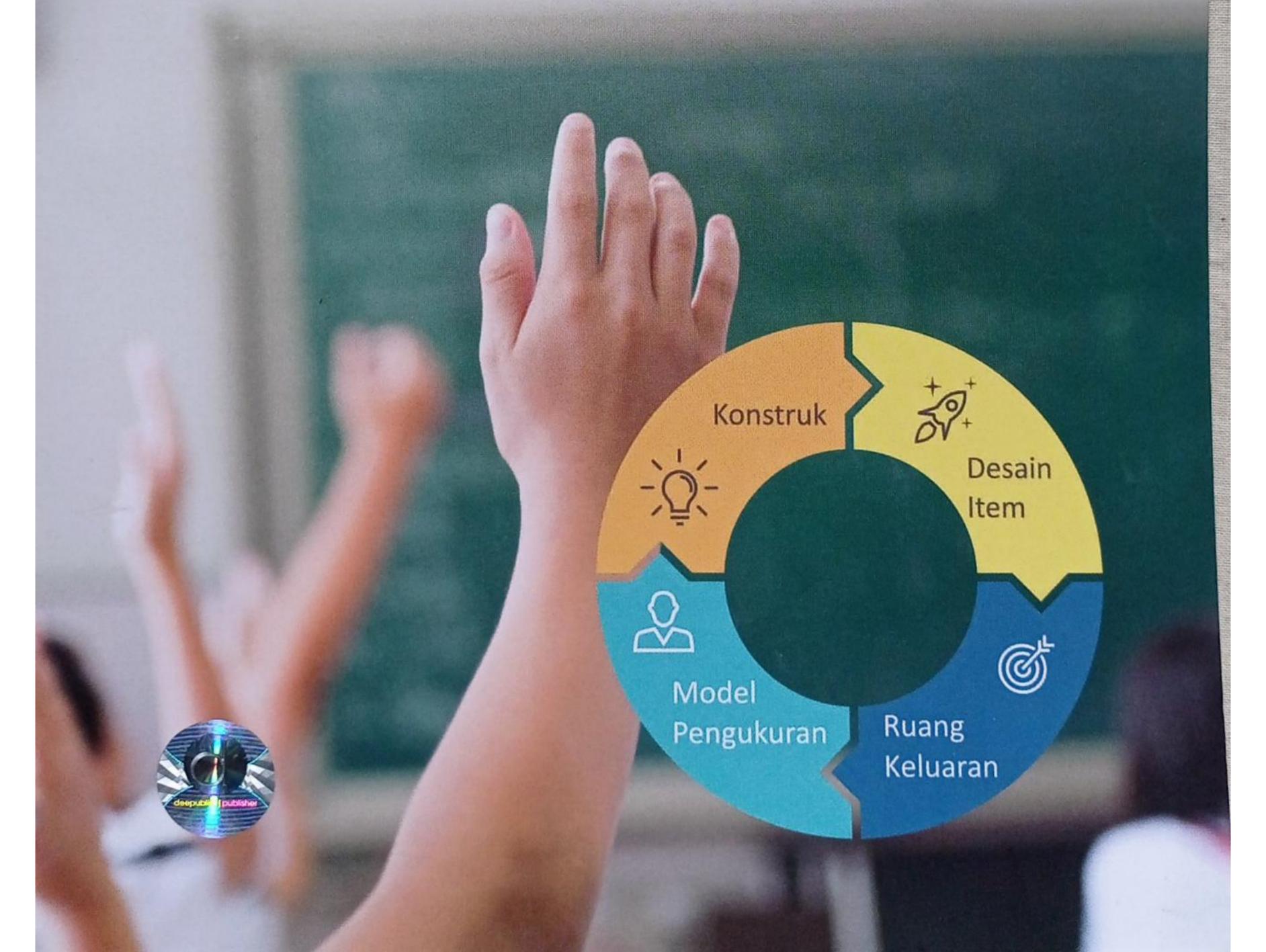
Lukman Abdul Rauf Laliyo



MENDIAGNOSIS SIFAT PERUBAHAN KONSEPTUAL SISWA:

Penerapan Teknik Analisis Stacking dan Racking Rasch Model



MENDIAGNOSIS SIFAT PERUBAHAN KONSEPTUAL SISWA: Penerapan Teknik Analisis Stacking dan Racking Rasch Model

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

 Penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;

ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian

ilmu pengetahuan;

iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan

iv. Penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak

Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).

2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,000 (lima ratus juta rupiah).

Lukman Abdul Rauf Laliyo

MENDIAGNOSIS SIFAT PERUBAHAN KONSEPTUAL SISWA: Penerapan Teknik Analisis Stacking dan Racking Rasch Model



Cerdas, Bahagia, Mulia, Lintas Generasi.

MENDIAGNOSIS SIFAT PERUBAHAN KONSEPTUAL SISWA: PENERAPAN TEKNIK ANALISIS STACKING DAN RACKING RASCH MODEL

Lukman Abdul Rauf Laliyo

Desain Cover : Herlambang Rahmadhani

Sumber: www.shutterstock.com

Tata Letak :
Amira Dzatin Nabila

Proofreader: Meyta Lanjarwati

Ukuran : xiv, 127 hlm, Uk: 15.5x23 cm

ISBN: 978-623-02-3323-4

Cetakan Pertama:
Agustus 2021

Hak Cipta 2021, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Copyright © 2021 by Deepublish Publisher All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT DEEPUBLISH (Grup Penerbitan CV BUDI UTAMA)

Anggota IKAPI (076/DIY/2012)

Jl.Rajawali, G. Elang 6, No 3, Drono, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman Jl.Kaliurang Km.9,3 – Yogyakarta 55581

Telp/Faks: (0274) 4533427

Website: www.deepublish.co.id

www.penerbitdeepublish.com

E-mail: cs@deepublish.co.id

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Berbagai penelitian pendidikan kimia yang penulis ketahui, terutama yang mengevaluasi pengaruh dari suatu inovasi pedagogis, menggunakan desain *pre-posttest*, sering kali dilakukan dengan cara mencari perbedaan yang signifikan dalam suatu ukuran konten tertentu. Meskipun jenis penelitian ini dapat memberikan informasi berharga tentang ada atau tidaknya pengaruh, namun memiliki "keterbatasan" dalam menjelaskan rincian tentang sifat dari pengaruh dimaksud. Padahal, besarnya ukuran perubahan *pre-posttest*, yang biasa disebut sebagai "hasil pembelajaran" dapat memberikan informasi tambahan yang penting untuk peneliti pemula, guru, mahasiswa (calon guru), yang berkecimpung dalam penelitian pendidikan dan pembelajaran.

Penulisan buku ini dimaksudkan untuk memperkaya literatur tentang bagaimana cara mengatasi "keterbatasan" analisis (dalam kajian desain penelitian kuasi eksperimen *pre-posttest*), ketika peneliti pemula, guru dan mahasiswa (calon guru) ingin menjelaskan rincian sifat yang ditimbulkan oleh pengaruh suatu inovasi pembelajaran.

Buku ini pada awalnya adalah hasil penelitian penulis, yang mengkaji bagaimana mendiagnosis perubahan konseptual siswa (sebagai akibat dari penerapan pembelajaran inkuiri berkonteks socio-scientic issue), menggunakan teknik stacking dan racking Rasch model. Mendiagnosis dalam pengertian ini adalah memeriksa sekaligus mengestimasi besarnya perubahan konseptual pre-posttest siswa. Besarnya selisih ukuran perubahan pre-posttest siswa, cenderung dapat menjelaskan sifat perubahan konseptual siswa, sehingga dapat diidentifikasi dan dirinci, apakah sifat perubahan konseptual siswa itu bernilai negatif atau positif. Inilah salah satu keunggulan pendekatan analisis Rasch model, yaitu mampu

mengestimasi sifat perubahan hingga di level individu siswa dan item. Bahkan, mampu mendiagnosis siswa yang mana, yang mengalami kesulitan belajar; dan item yang mana yang sangat sulit dipahami siswa.

Mengapa mendiagnosis perubahan konseptual siswa itu penting? Perubahan konseptual siswa adalah akibat yang diharapkan terjadi pada struktur pemahaman siswa, karena dipengaruhi oleh penerapan suatu inovasi pembelajaran. Struktur pemahaman yang dimaksudkan adalah struktur pengetahuan yang ilmiah. Namun, tidak semua inovasi pembelajaran dapat menyebabkan perubahan konseptual, karena siswa sudah memiliki pemahaman yang sudah dipahami sebelumnya menurut caranya sendiri, yang cenderung mengandung miskonsepsi dan bersifat laten (tahan lama). Mendiagnosis dengan teknik stacking dan racking adalah salah satu cara paling efektif untuk menemukan bentuk pemahaman dan cara belajar siswa yang "menyimpang", apalagi bila diagnosis dilakukan pada siswa dalam jumlah yang besar. Hasil analisisnya dapat digunakan untuk mengevaluasi efektivitas inovasi pembelajaran.

