

**PENGEMBANGAN INSTRUMEN TES PENGUASAAN KONSEP SENYAWA
ALKIL HALIDA: ANALISIS VALIDITAS MODEL RASCH**

***DEVELOPMENT OF CONCEPTUAL TEST INSTRUMENTS FOR ALKYL HALIDE
COMPOUNDS: RASCH MODEL VALIDITY ANALYSIS***

Sri Mulyanti^{1*}, Sri Rahmania²

¹² Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Walisongo Semarang,
Jl. Walisongo No.3-5, Kota Semarang, Jawa Tengah 50185

*e-mail korespondensi: riechem@walisongoac.id

Abstrak

Pengembangan tes dalam bentuk butir soal pilihan ganda sebanyak 13 soal, bertujuan untuk mengukur kemampuan siswa pada pokok bahasan alkil halida. Penelitian menggunakan metode kuantitatif deskriptif. sebanyak 92 mahasiswa yang telah mempelajari senyawa alkil halida dari mata kuliah kimia organik. Kelayakan yang dianalisis dengan model Rasch pada program Winsteps, meliputi tingkat kesulitan soal, validitas aitem, validitas konstruk, validitas konten, dan reliabilitas instrumen. Diperoleh hasil sebaran tingkat kesulitan soal yang merata, sehingga dapat mengukur kemampuan siswa di berbagai level pengetahuan. Validitas konstruk dibuktikan dengan nilai *raw variance* sebesar 40,2%, dan validitas konten menunjukkan soal-soal fit dengan model Rasch. kelayakan instrumen juga terlihat dari nilai reliabilitasnya yang sangat baik yakni 0,96. Soal-soal yang dikembangkan, dapat menjadi alat ukur keberhasilan perkuliahan kimia organik, khususnya pada pembahasan senyawa alkil halida.

Kata kunci: alkil halida; instrumen tes; kimia organik; model Rasch; uji validitas

Abstract

The development of the test in the form of multiple choice items as many as 13 questions, aims to measure students' abilities on the subject of alkyl halides. The study used descriptive quantitative methods. as many as 92 students who have studied alkyl halide compounds from organic chemistry courses. Feasibility analyzed using the Rasch model in the Winsteps program, including the level of problem difficulty, item validity, construct validity, content validity, and instrument reliability. The results obtained are evenly distributed, so that it can measure students' abilities at various levels of knowledge. Construct validity is evidenced by the raw variance value of 40.2%, and content validity shows that the questions fit the Rasch model. The feasibility of the instrument can also be seen from its very good reliability value of 0.96. The developed questions can be used as a measuring tool for the success of organic chemistry lectures, especially in the discussion of alkyl halide compounds.

Keywords: alkyl halide; instrument test; model Rasch; organic chemistry; validity analysis

PENDAHULUAN

Kimia organik menjadi mata kuliah yang harus ditempuh oleh mahasiswa kimia maupun pendidikan kimia (Lipton, 2020). Kimia organik menjadi mata kuliah dengan pembahasan yang sangat rumit dan banyak, hal ini menjadi tantangan bagi para pengajar untuk terus

berinovasi dalam membelajarkan materi kimia organik (Fung & Lam, 2020; Howitz *et al.*, 2020). Kimia organik meliputi berbagai pokok bahasan, karenanya mata kuliah kimia organik di perguruan tinggi terbagi menjadi beberapa mata kuliah. Diantara pokok bahasan yang harus mahasiswa kuasai adalah senyawa alkil halida

(Arellano & Towns, 2014), menjadi bagian dari mata kuliah kimia organik yang membahas dasar-dasar konsep reaksi kimia organik (Yulita, 2018).

Senyawa alkil halida menjadi bagian dari lanjutan pembahasan senyawa alkana, hal ini yang menjadi alkil halida lebih sulit dipahami dari pembahasan alkana (N. Graulich & Bhattacharyya, 2017). Alkil halida menjadi penghubung pemahaman mahasiswa terhadap konsep kimia organik lain, karena penerapannya pada kehidupan sehari-hari sering ditemui (Hartanto & Fordiana, 2018). Pemahaman pada pokok bahasan alkil halida menjadi kebutuhan bagi mahasiswa kimia maupun pendidikan kimia, tentunya akan terukur jika pengajar dapat memberikan tes yang secara tepat mengukur kemampuan mahasiswa dalam memahami konsep-konsep senyawa alkil halida (Crucho *et al.*, 2020; Graulich & Schween, 2018).

