2021), 1-10.
- Soeharto, S. & Csapo, B. (2022). Exploring Indonesian student misconceptions in science concepts. *Heliyon*, 8 (2022), 1-10.
- Sopiany, H. N. & Rahayu, W. (2019). Analisis miskonsepsi siswa ditinjau dari teori konstruktivisme pada materi segiempat. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 13(2), 185-200.
- Streiner, D. L. (2010). Starting at the Beginning: An Introduction to Coefficient Alpha and Internal Consistency. *Journal of Personality Assessment*, 80(1), 99-103.
- Strelnikova, S. R., & Komakhin, R. A. (2023). Control of meiotic crossing over in plant breeding. *Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii*, 27(2), 99–110. <https://doi.org/10.18699/VJGB-23-15>
- Sunarto, R. M. S. & Sihotang, L. (2020). Analysis of students' misconceptions on structure and function of cell organelle using the four-tier diagnostic test. In *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 560 (pp. 3679-3682). *Proceedings of the 2nd Annual Conference on Blended Learning, Educational Technology and Innovation* (ACBLETI 2020).
- Sumintono. B, & Widhiarso, W. (2015). *Aplikasi pemodelan RASCH pada assessment pendidikan*. Cimahi. Penerbit Tim Komunika.

- Sunarto, E., Situmorang, M., & Sihotang, L. (2021). *Analysis of students' misconceptions on structure and function of cell organelle using the four-tier diagnostic test*. Proceedings of the 6th Annual International Seminar on Transformative Education and Educational Leadership (AISTEEL 2021), 125–131. Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.211209.017>
- Suparno, P. (2013). *Miskonsepsi dan Perubahan Konsep dalam Pendidikan Fisika*. Jakarta: Grasindo.
- Suprpto, N. (2020). Do we experience misconceptions?: An ontological review of misconceptions in Science. *Studies in Philosophy of Science and Education* (SiPoSE). 1(2), 50-55.
- Supriyadi. (2021). *Evaluasi Pendidikan*. Jawa Tengah: Penerbit NEM.
- Suwono, H., Prasetyo, T. I., Lestari, U., Lukiaty, B., Fachrunnisa, R., Kusairi, S., Saefi, M., Fauzi, A., & Atho'illah, M. F. (2019). Cell biology diagnostic test (CBD-Test) portrays pre-service teacher misconceptions about biology cell. *Journal of Biological Education*, 55(1), 1-24.
- Syarif, N., Alberida, H., Fitri, R., & Yogica, R. (2023). Identifikasi miskonsepsi materi sel pada peserta didik di kelas XI IPA MAN 2 Kota Padang. *Bioilmi: Jurnal Pendidikan*, 9(2), 54-52.
- Taylor, M. R., Simon, E. J., Dickey, J. L., Hogan, K., & Reece, J. B. (2018). *Biology: Concepts & connections* (9th ed.). New York. Pearson.
- Taylor, M. R., Simon, E. J., Dickey, J. L., & Hogan, K. (2022). *Campbell biology* (10th ed.). London. Pearson.
- Tambo, E. M. Z., Mukaro, J. P., & Mahaso, J. (2003). Some misconceptions on cell structure and function held by a-level biology students: Implications for Curriculum Development. *Zimbabwe Journal of Educational Research*, 15(2), 122-131.
- Tamir, P. (1990). Justifying the selection of answers in multiple choice items. *International Journal of Science Education*, 12(5), 563–573.
- Tekkaya, C. (2002). Misconceptions as barrier to understanding biology. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(23), 259-266.
- Towns, M. H. (2014). Guide to developing high-quality, reliable, and valid multiple-choice assessments. *Journal of Chemical Education*, 91(9), 1426–1431. <https://doi.org/10.1021/ed500076x>

- Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, 10(2), 159-169. <https://doi.org/10.1080/0950069880100204>
- Uminski, C., Wright, L. K., & Newman, D. L. (2025). Sketchy understandings: Drawings reveal where students may need additional support to understand scale and abstraction in common representations of DNA. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 24, 1-20. <https://doi.org/10.1128/jmbe.00070-25>
- Una, L. T., Aditya, M., & Nur, R. U. (2016). Efektivitas model pembelajaran berbasis proyek dengan metode *gallery walk* pada pembelajaran materi sel di SMA. *Journal of Biology Education*, 5(1), 31-37.
- Urry, L. A., Cain, M. L., Minorsky, P. V., Wasserman, S. A., & Orr, R. B. (2021). *Campbell biology* (12th ed.). New York. Pearson.
- Uzhytchak, M., Smolková, B., Lunova, M., Frtús, A., Jirsa, M., Dejneka, A., & Lunov, O. (2023). Lysosomal nanotoxicity: Impact of nanomedicines on lysosomal function. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 197, 114828. <https://doi.org/10.1016/j.addr.2023.114828>
- Vuong, U. T., Iswanto, A. B. B., Nguyen, Q. M., Kang, H., Lee, J., Moon, J., & Kim, S. H. (2023). Engineering plant immune circuit: walking to the bright future with a novel toolbox. *Plant biotechnology journal*, 21(1), 17-45. <https://doi.org/10.1111/pbi.13916>
- Wammes, J. D., Meade, M. E., & Fernandes, M. A. (2016). The drawing effect: Evidence for reliable and robust memory benefits in free recall. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 69(9), 1752-1776.
- Wandersee, J. H., Mintzes, J. J., & Novak, J. D. (1994). *Research on alternative conceptions in science*. In D. L. Gabel (Eds.), *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 177-210). New York: Simon & Schuster and Prentice Hall International.
- Xiao, Y., & Carless, D. R. (2013). Illustrating Students' Perceptions of English Language Assessment: Voices from China. *RELJ Journal*, 44(3), 319-340. <https://doi.org/10.1177/0033688213500595>
- Yates, T. B., & Marek, E. A. (2014). Teachers teaching misconceptions: A Study of factors contributing to high school biology students' acquisition of 53 biological evolution-related misconceptions. *Evolution: Education and Outreach*, 7(1), 1-18.

- Yeh, H.-Y., Tsai, Y.-H., Tsai, C.-C., & Chang, H.-Y. (2019). Investigating students' conceptions of technology-assisted science learning: A drawing analysis. *Research in Science Education*, 28(2), 1-12.
- Yuliati, Y. (2017). Miskonsepsi siswa pada pembelajaran IPA serta remediasinya. *Bio Educatio*, 2(2), 50-58.
- Zimmerman, D. W. & Williams, R. H. (2003). A new look at the influence of guessing on the reliability of multiple-choice tests. *Applied Psychological Measurement*, 27(5), 357-371.
- Zulfianto, M. R. & Abduh, M. (2023). How do science content misconceptions occur in primary school teachers with teaching certificates?. *Mimbar Sekolah Dasar*, 10(3), 595-613.