Penulis sangat berterima kasih kepada Bapak Bambang Sumintono, Ph.D, salah satu ahli *Rasch Model* dari Universitas Malaya, Malaysia, atas kebaikan dan ketulusan hatinya, memberikan izin penggunaan konsep *stacking* dan *racking* yang ditulisnya, sebagai bahan utama dalam membangun kerangka analisis hasil penelitian ini. Dalam berbagai kesempatan diskusi tatap muka, tatap maya, maupun melalui media sosial, beliau selalu mendukung penulis, terutama upaya penerapan konsep *Rasch model*, dalam berbagai bidang keilmuan.

Penulis merekomendasikan pembaca, khususnya bagi peneliti pemula, guru dan calon guru, yang ingin mengenal Rasch model, untuk mempelajari sejumlah buku yang telah ditulis dalam bahasa Indonesia, diantaranya adalah: "Aplikasi Model Rasch untuk Penelitian Ilmu-Ilmu Sosial (2014)" dan "Aplikasi Pemodelan Rasch pada Assessment

Pendidikan (2015)". Penulis buku ini adalah Bambang Sumintono dan Wahyu Widhiarso. Kedua buku inilah yang mengilhami penulis untuk mendalami Rasch model. Di dalam buku ini dirinci dengan baik penjelasan tentang Rasch model dan teknik dasar dalam mengoperasikannya menggunakan aplikasi ministep atau winstep.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa kajian dalam buku ini belumlah sempurna. Oleh karena itu, masukan, saran dan kritik sangat diharapkan, dalam rangka penyempurnaan isi buku ini di masa datang. Kepada semua pihak yang telah membantu dan memungkinkan diterbitkannya buku ini, penulis ucapkan terima kasih yang tak terhingga, khususnya kepada Prodi Pendidikan Kimia UNG, serta Ananda Damara Ika Putri, yang telah membantu dalam proses pengumpulan data. Akhir kata, semoga buku ini dapat bermanfaat bagi semua pembaca.

Billahitaufieq walhidayah.

Gorontalo, Agustus 2021

Lukman Abdul Rauf Laliyo

DAFTAR ISI

KATA PE	NGAN	ΓAR		V
BAB 1			JAN	
			elakang	
	1.2.	Perma	salahan	
	1.3.		l	
BAB 2	MET		GI	
	2.1.	Pendel	katan	14
	2.2.		bangan Etis	
	2.3.		1	
	2.4.	Bahan	Kajian yang Dipelajari	16
	2.5.	Kegiat	an Pembelajaran Inkuiri	16
		2.5.1.	Tahap Engage: Melibatkan Siswa Pada	
			Masalah	18
		2.5.2.	Tahap Eksplore: Siswa Mendalami	
			Masalah dan Eksperimentasi	18
		2.5.3.	Tahap Explain: Siswa Menjelaskan	
		I have been a transfer	Hasil Kerjanya	19
		2.5.4.	Tahap Elaborate: Siswa Mengelaborasi	
			Hasil Kerjanya	19
		2.5.5.	Tahap <i>Evaluate</i> : Siswa Mengevaluasi	
	2.6	D	Hasil Kerjanya	
	2.6.		mbangan Instrumen	21
•		2.0.1.	Construct Map: Level Penguasaan	22
			Konseptual Hidrolisis	22

		2.6.2. Desain	n Item (Items' Des	ign)	25
		2.6.3. Ruang	Keluaran		28
			Pengukuran		
	2.7.	Pengumpulan	Data		35
			est dan Post-Test		
		2.7.2. Imple	mentasi Pembelaja	aran	35
	2.8.	Analisis Data	: Teknik Stackin	g dan <i>Racking</i>	
		Rasch Model			36
BAB 3	LAN	ASAN TEORE	TIS		39
	3.1.		etahuan		
			asar Pemahaman.		
		3.1.2. Teori	neo-Piagetian		40
		3.1.3. Strukt	ur Pengetahuan Si	swa	41
		3.1.4. Repre	sentasi dan Skema	ta	42
		3.1.5. Repre	sentasi dalam	Pembelajaran	
		Kimia			43
		3.1.6. Know	edge Space Theory	'	45
	3.2.	Teori Perubal	nan Konsep		49
	3.3.	Miskonsepsi			52
	3.4.		teks terhadap Mis		
	3.5.	Pemahaman H	lidrolisis		55
	3.6.	Konteks Socio	-Scientific Issues (S	SSI)	55
BAB 4	HAS	L DAN PEMBA	HASAN		58
	4.1.	Efektivitas Ins	strumen Pengukur	an	58
		4.1.1. Unidir	nesionalitas		58
		4.1.2. Pengu	jian Skala Perir	igkat (Rating	
		4.1.3. Reliab	ilitas <i>Person</i> dan It	em	60
		4.1.4. Person	Separation Index .		61
		415 17-1:1:			

	4.2.	Perbe	daan Ukuran Kemampuan Penguasaan	
			ptual Hidrolisis Siswa Eksperimen dan	
			ol	65
	4.3.		ahan Kemampuan Penguasaan	03
			ptual Siswa	67
			Perubahan Ukuran Kemampuan Pre-	07
			Posttest Siswa Kelas Eksperimen dan	
			Kontrol	67
		4.3.2.	Sifat Perubahan Kemampuan Pre-	
			Posttest Siswa: Perubahan Positif dan	
			Perubahan Negatif	69
		4.3.3.	Pola Perubahan Ukuran Kemampuan	
			Penguasaan Konseptual Hidrolisis Pre-	
			Posttest Siswa	
	4.4.	Peruba	ahan Tingkat Kesulitan Item	76
		4.4.1.	Perubahan Ukuran Tingkat Kesulitan	
			Item Pre-Posttest Siswa Kelas	
			Eksperimen Dan Kontrol	76
		4.4.2.	Sifat Perubahan Tingkat Kesulitan Item	
			Pre-Posttest Siswa: Perubahan Positif	
			Dan Perubahan Negatif	79
		4.4.3.	Pola Perubahan Ukuran Tingkat	
			Kesulitan Item Hidrolisis Pre-Posttest	
	1 5	D:	Siswa	81
	4.5.	0	osis Perubahan di Level Individu Siswa	
	4.6.	uan in	dividu Item	84
BAB 5			oatasan dan Studi Masa Depan	89
The second second	KES	IMPULA	N	91
DAFTAR	PUST	AKA	•••••	93
DI III IIV	114 A		***************************************	113
TENTAN	GPEN	ULIS		126
				120

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Desain Kuasi Eksperimen Pre-Posttest Control Group	14
Tabel 2.2	Karakteristik Siswa Kelas Eksperimen dan Kontrol	15
Tabel 2.3	Peta Konseptual Pemahaman Konsep Hidrolisis	23
Tabel 2.4	Contoh Desain Item Soal Nomor 1 TPKH	27
Tabel 2.5	Kriteria Penilaian dan Kategori Pola Respons Jawaban Siswa*)	29
Tabel 4.1	Standardized Residual Variance	59
Tabel 4.2	Summary of Category Structure	59
Tabel 4.3	Reliability of Person and Item	60
Tabel 4.4	Item Statistics: Misfit Order	63
Tabel 4.5	Hasil Uji Man-Whitney U Pre-Posttest TPKH Siswa Kelas Eksperimen dan Kontrol (p<0.05)	66
Tabel 4.6	Hasil Uji Wilcoxon Pre-Posttest TPKH Siswa Kelas Ekperimen dan Kontrol (p<0.05)	67
Tabel 4.7	Ukuran Kemampuan Rata-Rata <i>Pre-Posttest</i> Siswa Kelas Eksperimen dan Kontrol	68
Tabel 4.8	Petikan Scalogram: Berdasarkan Pola Respons Item Pre-Posttest Siswa yang Bernilai Negatif	73
Tabel 4.9	Ukuran Tingkat Kesulitan Item <i>Pre-Posttest</i> Siswa Kelas Eksperimen dan Kontrol	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tahapan Kegiatan Pembelajaran Siswa Kelas Eksperimen (Diadaptasi dari Putri, 2019)17
Gambar 2.2	Hidrolisis Garam NaCH ₃ COO (Diadaptasi dari Putri, 2019)20
Gambar 2.3	Empat Komponen Utama Pengukuran (Diadaptasi dari Sumintono & Widhiarso, 2015, hal. 18)22
Gambar 3.1	Ilustrasi Hubungan antara Penyelesaian Masalah pada Struktur Pengetahuan (diadaptasi dari Doignon & Falmagne, 1999: 4)47
Gambar 4.1	Wright Map Person (N=214) dan Item (N=15)64
Gambar 4.2	Grafik Scatter Plot Ukuran Kemampuan Pre- Posttest Siswa di Kelas Eksperimen69
Gambar 4.3	Grafik Scatter Plot Ukuran Kemampuan Pre- Posttest Siswa di Kelas Kontrol71
Gambar 4.4	Peta Wright Tingkat Kesulitan Item Siswa Kelas Eksperimen77
Gambar 4.5	Peta Wright Tingkat Kesulitan Item Siswa Kelas Kontrol78
Gambar 4.6	Perbandingan Ukuran Tingkat Kesulitan Item Pre-Posttest Siswa Kelas Eksperimen79
Gambar 4.7	Perbandingan Ukuran Tingkat Kesulitan Item Pre-Posttest Siswa Kelas Kontrol 80