Perkuliahan kimia organik di masa pandemik saat ini, membutuhkan suatu alat ukur untuk menentukan ketercapaian pembelajaran yang dapat diimplementasikan secara daring (Mai *et al.*, 2021). Maka dibutuhkan suatu desain tes yang dapat digunakan sebagai alat ukur pencapaian pemahaman konsep mahasiswa pada perkuliahan kimia organik, dan dapat diimplementasikan secara daring. Tes yang digunakan juga harus dapat dibuktikan kelayakannya sebagai alat ukur kemampuan kognitif mahasiswa (Othman *et al.*, 2014). Pengujian kelayakan pada instrumen tes meliputi beberapa kriteria, yakni tingkat kesulitan soal yang beragam, validitas secara konten dan konstruk, serta reliabilitas instrumen (Ariffin *et al.*, 2010).

Kriteria-kriteria tersebut dapat diperoleh dari hasil analisis dengan model Rasch, yang secara tepat dapat mengukur sifat laten manusia berupa kemampuan kognitif mahasiswa, berdasarkan probabilitas terjawabnya soal dan kemampuan mahasiswa yang menjawab soal (Lee *et al.*, 2020). Pada penelitian ini dikembangkan instrumen tes yang dapat mengukur kemampuan konsep mahasiswa pada pokok bahasan alkil halida dari perkuliahan kimia organik, sebagai alat ukur yang secara valid dan reliabel dalam mengukur ketercapaian pembelajaran kimia organik pada pembahasan senyawa alkil halida (Sabekti & Khoirunnisa, 2018).

METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan metode kuantitatif (Cohen *et al.*, 2018). Data diperoleh dari jawaban mahasiswa terhadap uji coba soal, untuk menganalisis reliabilitas dan validitas tes (Sumintono & Widhiarso, 2015). Data dianalisis dengan model Rasch untuk menentukan validitas, reliabilitas, dan tingkat kesulitan soal berdasarkan model Rasch (Boone, 2016). Butir soal yang dikembangkan sebanyak 13 soal, pada konsep senyawa alkil halida dari mata kuliah kimia organik. Soal disusun dalam bentuk online melalui media google formulir. Soal diujikan kepada 92 mahasiswa yang telah menempuh perkuliahan kimia organik, khususnya pada pokok bahasan senyawa alkil halida. Setiap soal meliputi sub-konsep senyawa alkil halida, meliputi:

1. Karakteristik senyawa alkil halida sebanyak 3 soal (Q1, Q2, Q4)
2. Reaksi substitusi senyawa alkil halida sebanyak 7 soal (Q3, Q5, Q6, Q7, Q11, Q12, Q13).
3. penggunaan senyawa alkil halida pada industri sebanyak 4 soal (Q8, Q9, Q10)

Soal yang telah diujikan selanjutnya dianalisis dengan model Rasch pada program Winsteps. Selanjutnya, hasil analisis diinterpretasikan dalam bentuk kelayakan instrumen tes yang dikembangkan, meliputi:

1. Tingkat kesulitan soal berdasarkan nilai logit, yakni peluang terjawabnya soal oleh para mahasiswa dalam bentuk logaritma odd unit (logit).
2. Validitas item, yakni sebaran tingkat kesulitan soal yang merata dari mulai paling sulit sampai paling mudah bagi mahasiswa.
3. Validitas konstruk, yakni soal dapat mengukur variabel dengan sangat baik dan secara komprehensif mengukur variabel yang diharapkan dari respon subjek penelitian, dengan nilai *raw variance* yang diterima yakni lebih besar sama dengan 20%
4. Validitas konten, meliputi kriteria model Rasch pada tiga kriteria yakni *Outfit MNSQ* ($< 1,5$), *Outfit ZSTD* (antara -1,9 dan +1,9), dan *PT Mean Corr* (bernilai positif) (Boone, 2016).
5. Reliabilitas tes. Reliabilitas merupakan konsistensi instrumen dalam mengukur apa yang seharusnya diukur. Reliabilitas suatu instrumen, dibutuhkan untuk mengetahui

konsistensi instrumen sebagai peranannya dalam mengukur kemampuan subjek, dalam hal ini adalah mahasiswa. Reliabilitas dilakukan dengan analisis dengan model Rasch melalui Reliabilitas Item (Sumintono & Widhiarso, 2015), dengan kriteria:

- <0,67 : Lemah
- 0,67-0,80 : Cukup
- 0,8-0,90 : Bagus
- 0,91-0,94: Bagus Sekali
- >0,94 : Istimewa

HASIL DAN PEMBAHASAN

Telah dikembangkan soal-soal yang dapat mengukur pemahaman konsep mahasiswa pada pembahasan senyawa alkil halida, sebanyak 13 butir soal pilihan ganda, dalam bentuk tes *online*. Soal-soal meliputi sub-sub konsep dari pembahasan alkil halida, baik pada kriteria senyawa, reaksi, sampai implementasi dari senyawa alkil halida. Soal-soal dikembangkan, lalu diriviu oleh para ahli bidang organik, sampai diperoleh susunan soal yang sesuai menurut para ahli organik.

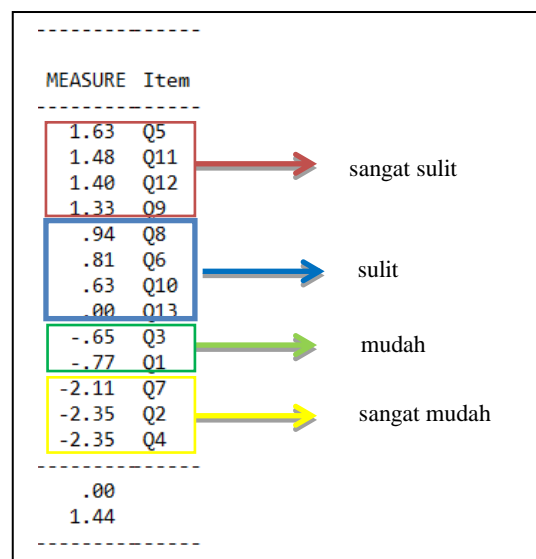
Soal-soal diujikan kepada 92 mahasiswa, untuk memastikan bahwa soal layak digunakan dan ajeg dalam mengukur pengetahuan yang diharapkan dari mahasiswa. 92 mahasiswa dipilih secara acak dari semua angkatan pada salah satu program studi pendidikan kimia di salah satu perguruan tinggi di Kota Semarang, yang telah menyelesaikan materi kimia organik pada pembahasan senyawa alkil halida. Soal yang telah diujikan kepada mahasiswa, dianalisis hasil skor yang diperoleh oleh program Winsteps, yakni konversi nilai mentah menjadi bentuk logaritmanya (logit).

Kriteria kelayakan pada pengembangan instrumen ini, meliputi sebaran tingkat kesulitan soal yang merata, uni-dimensionalitas dari item soal yang dapat mengukur variabel yang diharapkan dalam bentuk validitas konstruk, validitas konten dengan tiga kriteria statistik dari model Rasch (*oufit* MNSQ, *ouutfit* ZSTD, dan PT Mean Corr), dan reliabilitas berdasarkan model Rasch (Planinic *et al.*, 2019; Rusmansyah & Almubarak, 2020).

1. Tingkat kesulitan soal

Gambar 1 merupakan hasil analisis dari uji coba soal dengan model Rasch, dari aspek butir soal (*item measure*). Data dari *item measure* adalah hasil konversi data mentah dari

jawaban soal mahasiswa yang sudah dirubah dalam bentuk logaritmanya diberi nama logit (*logarithm odd unit*), yakni peluang terjawabnya soal berdasarkan kemampuan mahasiswa yang mengerjakan. Nilai logit dari masing-masing tes, menunjukkan bagaimana tingkat kesulitan soal saat dijawab oleh mahasiswa, dengan nilai logit yang paling tinggi (Q5 = 1,63 logit), menunjukkan soal dianggap paling sulit dijawab mahasiswa. Sebaliknya, nilai logit yang sangat rendah (Q4 = -2,35 logit) menunjukkan soal sangat mudah dijawab oleh para mahasiswa. Gambar 1 menunjukkan bagaimana soal tersebar secara merata, dari mulai soal yang dianggap sangat sulit, sulit, mudah, sampai sangat mudah bagi mahasiswa. Hal ini menunjukkan bahwa soal dapat dengan baik mengukur kemampuan mahasiswa, baik mahasiswa yang sangat pintar, maupun mahasiswa yang kurang memahami pada konsep yang diujikan oleh tes.



Gambar 1. Tingkat kesulitan soal

Peneliti mengelompokkan soal menjadi 4:

1. Sangat sulit dengan nilai logit $Q > 0,0 \Rightarrow$ (Q5, Q11, Q12, Q9)
2. Sulit dengan nilai logit $-0,0 < \text{logit } Q < 0,0 \Rightarrow$ (Q8, Q6, Q10, Q13)
3. Mudah dengan nilai logit $-1,0 < \text{logit } Q < -0,0 \Rightarrow$ (Q3, Q1)
4. Sangat mudah dengan nilai logit $< -1,0 \Rightarrow$ (Q7, Q2, Q4)

Soal-soal yang paling dianggap sangat sulit oleh mahasiswa adalah Q5, Q11, Q12, dan Q9. Q5, Q11, dan Q12 adalah soal-soal yang mengukur kemampuan mahasiswa dalam memahami reaksi substitusi pada senyawa alkil

halida, baik pada reaksi nukleofilik S_N1 maupun S_N2 . Soal-soal dianggap sulit, karena mahasiswa harus secara spesifik dapat membedakan karakteristik dari setiap reaksi substitusi yang ditanyakan. Q9 adalah soal yang dianggap sulit, karena mahasiswa dituntut untuk dapat mengetahui apa saja pemanfaatan dari senyawa alkil halida saat ini pada dunia industri.

Berdasarkan peluang terjawabnya soal yang sudah dikonversi dalam bentuk logaritmanya, maka dapat diketahui soal yang dianggap paling sulit dan soal yang dianggap paling mudah oleh mahasiswa. Berikut adalah soal yang dianggap paling sulit oleh mahasiswa:

5. Pada reaksi S_N2 , bila sebuah nukleofilik menabrak sisi belakang suatu atom karbon tetrahedral yang terikat pada sebuah halogen sehingga suatu ikatan baru terbentuk dan ikatan C-X mulai putus dimana disebut sebagai... *

- A. keadaan transisi
- B. proses serentak
- C. bersifat bimolekular
- D. inversi konfigurasi
- E. inversi Walden

Gambar 2. Soal yang dianggap paling sulit

Soal Q5 dianggap paling sulit oleh mahasiswa karena mahasiswa harus dapat memahami dasar teori dari reaksi substitusi dengan sangat baik, dan selanjutnya dapat menerapkan pada reaksi yang terjadi pada senyawa alkil halida. Kedua hal tersebut menjadi satu kesatuan yang secara bersamaan harus mahasiswa pahami, jika mahasiswa masih belum menguasai salah satunya, maka akan sangat sulit dalam menjawab soal di atas. Temuan ini menjadi informasi bagi peneliti bahwa, soal-soal yang mengaitkan antar konsep sub konsep pada senyawa organik, masih dianggap sulit oleh mahasiswa, meski mahasiswa telah menyelesaikan mata kuliah kimia organik.

4. Salah satu sifat fisik dari haloalkana dibandingkan dengan alkana jika ditinjau dari titik didih dan titik lelehnya adalah... *