Camban 4.0	Crafile Darkedon III	
Gambar 4.8	Grafik Perbedaan Ukuran (logit item) dari Selisih	
	Item Pre-Posttest Siswa Kelas Eksperimen dan	
	Kontrol	83
Gambar 4.9	Hasil Stacking Ukuran Kemampuan Siswa (S18E) dan Hasil Racking Ukuran Tingkat Kesulitan Item	
	5	96

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sejak dekade terakhir, paradigma pembelajaran cenderung mengalami perubahan substansial, khususnya dalam mengembangkan inovasi pedagogis. Inovasi pedagogis yang dimaksudkan adalah pengembangan sistem pembelajaran yang dapat memfasilitasi siswa, dalam mengembangkan kreativitas berpikir tingkat tinggi dan transdisiplin (Henriksen, 2016), mampu menguasai dan menggunakan teknologi (Palmer et al., 2007), untuk menemukan dan memecahkan masalah di lingkungan kehidupannya (Popkova et al., 2019). Sayangnya, perubahan paradigma pembelajaran dimaksud, belum sepenuhnya didukung oleh sistem evaluasi yang akurat, terutama dalam mengestimasi kinerja belajar siswa dan keberhasilan proses inovasi pembelajaran.

Mengevaluasi efektivitas suatu inovasi pembelajaran, tidak dapat dilepaskan dengan konteks, konstruksi dan pendekatan analisis yang digunakan. Ketiga faktor ini merupakan bagian penting dalam membangun kerangka analisis dan pengujian untuk menentukan tingkat keberhasilan pengaruh penerapan suatu inovasi pedagogis. Dalam konteks ini, Biggs (2003) menggunakan istilah "constructive alignment", yaitu penilaian yang didasarkan pada keselarasan atau kesesuaian. Artinya bahwa suatu inovasi pembelajaran yang tepat dan efektif akan terwujud manakala keseluruhan aspek sistem pembelajaran (tujuan, metode dan penilaian) berjalan sesuai yang direncanakan. Oleh karena itu, dalam menilai proses dan tingkat keberhasilan inovasi pembelajaran yang berkualitas tinggi cenderung ditentukan oleh standar kinerja (Romine & Walter, 2014), dan pendekatan analisis yang digunakan (Sumintono & Widhiarso, 2015).

Penilaian berdasarkan standar kinerja, salah satunya ditentukan oleh capaian tingkat kompetensi siswa, meliputi aspek pengetahuan, keterampilan dan keahlian profesional lainnya (van de Watering & van der Rijt, 2006); sedangkan pendekatan analisis berkenaan dengan kualitas pengukuran dan analisis data yang digunakan. Hasil penilaian nantinya akan menjadi *feedback* bagi pengembangan kualitas inovasi pedagogis dan efektivitas program pembelajaran.

Pentecost dan Barbera (2013) menengarai bahwa pengujian pengaruh suatu inovasi pedagogis dalam desain kuasi eksperimen *pre-posttest*, cenderung mengandung sejumlah keterbatasan. Salah satu keterbatasan itu adalah penggunaan skor mentah untuk analisis data. Selain itu, dalam praktiknya, instrumen yang digunakan cenderung belum memenuhi standar kinerja yang sesuai dengan kerangka validitas dan reliabilitas (Laliyo *et al.*, 2020). Padahal, pemenuhan syarat validitas dan reliabilitas instrumen pengukuran adalah bagian yang relatif menentukan dalam analisis, interpretasi dan pengambilan keputusan (Misbach & Sumintono, 2014). Karena itu, jenis pengujian yang berbasis skor mentah, cenderung memiliki keterbatasan dalam menjelaskan sifat perubahan yang ditimbulkan oleh pengujian dimaksud.

Pentingnya standar pengujian inovasi pedagogis (pembelajaran), dapat dianalogikan sama dengan pekerjaan seorang peneliti di laboratorium, terutama dalam merancang serangkaian eksperimen, dan memanipulasi satu variabel. Ambil contoh pengujian laju reaksi. Konsep laju reaksi, dapat diukur pada satu suhu tertentu, dan pada suhu yang berbeda. Pengukuran suhu ini dilakukan dengan mengontrol semua variabel lain yang terkait, pada reaksi yang tetap dan konstan. Dalam konteks skenario pengukuran suhu untuk laju reaksi ini, seorang peneliti tidak hanya tertarik untuk menguji perubahan laju pada suhu yang berbeda, tetapi juga pada berapa besarnya perubahan laju reaksi yang terjadi. Pada akhirnya, seorang

peneliti mencari informasi lain untuk membantu menjelaskan mekanisme yang mendasari perubahan atau pengukuran eksperimentalnya (Pentecost & Barbera, 2013).

Skenario pengujian laju reaksi di laboratorium, analog dengan pengujian pengaruh inovasi pembelajaran, dalam desain penelitian kuasi eksperimen *pre-posttest*. Di dalamnya ada kegiatan perancangan sistem, proses dan evaluasi pembelajaran. Seorang peneliti mungkin tertarik untuk mengukur perubahan konseptual siswa (ini analog dengan laju reaksi), berdasarkan beberapa perbedaan metode pembelajaran (ini analog dengan perbedaan suhu). Akan tetapi, dalam jenis kuasi eksperimen *pre-posttest*, dimungkinkan seorang peneliti akan mengalami kesulitan dalam mengontrol variabel lain agar tetap konstan. Variabel di luar metode, seperti variasi kemampuan siswa, kesiapan belajar, dan lain-lain, cenderung jauh lebih sulit dijaga oleh peneliti agar tetap konstan.

Untuk membantu peneliti mengontrol variabel, para ahli telah mengembangkan teknik melalui desain dan interpretasi data (Field & Hole, 2003; Lewis & Lewis, 2005). Desain *pre-posttest* umumnya digunakan untuk mengevaluasi pengetahuan siswa sebelum dan setelah penerapan suatu inovasi pedagogis. Setelah itu, diukur perubahan yang terjadi sesuai indikator kinerja yang ditetapkan, dan untuk diuji signifikansi perbedaannya. Meskipun desain penelitian *pre-posttest* ini dapat menghasilkan informasi tentang ada tidaknya pengaruh, akan tetapi cenderung memiliki keterbatasan dalam memberikan detail perubahan yang timbul akibat penerapan suatu inovasi pedagogis.

Desain penelitian kuasi eksperimen *pre-posttest*, cenderung memiliki ketergantungan pada sifat "perlakuan (treatment)". Ketergantungan pada "sifat perlakuan" ini mirip dengan ketergantungan "suhu" dalam analogi "laju reaksi"). Akan tetapi, dalam analisisnya, relatif sulit untuk mendapatkan informasi yang cukup untuk menjelaskan hubungan antara pengaruh dengan capaian

kinerja pada setiap konten yang diukur. Pertanyaan menariknya adalah bagaimana jika seorang peneliti ingin membandingkan besarnya perubahan kinerja *pre-posttest* (perbedaan ukuran hasil belajar) dan menafsirkan sifat perubahan yang terjadi, atau menalarkan mengapa perubahan itu terjadi dalam setiap konten yang diukur?

Buku sederhana ini, secara spesifik ditujukan kepada para peneliti pemula, guru dan calon guru sains (kimia); untuk mengenalkan bagaimana cara mengukur sifat perubahan, menggunakan teknik analisis stacking dan racking Rasch model. Menggunakan teknik analisis ini memungkinkan peneliti untuk secara spesifik dapat menafsirkan sifat perubahan akibat pengaruh penerapan suatu inovasi pedagogis, dalam desain pre-posttest.

Harus diakui bahwa penggunaan teknik stacking dan racking ini belum menjadi fokus utama dalam penelitian pendidikan kimia saat ini. Kecenderungan banyak penelitian masih terjebak dalam perdebatan psikometrik tentang bagaimana mungkin mengukur perubahan konseptual secara akurat.