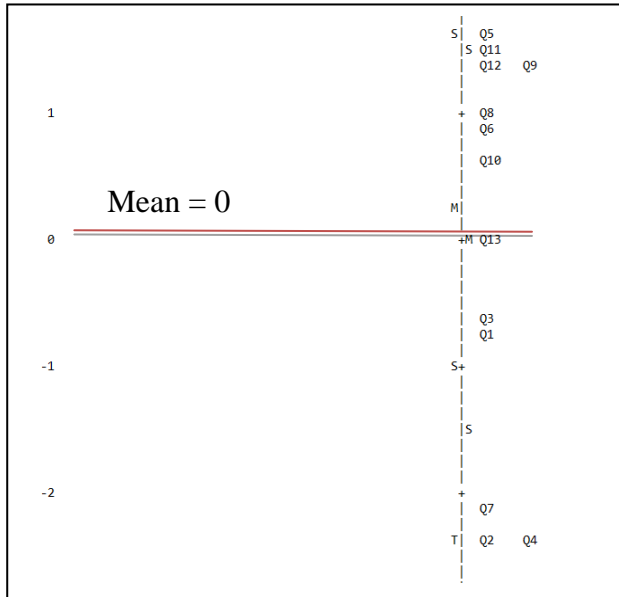
- A. titik didih dan titik leleh lebih tinggi
- B. titik didih rendah dan titik leleh lebih tinggi
- C. titik didih dan titik leleh lebih rendah
- D. titik didih dan titik leleh sama
- E. titik didih tinggi dan titik leleh lebih rendah

Gambar 3. Soal yang dianggap paling mudah

Q4 merupakan soal yang dianggap paling mudah, dan hampir seluruh mahasiswa menjawab dengan benar. Soal Q4 menggali pemahaman mahasiswa pada sifat fisika senyawa alkil halida (Gambar 3). Hal ini menunjukkan, mahasiswa sudah memahami dengan sangat baik pada karakteristik senyawa alkil halida, terlihat dari nilai logit yang cukup rendah pada soal-soal yang mengukur pengetahuan tentang karakteristik senyawa alkil halida (Gambar 1).

2. Validitas item soal

Instrumen tes yang baik, harus dapat mengakomodasi kemampuan mahasiswa, baik yang tinggi maupun yang rendah, hal ini dapat dilihat dari sebaran tingkat kesulitan soal berdasarkan nilai logit setiap butir soal (*Jin et al.*, 2020). Gambar 4 menunjukkan bahwa soal tersebar secara seimbang dari rata-rata logit berdasarkan model Rasch yakni 0,0. Maka, dapat disimpulkan, soal-soal yang dikembangkan memiliki kelayakan dari aspek pengukuran kemampuan mahasiswa baik mahasiswa yang memiliki kemampuan tinggi maupun rendah, berdasarkan sebaran soal di *whright map* hasil analisis dengan *Winsteps* (Boone, 2016).



Gambar 2. Sebaran soal berdasarkan wright map

3. Validitas konstruk

Aspek lain yang menjadi pendukung suatu instrumen tes layak digunakan, adalah kemampuannya dalam mengukur variabel yang diukur, dapat terlihat dari uni-dimensi hasil olahan Rasch. Analisis uni-dimensionalitas menunjukkan bahwa soal tidak bias dalam mengukur variabel yang diharapkan, yakni pemahaman mahasiswa pada pokok bahasan senyawa alkil halida. Bukti dari kemampuan soal yang secara utuh mengukur kemampuan mahasiswa pada butir soal yang dikembangkan dapat dilihat dari data *raw variance* yang diperoleh dengan nilai di atas 20% dan nilai dari *unexplained variance* di bawah 15%. Gambar 5 menunjukkan bahwa pada butir soal yang telah diujikan diperoleh nilai *raw variance* sebesar 40,2% dan *unexplained variance* 8,5%. Dapat disimpulkan bahwa soal dapat mengukur dengan baik kemampuan mahasiswa pada kegiatan praktikum identifikasi senyawa asam basa dengan bahan alami sebagai indikator (Davidowitz & Potgieter, 2016).

Table of STANDARDIZED RESIDUAL variance (in Eigenvalue units)			
		-- Empirical --	Modeled
Total raw variance in observations	=	21.7 100.0%	100.0%
Raw variance explained by measures	=	8.7 40.2%	40.1%
Raw variance explained by persons	=	3.9 17.8%	17.7%
Raw Variance explained by items	=	4.9 22.5%	22.4%
Raw unexplained variance (total)	=	13.0 59.8%	100.0%
Unexplned variance in 1st contrast	=	1.8 8.5%	14.2%
Unexplned variance in 2nd contrast	=	1.7 7.7%	12.9%
Unexplned variance in 3rd contrast	=	1.6 7.2%	12.0%
Unexplned variance in 4th contrast	=	1.3 6.1%	10.2%
Unexplned variance in 5th contrast	=	1.3 6.1%	10.1%