Menurut Pentecost & Barbera (2013), sumber perdebatan pengukuran psikometrik, khususnya dalam desain *pre-posttest*, disebabkan penggunaan skor mentah. Penggunaan skor mentah untuk analisis dan interpretasi, akan menimbulkan masalah, yaitu: *pertama*, adanya perbedaan selisih skor *pre-posttest* yang berpotensi bias. Siswa yang memiliki selisih skor yang besar, akan lebih teramati pada siswa yang perolehan skor *pre-test*-nya rendah, dibandingkan siswa yang perolehan skor *pre-test*-nya tinggi.

Kedua, perbedaan selisih skor pre-posttest yang berpotensi bias, menunjukkan rendahnya reliabilitas pengukuran. Artinya pengukuran yang dilakukan tidak dapat diandalkan atau tidak bisa dijadikan acuan. Ada korelasi yang kuat, antara perbedaan selisih skor pre-posttest, dengan perolehan skor pada pre-test maupun post-test. Jika perbedaan selisih skor pre-posttest ini dijadikan acuan dalam

penilaian, maka akan melahirkan masalah baru, dan sangat "berisiko tinggi" apabila digunakan untuk membuat keputusan strategis tentang siswa atau menentukan efektivitas inovasi pembelajaran. Untuk mendapatkan reliabilitas pengukuran yang tinggi, para peneliti, umumnya akan mengurangi korelasi perolehan skor *pre-test* dan *post-test*. Akan tetapi, cara ini justru memunculkan masalah ketiga.

Ketiga, reliabilitas pengukuran dapat dicapai apabila perbedaan selisih skor dikontrol, melalui perubahan konstruksi item pre-posttest. Artinya satu item dikonstruksi secara berbeda, pada pre-posttest. Perubahan konstruksi dimaksud, dapat meningkatkan reliabilitas perbedaan selisih skor pre-posttest. Hal ini menunjukkan bahwa ada penurunan korelasi antara sebelum dan setelah perlakuan. Akan tetapi, perubahan konstruksi item, justru mengorbankan validitas item. Masalah validitas ini sering terjadi, dan pada umumnya, diatasi dengan cara menggunakan item yang sama, pada pre-posttest atau penilaian paralel.

Penggunaan item yang sama pada *pre-posttest* tidak dapat mengatasi perubahan dalam konstruksi tipe item yang diukur. Anggaplah pada awalnya, dalam kondisi *pre-test*, sebuah item ditujukan untuk mengukur kemampuan siswa dalam penyelesaian masalah. Akan tetapi, setelah perlakuan inovasi pembelajaran dilakukan, dalam kondisi *post-test*, item ini dimungkinkan tidak lagi berfungsi untuk mengukur penyelesaian masalah, melainkan mengukur apa yang dipahami (diingat) siswa saat mengikuti pembelajaran. Hal ini juga bagian dari kelemahan pengujian yang hanya mementingkan pengaruh dari suatu perlakuan.

Untuk mengatasi perdebatan psikometrik, penggunaan skor mentah, dalam desain *pre-posttest*, para peneliti menggunakan pendekatan analisis varians (ANACOVA). Menurut Barbera *et al.* (2008), pendekatan ANACOVA, menggunakan skor *pre-test* sebagai kovariat untuk skor *post-test*. Hal ini memang dapat meningkatkan kekuatan analisis dan mengatasi potensi bias skor pretest. Akan tetapi,

belum ditemukan informasi bahwa pendekatan ini dapat diterima secara luas dalam literatur pendidikan sains, karena perbedaan sederhana dan perhitungan perolehan pembelajaran yang dinormalisasi.

Jika dicermati, perdebatan psikometrik dalam desain preposttest muncul, sebagai akibat dari keterbatasan penggunaan teknik pengukuran konvensional, yang menggunakan skor mentah. Menurut Sumintono (2016) skor mentah bukanlah data final, karena tidak memiliki skala pengukuran yang sama, dan tidak mempunyai banyak informasi sebagai dasar membuat kesimpulan (He et al., 2016). Hasil penelitian yang dibahas dalam buku ini, menggunakan pendekatan analisis Rasch model, karena mampu mengonversi perolehan skor mentah menjadi data interval dengan skala yang sama. Rasch model digunakan untuk mengatasi keterbatasan pengukuran psikometrik konvensional, sekaligus dapat mengevaluasi hasil perubahan preposttest siswa pada konstruksi yang diukur (Linacre, 2020; Sumintono, 2018).

(Sumintono & Widhiarso, 2015), dan telah banyak digunakan untuk menganalisis berbagai jenis data, seperti data dikotomi, politomi, multirating dan multirater. Sekitar 2000-an, Rasch model dikenalkan sebagai pengukuran psikometrik berbasis probabilistic, yang melampaui penggunaan skor mentah (Boone et al.. 2014; Liu. 2012). Paling umum, model pengukuran ini banyak digunakan untuk mengatasi keterbatasan pengukuran psikometrik konvensional (Linacre, 2020; Sumintono, 2018). Perangkat analisisnya, seperti item digunakan untuk analisis tes internasional seperti TIMSS dan PISA (Sabah et al., 2013).

Rasch model dalam penelitian pendidikan kimia, telah digunakan untuk mengevaluasi urutan pemahaman dan kemajuan belajar (Hadenfeldt et al., 2013), mendiagnosis prakonsepsi (Laliyo et

al., 2019; Lu & Bi, 2016), dan miskonsepsi siswa (Herrmann-Abell & Deboer, 2016; Herrmann-Abell & DeBoer, 2011), menghubungkan pengukuran content knowledge dengan pedagogical content knowledge (Davidowitz & Potgieter, 2016), mendiagnosis pola kesulitan item (Park & Liu, 2019), serta mendiagnosis miskonsepsi siswa yang cenderung permanen (Laliyo et al., 2020). Rasch model dalam penelitian perubahan kemampuan siswa, dilaporkan oleh Ling et al. (2018), menggunakan teknik stacking Rasch model.

1.2. Permasalahan

Pembelajaran sains, sejak sepuluh tahun terakhir, cenderung beralih dari proses belajar tentang memahami fakta-fakta, menjadi proses belajar yang berorientasi pemecahan masalah. Literasi ini berkembang mencerminkan pemahaman tentang bagaimana masalah ilmiah harus didiskusikan dan didekati dengan menggunakan pertimbangan komplementer, terutama aspek ilmiah serta sosial dari masalah yang dipelajari. Menurut Roberts dan Bybee (2014) pembelajaran berbasis literasi ilmiah ini penting karena mencakup kesadaran bahwa siswa (ketika mereka dewasa) akan berperilaku sebagai warga negara pembuat keputusan, dan dengan demikian mereka perlu mengembangkan pemahaman tentang bagaimana membahas masalah kompleks yang membutuhkan kecanggihan kemampuan bernalar.

Memfasilitasi kegiatan belajar siswa berbasis literasi ilmiah tidak mudah untuk dilakukan. Dibutuhkan kemampuan praktik pembelajaran dengan *leverage* tinggi. Tantangan utamanya terletak pada bagaimana rancangan sistem pembelajaran yang memungkinkan siswa memiliki kemandirian dalam mengembangkan kreativitas berpikirnya dalam memahami fenomena dan gejala alam di sekitarnya, dan kemampuan membangun penalaran ilmiah (Owens *et al.*, 2019).

Kemampuan siswa membangun penalaran ilmiah berkenaan dengan kemampuan siswa menggunakan pemahamannya (yang diperoleh melalui pembelajaran formal), untuk menjelaskan (explanation), memberikan justifikasi (justification), dan membangun argumentasi (argumentation) (Talanquer, 2018) terkait pemecahan masalah atau fenomena yang sedang dipelajarinya. Pengembangan kemampuan siswa ini merupakan target terpenting dalam pembelajaran Kimia SMA dan perguruan tinggi, yaitu meningkatkan kemampuan berliterasi sains siswa (Rahayu, 2019).

Rancangan sistem pembelajaran berbasis literasi ilmiah yang digunakan harus dapat menyediakan kondisi belajar siswa menjadi lebih bermakna, mulai dari kegiatan mengamati, membangun melakukan hipotesis, pengumpulan data dan eksperimen, mengembangkan cara penyajian data, dan mengomunikasikan hasilnya dengan argumentasi yang logis dan terukur. Salah satu syarat penting rancangan pembelajaran ini adalah adanya fenomena atau masalah sosial yang aktual dalam kehidupan siswa. Sumber masalah dapat diadaptasi dari masalah lingkungan, perubahan iklim, maupun kerusakan ekosistem yang memiliki dampak langsung terhadap perubahan etika dan moral masyarakat (Kinslow et al., 2018).

Bagi peneliti dan pembelajar kimia, adaptasi masalah sosial ini, diintegrasikan dalam pembelajaran berbasis literasi ilmiah (DeBoer, 2000), untuk meningkatkan kemampuan siswa dalam memahami secara ilmiah terkait konten, proses, dan epistemologi sains, sehingga dapat menggunakan pemahamannya ini untuk membuat keputusan dalam konteks masalah sosial yang relevan (Grooms, 2020). Meskipun pembelajaran di kelas tradisional. Kesulitan ini disebabkan oleh pembelajaran formal (Orwat et al., 2017). Siswa cenderung mengalami untuk menjelaskan berbagai permasalahan dalam kehidupan sehari-

hari (Hofstein et al., 2011). Berbagai kesulitan ini, menjadikan siswa sering kali tidak mampu menjelaskan relevansi pengetahuan dan pemahaman. Bahkan, siswa cenderung beranggapan bahwa kimia tidak penting untuk dipelajari, karena tidak ada kaitannya dengan kehidupannya (Aikenhead, 2003).

Untuk itu, pengintegrasian perlu difasilitasi melalui perancangan konteks masalah yang relevan dengan konten pengetahuan dan pemahaman yang dipelajari. Konteks masalah berfungsi untuk mendorong keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran dan penguasaan konsep (Sadler, 2004). Artinya, konteks akan memudahkan siswa menggunakan pengetahuannya secara langsung sesuai konteks di mana isu-isu atau masalah lingkungan dipelajari (Sadler & Zeidler, 2009).

Salah satu konteks dalam pembelajaran sains adalah pemanfaatan socio-scientific issues (SSI) (Rahayu, 2019). SSI adalah topik atau isu yang kontroversial secara sosial yang memiliki komponen ilmiah, tetapi juga terkait dengan disiplin lain, dan melibatkan evaluasi moral dan etika (Espeja & Lagarón, 2015). SSI menyediakan cara kontekstualisasi pembelajaran sains, memahami hakikat sains dan kemampuan berpikir kritis (Lederman et al., 2013), dan direkomendasikan sebagai cara untuk membangun kemampuan literasi ilmiah siswa (Sadler, 2011; Zeidler, 2014). Pembelajaran berkonsteks SSI, merupakan salah cara efektif dalam menghubungkan kemampuan siswa menggunakan pengetahuannya untuk pemecahan masalah sosial sains (Cooke et al., 2016; Kinslow et al., 2018; Sadler, 2004).

Dalam penelitian ini, kami merancang dan memodifikasi pembelajaran inkuiri berkonteks socio-scientific issues (SSI) sebagai variabel perlakuan, untuk membantu siswa mengembangkan penguasaan konseptual hidrolisis. Modifikasi pembelajaran yang dilakukan terutama pada pengaturan skenario urutan sajian masalah berkonteks SSI, mulai dari pengamatan fakta. membangun hipotesis,

melakukan eksperimen, pengumpulan data, dan mengembangkan cara penyajian data dan mengomunikasikan hasil yang diperoleh. Variabel terikat yang dievaluasi adalah perubahan tingkat pemahaman konseptual hidrolisis (PKH) siswa, meliputi kemampuan: (1) mengidentifikasi sifat-sifat garam yang mengalami hidrolisis, (2) menentukan mereaksi hidrolisis garam, dan (3) menghitung pH larutan garam yang terhidrolisis.

Karakteristik masalah yang disajikan dalam pembelajaran, yang bersifat sebagai konteks SSI, diadaptasi dari fenomena dan gejala alam yang langsung berkaitan dengan aktivitas siswa sehari-hari. Misalnya penggunaan larutan pemutih pakaian, penambahan tawas Al₂(SO₄)₃ untuk penjernihan air, dampak limbah detergen, penggunaan pupuk pestisida, dan zat penyedap makanan (MSG). Targetnya adalah bahwa dengan penyajian masalah berkonteks SSI, adaptasi pembelajaran dengan masalah yang ada di masyarakat dapat dipelajari siswa secara langsung.

Sejauh penelusuran yang telah dilakukan, penelitian yang mendiagnosis perubahan konseptual dan kesulitan item dalam desain kuasi eksperimen *pre-posttest*, dengan teknik *stacking* dan *racking Rasch model* cenderung sulit ditemukan. Penelitian ini bermaksud mengkaji dampak penyajian masalah berkonteks SSI, terhadap perubahan kemampuan penguasaan konseptual dan tingkat kesulitan item, bagaimana sifat perubahan yang terjadi, hingga di level individu siswa dan item.

1.3. Tujuan

Penelitian ini, di samping ditujukan untuk menguji pengaruh pembelajaran inkuiri berkonteks socio-scientific issues (SSI) terhadap kemampuan penguasaan konseptual siswa; juga dimaksudkan untuk mengukur perubahan kemampuan siswa dan perubahan tingkat kesulitan item. Pengukuran perubahan untuk mengestimasi sifat perubahan kemampuan siswa dan sifat perubahan tingkat kesulitan

konsep (item) yang dipelajari siswa. Menurut Kinslow et al. (2018) kemampuan penguasaan konseptual mencerminkan kemampuan siswa dalam membangun pemahaman dan nalar epistemologinya.

Didasarkan pada penelitian sebelumnya, para ahli menemukan bahwa tidak mudah untuk mengubah kemampuan penguasaan konseptual, karena siswa sudah memiliki pemahaman sendiri yang tidak sesuai dengan pembelajaran konseptual di kelas (Chandrasegaran et al., 2008; Lu & Bi, 2016), dan relatif banyak mengandung miskonsepsi (Damanhuri et al., 2016). Bahkan ada siswa yang cenderung menolak penjelasan ilmiah yang bertentangan dengan apa yang dipahaminya (McClary & Bretz, 2012; Orwat et al., 2017), dan lebih suka mempertahankan gagasan miskonsepsinya (Laliyo et al., 2019; Laliyo et al., 2020). Untuk pembelajaran hidrolisis, penolakan ini sering terjadi ketika siswa diminta untuk menjelaskan konsep kekuatan asam basa (Lin & Chiu, 2007; Seçken, 2010).

Untuk mendiagnosis kemampuan penguasaan konseptual siswa, para peneliti telah mengembangkan berbagai instrumen penilaian diagnostik, salah satu diantaranya adalah tes pilihan ganda tingkat (Chandrasegaran et al., 2007; Treagust, 1988). Jenis tes ini dapat mendiagnosis kerangka pemahaman siswa dan menggambarkan tingkat penguasaan dan alasan pemahaman siswa. Secara kualitatif, jenis instrumen diagnostik ini, dapat mengungkapkan kerangka dan cara berpikir yang berbeda, namun biasanya tidak dapat memberikan informasi sumatif, karena mengandung kelemahan dalam hal konsistensi internal dan unidimensionalitas.

Sejak pertengahan 2000-an, pendekatan analisis *Rasch model* mulai digunakan dalam penelitian pendidikan dan pembelajaran kimia. Keunggulan pendekatan analisis ini adalah adanya instrumen yang mengintegrasikan pengukuran diagnostik dan sumatif (Wei *et al.*, 2012). Salah satu instrumen yang dikembangkan untuk mengukur perubahan kemampuan penguasaan konseptual dan pola kesulitan siswa dalam mempelajari masalah adalah teknik *stacking* dan *racking*

Rasch model. Teknik ini akan dapat mendiagnosis di bagian manakah dari setiap indikator yang diukur, siswa mengalami perubahan kemampuan penguasaan konseptual, serta perubahan tingkat kesulitan dari masalah hidrolisis yang dipelajari, di mana hal sulit dilakukan bila menggunakan pendekatan analisis konvensional. Secara operasional, penelitian ini ditujukan untuk:

- Mengukur efektivitas instrumen pengukuran kemampuan penguasaan konseptual hidrolisis, berdasarkan reliabilitas dan validitas instrumen.
- b. Mengukur perbedaan kemampuan penguasaan konseptual hidrolisis antara siswa yang dibelajarkan dengan pembelajaran inkuiri berkonteks socio-scientific issues (SSI) dan siswa yang dibelajarkan dengan pembelajaran konvensional.
- c. Membuktikan bahwa pembelajaran inkuiri berkonteks socioscientific issues lebih efektif dibandingkan pembelajaran konvensional.
- d. Mengukur perubahan kemampuan penguasaan konseptual:
 - Mendeskripsikan perbedaan besarnya ukuran perubahan kemampuan penguasaan konseptual hidrolisis pre-posttest siswa kelas eksperimen dan kontrol
 - Mengestimasi sifat perubahan ukuran kemampuan penguasaan konseptual hidrolisis pre-posttest siswa kelas eksperimen dan kontrol
 - Mendiagnosis pola perubahan ukuran kemampuan penguasaan konseptual hidrolisis pre-posttest siswa
- e. Mengukur perubahan tingkat kesulitan item:
 - Mendeskripsikan perbedaan besarnya ukuran perubahan tingkat kesulitan item hidrolisis pre-posttest siswa kelas eksperimen dan kontrol

- Mengestimasi sifat perubahan ukuran tingkat kesulitan item hidrolisis pre-posttest siswa kelas eksperimen dan kontrol
- Mendiagnosis pola perubahan tingkat kesulitan item hidrolisis pre-posttest siswa.