Gambar 5. Uji-unidimensionalitas

4. Validitas konten

Pengujian validitas yang terakhir dari butir soal yang dikembangkan adalah dengan melihat kesesuaian statistik hasil olahan dengan kriteria dari model Rasch, meliputi *Outfit* MNSQ, *Outfit* ZSTD, dan Point measure correlation (PT Mean Corr). Berdasarkan Tabel 1, 13 soal yang dikembangkan mendapatkan ketiga nilai pada rentang yang diterima oleh model Rasch (Boone, 2016). Secara sensitif nilai dari *Outfit* MNSQ pada semua soal berada pada rentang yang diterima, menunjukkan soal derajat keacakan dari soal sesuai dengan model Rasch.

Tabel 1 Fit statistik soal dengan model Rasch

Kode Soal	Kriteria Statistik		
	Outfit MNSQ	Outfit ZSTD	Point measure correlation
Q1	1,06	0,3	0,36
Q2	0,61	-0,5	0,37
Q3	0,76	-0,8	0,51
Q4	0,55	-0,7	0,4
Q5	1,03	0,2	0,57
Q6	0,62	-2,4	0,68
Q7	1,15	0,4	0,26
Q8	0,97	-0,1	0,49
Q9	1,32	1,4	0,45
Q10	1,18	1,0	0,48
Q11	0,96	-0,1	0,51
Q12	1,15	0,7	0,38
Q13	1,20	1,1	0,33

5. Reliabilitas Instrumen

Kriteria lain dari kualitas suatu instrumen adalah bagaimana soal dapat secara konsisten mengukur variabel yang diharapkan, yakni nilai reliabilitasnya (Othman *et al.*, 2014; Sumarni *et al.*, 2018). Pada penelitian ini diperoleh nilai reliabilitas soal 0,96 (Gambar 6), menunjukkan soal memiliki reliabilitas yang sangat baik (Sumintono & Widhiarso, 2015). Informasi lain yang mendukung kualitas soal dari tes yang dikembangkan adalah nilai *separation* 4,94 (Gambar 6), yang menunjukkan soal dapat membedakan secara baik setiap level kemampuan mahasiswa yang telah menjawabnya.

SUMMARY OF 13 MEASURED Item								
	TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL ERROR	INFIT MNSQ	ZSTD	OUTFIT MNSQ	ZSTD
MEAN	48.6	92.0	.00	.28	.99	.0	.97	.0
S.D.	21.6	.0	1.44	.04	.14	1.2	.24	1.0
MAX.	82.0	92.0	1.63	.36	1.22	2.3	1.32	1.4
MIN.	24.0	92.0	-2.35	.24	.72	-2.7	.55	-2.4
REAL RMSE	.29	TRUE SD	1.41	SEPARATION	4.94	Item	RELIABILITY	.96
MODEL RMSE	.28	TRUE SD	1.41	SEPARATION	5.05	Item	RELIABILITY	.96
S.E. OF Item MEAN = .42								

Gambar 6. Reliabilitas instrumen tes

KESIMPULAN

Sebanyak 13 soal telah dikembangkan dalam bentuk *online*, untuk mengukur konsep alkil halida dari mata kuliah kimia organik. Soal-soal dinyatakan valid dan reliabel berdasarkan hasil analisis dengan model Rasch melalui program Winsteps, meliputi kriteria validitas aitem, validitas konstruk, dan validitas konten. Rekomendasi dari penelitian ini, soal-soal yang telah dikembangkan pada penelitian ini dapat digunakan untuk mengukur keberhasilan perkuliahan kimia organik, khususnya pada pokok bahasan senyawa alkil halida.

DAFTAR RUJUKAN

- Arellano, D. C.-R., & Towns, M. H. (2014). Students' understanding of alkyl halide reactions in undergraduate organic chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(4), 501–515. <https://doi.org/10.1039/c3rp00089c>
- Boone, W. J. (2016). Rasch analysis for instrument development: Why, when, and how? *CBE Life Sciences Education*, 15(4). <https://doi.org/10.1187/cbe.16-04-0148>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). *Research Methods in Education 8th Edition* (8th ed.). Routledge Taylor & Francis Group. <http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf>
- Crucho, C. I. C., Avó, J., Diniz, A. M., & Gomes, M. J. S. (2020). Challenges in teaching organic chemistry remotely. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 3211–3216. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00693>
- Davidowitz, B., & Potgieter, M. (2016). Use of the Rasch measurement model to explore the relationship between content knowledge and topic-specific pedagogical content knowledge for organic chemistry. *International Journal of Science Education*, 38(9), 1483–1503. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1196843>
- Fung, F. M., & Lam, Y. (2020). How COVID-19 Disrupted Our “flipped” Freshman Organic Chemistry Course: Insights Gained from Singapore. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 2573–2580. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00590>
- Graulich, N., & Bhattacharyya, G. (2017). Investigating students' similarity judgments in organic chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(4), 774–784. <https://doi.org/10.1039/c7rp00055c>
- Graulich, Nicole, & Schween, M. (2018). Concept-Oriented Task Design: Making Purposeful Case Comparisons in Organic Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 95(3), 376–383. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00672>
- Hartanto, S., & Fordiana, R. (2018). Learning Needs Analysis of Vocational HighSchools Chemical Subjects in Mechanical Engineering Department. *International Journal of Engineering & Technology*, 7, 656–658. <http://www.rsc.org/globalassets>
- Howitz, W. J., Guaglianone, G., & King, S. M. (2020). Converting an organic chemistry course to an online format in two weeks: Design, implementation, and reflection. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 2581–2589. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00809>
- Jin, Y., Rodriguez, C. A., Shah, L., & Rushton, G. T. (2020). Examining the psychometric properties of the redox concept inventory: A Rasch approach. *Journal of Chemical Education*. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00479>
- Ling Lee, W., Chinna, K., & Sumintono, B. (2020). Psychometrics assessment of HeartQoL questionnaire: A Rasch analysis. *European Journal of Preventive Cardiology*, 1–6. <https://doi.org/10.1177/2047487320902322>

- Lipton, M. A. (2020). Reorganization of the Organic Chemistry Curriculum to Improve Student Outcomes. *Journal of Chemical Education*, 97(4), 960–964. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00606>
- Mai, A., George-Williams, S., & Pullen, R. (2021). Insights into Student Cognition: Creative Exercises as an Evaluation Tool in Undergraduate First-year Organic Chemistry. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 29(3), 48–61. <https://doi.org/10.30722/IJISME.29.03.004>
- Othman, N., Salleh, S. M., Hussin, H., & Wahid, H. A. (2014). Assessing Construct Validity and Reliability of Competitiveness Scale Using Rasch Model Approach. *The 2014 WEI International Academic Conference Proceedings*, 113–120.
- Planinic, M., Boone, W. J., Susac, A., & Ivanjek, L. (2019). Rasch analysis in physics education research: Why measurement matters. *Physical Review Physics Education Research*, 15(2), 20111. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.020111>
- Rahayah Ariffin, S., Omar, B., Isa, A., & Sharif, S. (2010). Validity and reliability Multiple Intelligent item using Rasch measurement model. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 9, 729–733. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.225>
- Rusmansyah, & Almubarak. (2020). *Students' Cognitive Analysis Using Rasch Modeling As an Assessment for Planning of Strategies in Chemistry Learning*. 5(3), 222–235.
- Sabekti, A. W., & Khoirunnisa, F. (2018). Penggunaan Rasch Model Untuk Mengembangkan Instrumen Pengukuran Kemampuan Berikir Kritis Siswa Pada Topik Ikatan Kimia. *Jurnal Zarah*, 6(2), 68–75. <https://doi.org/10.31629/zarah.v6i2.724>
- Sumarni, W., Susilaningsih, E., Sutopo, Y., Info, A., & Chemistry, A. T. (2018). Construct Validity and Reliability of Attitudes towards Chemistry of Science Teacher Candidates. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 7(1), 39–47. <https://doi.org/10.11591/ijere.v7.i1.11138>
- Sumintono, B., & Widhiarso, W. (2015). *Aplikasi pemodelan rasch pada assessment pendidikan*. Trim komunikata.
- Yulita, I. (2018). Pre-Konsepsi Peserta Didik Terhadap Konsep Interaksi Antarmolekul, Printer Inkjet Dan Hubungan Keduanya. *Jurnal Zarah*, 4(1), 10–27.