BAB 2 METODOLOGI

2.1. Pendekatan

Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif, menggunakan desain kuasi eksperimen pre-posttest control group (Creswell, 2012), sebagaimana Tabel 2.1. Dalam jangka waktu tertentu, dilakukan perlakuan di kelas eksperimen, sementara di kelas kontrol tidak dilakukan perlakuan. Metode pembelajaran sebagai variabel bebas dimanipulasi untuk mengetahui pengaruhnya pada variabel terikat, dalam hal ini adalah perubahan penguasaan konseptual hidrolisis siswa. Kedua kelas diuji menggunakan metode yang sama sebelum dan sesudah perlakuan.

Tabel 2.1 Desain Kuasi Eksperimen Pre-Posttest Control Group

Kelas	Pre-test	Perlakuan	Post-test
Eksperimen	01	Х	02
Kontrol	03		04

Penelitian ini dilakukan pada semester pertama, Tahun Ajaran 2020/2021. Penelitian dilakukan di dua sekolah menengah negeri, yang merupakan sekolah terakreditasi unggul, dan representasi dari 113 sekolah menengah atas dan sekolah menengah kejuruan di wilayah Gorontalo, yaitu Kabupaten Pohuwato, Boalemo, Gorontalo Utara, Gorontalo, Bone Bolango dan Kota Gorontalo. Pemilihan sekolah dan guru memang disengaja. Penelitian di sekolah dilakukan setelah mendapatkan surat persetujuan atau izin pelaksanaan penelitian dari pemerintah setempat dan manajemen sekolah. Empat guru yang dipilih sebagai pelaksana pembelajaran, memiliki pengalaman lebih dari sepuluh tahun, semuanya adalah perempuan.

Keempat guru telah mendapatkan lisensi sebagai guru profesional kimia dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. Selain itu, keempat guru kimia ini adalah anggota asosiasi guru kimia, dan selalu aktif berpartisipasi dalam pengembangan pembelajaran kimia, yang dilaksanakan oleh kelompok kerja guru kimia dan asosiasi dimaksud.

2.2. Pertimbangan Etis

Partisipasi guru dan siswa dalam penelitian ini bersifat sukarela. Setiap guru dan siswa yang terlibat dalam penelitian ini, diberikan Lembar Informasi dan Formulir Persetujuan terlebih dahulu. Sebelum penelitian dimulai, mereka diberitahu tentang peran mereka dalam penelitian, jadwal waktu, dan publikasi data. Informasi tentang siswa diperoleh dari guru berdasarkan persetujuan tertulis dari orang tua mereka (wali yang sah). Untuk tujuan pemrosesan statistik dan evaluasi data yang dikumpulkan, semua guru dan siswa diberi kode identifikasi untuk menjaga anonimitas mereka (Taber, 2014).

2.3. Sampel

Sampel penelitian terdiri dari 107 siswa kelas sebelas. Kelas eksperimen terdiri 57 (53,3%) siswa, sedangkan kelas kontrol 50 (46,7%). Tabel 2.2 menyajikan data jumlah dan persentase siswa berdasarkan jenis kelamin. Usia siswa berkisar antara 16-17 tahun.

Tabel 2.2 Karakteristik Siswa Kelas Eksperimen dan Kontrol

Gender	Kelas Eksp	perimen (N=57)	Kelas Kontrol (N=5		
	Jumlah	Persentase	Jumlah	Persentase	
Male	20	35	16	32	
Female	37	65	34	68	
Total	57	100	50	100	

2.4. Bahan Kajian yang Dipelajari

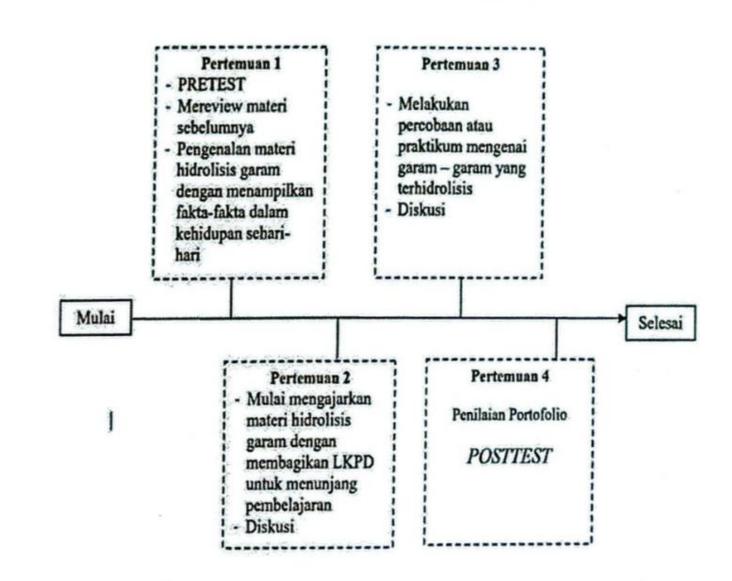
Penelitian ini mengembangkan metode menyajikan bahan kajian hidrolisis, menggunakan pendekatan inkuiri berbasis pemecahan masalah berkonteks SSI, sesuai Kurikulum Kimia SMA 2013 yang direvisi tahun 2016. Indikator kinerja yang ditargetkan adalah siswa mampu mengidentifikasi sifat-sifat garam yang mengalami hidrolisis, menentukan reaksi hidrolisis garam, dan menghitung pH larutan garam yang terhidrolisis. Bahan kajian ini erat hubungannya dengan masalah lingkungan sehari-hari, yaitu isu menarik yang termasuk dalam konteks socio-scientific issue, diantaranya adalah penggunaan zat pemutih pakaian, penggunaan tawas Al₂(SO₄)₃ untuk menjernihkan air, penggunaan detergen untuk pembersih pakaian, dan penggunaan pupuk pestisida untuk pertanian, dan zat penyedap makanan (MSG).

2.5. Kegiatan Pembelajaran Inkuiri

Mengapa digunakan teknik penyajian masalah berkonteks socio-scientific issue? Karena ini menyediakan cara kontekstualisasi pembelajaran sains, memahami hakikat sains dan kemampuan berpikir kritis (Lederman et al., 2013), dan direkomendasikan sebagai cara untuk membangun kemampuan literasi ilmiah siswa (T. D. Sadler, 2011; Zeidler, 2014). Selain itu, masalah yang disajikan dalam pembelajaran, dikemas sebagai media untuk menghubungkan konsep dan praktik yang dipelajari dalam sains Hidrolisis. Keefektifan teknik penyajian masalah ini ditentukan oleh seberapa jauh tingkat penguasaan konseptual dapat dicapai, dan seberapa mampu siswa dapat menggunakan pengetahuan hidrolisisnya untuk menjelaskan konteks masalah socio-scientific issue yang disajikan.

Konteks masalah socio-scientific issue berfungsi untuk mendorong keterlibatan siswa, sehingga pemahaman konsep dan proses pembelajaran menjadi bermakna (T. D. Sadler, 2004). Artinya, siswa akan lebih mudah memahami content pengetahuan dan

menggunakan pengetahuannya itu, apabila dipelajari secara langsung sesuai konteks di mana isu-isu atau masalah lingkungan berada (Aldresti et al., 2019; T. D. Sadler & Zeidler, 2009).



Gambar 2.1 Tahapan Kegiatan Pembelajaran Siswa Kelas Eksperimen (Diadaptasi dari Putri, 2019)

pendekatan menggunakan langsung Dampak tidak konteks socio-scientific adalah issue pembelajaran inkuiri meningkatkan kesadaran siswa, sehingga tercipta sikap dan perilaku siswa untuk mencegah, meminimalkan kerusakan dan menjaga kelestarian lingkungan, sedemikian rupa sehingga membantu mereka untuk memperoleh pengetahuan dan keterampilan yang berkaitan dengan lingkungan (Cooke et al., 2016). Kemampuan siswa menghubungkan pengetahuan dengan masalah sosial terkait sains ini adalah salah satu aspek penting dalam menunjang kemampuan literasi sains siswa (Kinslow et al., 2018; T. D. Sadler, 2004).

Rancangan pembelajaran inkuiri untuk Hidrolisis Garam berkonteks socio-scientific issues, dilaksanakan selama 6 minggu. Alokasi waktu pembelajaran setiap minggu 2-3 jam tatap muka. Pertemuan pertama dilakukan pretest, kemudian dilanjutkan dengan pembelajaran, dan pertemuan terakhir dilakukan posttest. Gambar 2.1 menyajikan tahapan kegiatan pembelajaran inkuiri berkonteks socio-scientific issue untuk kelas eksperimen.

2.5.1. Tahap Engage: Melibatkan Siswa Pada Masalah

Di tahap ini, guru mencoba melibatkan siswa dan memotivasi mereka untuk menyelidiki fenomena atau gejala alam yang disajikan melalui gambar dan video. Guru memancing ingin tahu siswa, hingga mengajukan pertanyaan: Apakah detergen dapat mencemari air? Mengapa air buangan limbah rumah tangga yang berwarna hitam? Tahukah anda bagaimana solusinya? Guru dapat memancing sekaligus menguji berbagai pandangan siswa tentang pengetahuan konseptual hidrolisisnya. Mengumpulkan dan mencatat serta mengidentifikasi kemungkinan adanya kesalahan pemahaman atau miskonsepsi.

2.5.2. Tahap *Eksplore*: Siswa Mendalami Masalah dan Eksperimentasi

Di tahap ini, guru membagi siswa menjadi beberapa kelompok. Setiap kelompok siswa (terdiri dari 3-4 orang), diminta untuk mengamati gambar, membaca dan memahami isi artikel yang dibagikan guru. Tugas setiap kelompok adalah mendalami dan menentukan masalah aktual yang dapat dipahami melalui artikel tersebut, selama 10-15 menit. Setelah itu, guru meminta siswa menyelesaikan masalah melalui lembar kerja yang dibagikan.

Tugas 1. Cobalah untuk perhatikan bagaimana sifat larutan garam yang terdapat dalam detergen. Tuliskan hipotesis dan asumsi Anda, bahwa bahan kimia yang digunakan dalam detergen dapat berdampak positif dan negatif bagi

lingkungan, yaitu garam Sodium Tripoliposfat (Na₅P₃O₁₀), disingkat STPP.

Tugas 2. Buktikan hipotesis Anda tentang sifat larutan garam: NaCl, CH₃COONa, NH₄Cl. Lakukan percobaan sesuai dengan instruksi pada lembar kerja. Tentukan pH larutan garamnya.

2.5.3. Tahap Explain: Siswa Menjelaskan Hasil Kerjanya

Tahap ini guru bermaksud untuk mengonfrontasikan hasil pekerjaan siswanya, dengan pengetahuan dan kemungkinan miskonsepsi yang telah diidentifikasi sebelumnya. Siswa ditugaskan untuk menjawab pertanyaan, seperti berikut ini:

Sodium Tripolipospat ($Na_5P_3O_{10}$) merupakan garam yang bersifat basa yang terhidrolisis sebagian atau parsial serta terbentuk dari asam trifosfat (asam lemah) dan natrium hidroksida (basa kuat). Setarakan reaksi:

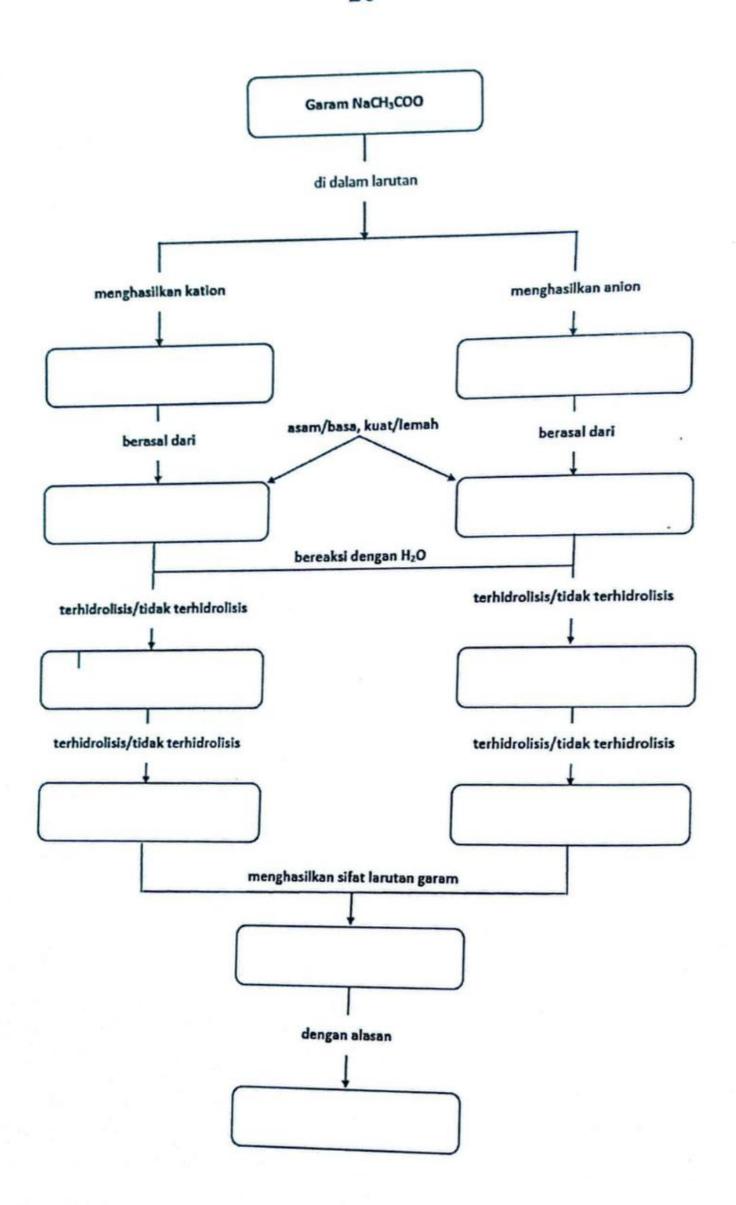
 $5NaOH + H_5P_3O_{10} \rightarrow Na_{...}P_{...}O_{...} + ...H_2O$ $Na_5P_3O_{10} \rightarrow ...Na^+ + P_{...}O_{...}^{5-}$ Berikan penjelasan Anda!

2.5.4. Tahap Elaborate: Siswa Mengelaborasi Hasil Kerjanya

Tahap ini guru meminta siswa memberikan contoh lain, bagaimana menentukan reaksi:

 $P_3O_{10}^{5-} + 5H_2O \rightarrow H_{...}P_{...}O_{...} + ...OH$ Na+ + 5H₂O \rightarrow

Selanjutnya, siswa diminta untuk memberikan penjelasan terkait hidrolisis garam NaCH3COO, sebagaimana diagram pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Hidrolisis Garam NaCH3COO (Diadaptasi dari Putri, 2019)

2.5.5. Tahap Evaluate: Siswa Mengevaluasi Hasil Kerjanya

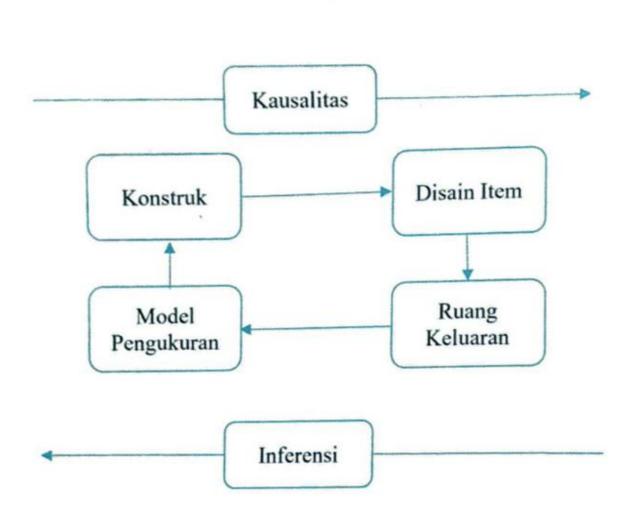
Tahap ini difokuskan pada perumusan pertanyaan dalam rangka mengembangkan proses kognitif tingkat tinggi, untuk membantu siswa mengembangkan kreativitas berpikirnya, menilai, mengevaluasi, menganalisis, dan menafsirkan hasil pekerjaannya. Siswa diminta untuk mengevaluasi pengetahuan dan keterampilannya. Siswa dapat menyajikan, mencatat pengetahuan dan keterampilan yang dipelajari, mencatat informasi yang paling menarik, dan menulis pertanyaan yang jawabannya masih belum mereka ketahui.

2.6. Pengembangan Instrumen

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes penguasaan konsep hidrolisis (TPKH), dalam bentuk pilihan ganda tiga tingkat. TPKH didasarkan pada Standar Kurikulum Kimia SMA 2013 sesuai Permendikbud RI Nomor 37 Tahun 2018.

Konstruksi instrumen pengukuran TPKH didasarkan pada tiga landasan utama, yaitu: cognition, observation dan interpretation (National Research Council, 2001, 2007). Cognition adalah teori atau konstruksi yang merupakan jalur pengembangan penguasaan konseptual siswa, dalam hal ini adalah bahan kajian hidrolisis. Observation adalah pengamatan terhadap kemampuan siswa yang didasarkan pada jenis penilaian tugas dan situasi tertentu. Interpretation adalah hasil penafsiran/penjelasan, biasanya dibuat dalam model statistik, yang merepresentasikan tingkat kemampuan atau pola pemahaman siswa, pada level penguasaan tertentu.

Pengembangan instrumen TPKH, menggunakan kerangka konseptual yang dibuat oleh Mark Wilson (2005, 2008), yaitu konsep empat komponen utama pengukuran (four building blocks) dari bukunya yang berjudul Constructing Measures: an Item Response Modeling Approach. Ilustrasi empat komponen dimaksud disajikan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Empat Komponen Utama Pengukuran (Diadaptasi dari Sumintono & Widhiarso, 2015, hal. 18)

Empat komponen utama pengukuran dimaksud, yaitu: (1) peta konstruk, yaitu menentukan level penguasaan konseptual yang difokuskan pada satu karakteristik, yang diukur pada satu waktu; (2) desain item, merujuk pada berbagai item atau tugas yang digunakan untuk mengukur respons siswa; (3) ruang keluaran, di mana respons siswa dikategorikan dalam semua item terkait dengan variabel kemajuan belajar; dan (4) model pengukuran, dalam hal ini menggunakan Rasch model.

2.6.1. Construct Map: Level Penguasaan Konseptual Hidrolisis

Tahap pertama adalah mengembangkan peta konstruk dari variabel yang diukur, yaitu level penguasaan konseptual hidrolisis siswa. Peta konstruk ini sifatnya teoretis unidimensional. Artinya, setiap konstruk yang diukur didefinisikan substansinya, sehingga secara kualitatif berbeda level konstruknya, seiring dengan meningkatnya kompleksitas konstruk yang diukur (Bond & Fox, 2007; Wilson, 2009). Peta definisi ini dirumuskan dari apa yang harus

dipahami siswa, dan bagaimana siswa menggunakan pemahamannya untuk menjelaskan masalah yang dipelajarinya (Wilson, 2012).

Dalam instrumen TPKH ini, terdapat tiga level penguasaan konsep yang diukur, yaitu kemampuan siswa dalam: (1) menentukan sifat garam yang terhidrolisis, (2) reaksi hidrolisis garam, dan (3) menghitung pH garam yang terhidrolisis. Ketiga indikator kemampuan ini diukur didasarkan pada respons siswa dalam menjelaskan lima konteks masalah, meliputi penggunaan larutan pemutih pakaian (A), larutan tawas Al₂(SO₄)₃ (B), larutan detergen (C), pupuk Za (D) dan monosodium glutamat (MSG) (E), disajikan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Peta Konseptual Pemahaman Konsep Hidrolisis

	2.77				
Konteks Socio-scientific Issue	Item	Kemampuan yang Diukur	Level* Pengetahuan		
Konteks Masalah A Larutan pemutih pakaian terbentuk dari asam lemah HOCl dan	1	Menyetarakan reaksi hidrolisis garam (NaOCl) dalam air	Memahami dan 2 menggunakan		
basa kuat NaOH. Garam NaOCl bersifat reaktif dan meluruhkan pewarna.	2	Menyatakan reaksi hidrolisis parsial: NaOCl → Na ⁺ + OCl ⁻	Memahami dan 2 menggunakan		
Dalam air, ion OCl- akan terhidrolisis menjadi HOCl dan OH	3	Menentukan sifat basa (korosif) garam NaOCl	Mengingat dan 1 memahami		
	4	Menghitung pH (garam NaOCl)	Menerapkan dan 3 menganalisis		
	5	Menentukan sifat garam NaOCl, pada reaksi: OCl ⁻ + H ₂ O → HOCl + OH ⁻	Memahami dan 2 menggunakan		
	6	Menghitung pH (garam NaOCl)	Menerapkan dan 3 menganalisis		
<u>Konteks Masalah B</u> Menjernihkan air dengan menambahkan	7	Menentukan sifat garam Al ₂ (SO ₄) ₃ dalam air	Mengingat dan 1 memahami		
tawas Al ₂ (SO ₄) ₃ adalah	8	Menentukan sifat	Mengingat dan 1		

Konteks Socio-scientific Issue	Item	Kemampuan yang Diukur	Level* Pengetahuan
konsep hidrolisis garam, terbentuk dari H ₂ SO ₄ dan Al(OH) ₃ .		garam Al ₂ (SO ₄) ₃ dalam air yang terhidrolisis parsial ion Al ³⁺	memahami
Konteks Masalah C Salah satu bahan kimia yang terdapat pada detergen adalah	9	Menentukan sifat larutan detergen penyebab eutrofikasi	Mengingat dan 1 memahami
garam Sodium Tripoliposfat (STPP), yang dapat mencemari lingkungan, proses	10	Menentukan sifat larutan detergen (garam STTP) yang terhidrolisis parsial	Mengingat dan 1 memahami
eutrofikasi.	11	Menentukan akibat pembuangan limbah detergen bagi lingkungan	Memahami dan 2 menggunakan
Konteks Masalah D Pelet padat dan pupuk	12	Menentukan sifat garam (NH ₄) ₂ SO ₄	Mengingat dan 1 memahami
ZA merupakan garam yang memiliki rumus kimia (NH4) ₂ SO ₄ , bersifat asam.	13	Menyatakan persamaan reaksi (NH ₄) ₂ SO ₄ dalam air, hidrolisis parsial	Memahami dan 2 menggunakan
Konteks Masalah E Monosodium glutamat (C₅H₀NO₄Na) adalah garam yang dikombinasikan dengan asam amino L-	14	Sikap siswa terhadap penggunaan Monosodium glutamat (C5H8NO4Na)	Memahami dan 2 menggunakan
glutamat, berdampak buruk bagi kesehatan manusia Catatan:	15	Menentukan sifat garam monosodium glutamat (C ₅ H ₈ NO ₄ Na)	Mengingat dan 1 memahami

Catatan:

- Level 1 = menentukan sifat-sifat garam yang terhidrolisis;
- Level 2 = menyatakan reaksi hidrolisis berbagai jenis garam dalam air;
- Level 3 = menghitung pH larutan garam yang terhidrolisis.

Level berfungsi sebagai urutan kompleksitas pengembangan konseptual, yang mencerminkan tujuan pembelajaran di level paling atas dan paling bawah (Duncan and Hmelo-Silver, 2009; Löfgren and Helldén, 2009; Hadenfeldt et al., 2013; Rogat et al., 2011). Artinya, level penguasaan konseptual ini merupakan jalur kemampuan yang harus dilalui siswa secara bertahap untuk dapat mengembangkan pemahaman konseptualnya. Karena jalur pengembangan konseptual siswa sering kali tidak linier dan berbeda, sehingga level penguasaan konseptual pada Tabel 2.3 dianggap mencerminkan pengembangan konseptual yang ideal (Neumann et al., 2013).

2.6.2. Desain Item (Items' Design)

Tahap kedua adalah perancangan item, untuk mengukur level penguasaan konseptual siswa, sebagaimana peta konstruk (Bond & Fox, 2007; Wilson, 2009). Bentuk rancangan item memiliki fungsi dan efektivitas yang berbeda dalam mengukur level penguasaan konseptual siswa (Sadler, 1999). Bentuk item pilihan ganda lebih efektif, karena bentuknya yang mudah untuk mengukur tingkat pemahaman siswa (Wilson, 2008). Bentuk item pilihan ganda dua tingkat yang diusulkan oleh Treagust (1988) lebih disukai para ahli untuk mendiagnosis level penguasaan konseptual (Chandrasegaran, Treagust and Mocerino, 2007; Adadan and Savasci, 2012).

Semua item TPKH dirancang dalam bentuk pilihan ganda tiga tingkat, mengandung tiga pertanyaan. Setiap pertanyaan dalam item TPKH menggabungkan pengukuran diagnostik dan sumatif (Hoe & Subramaniam, 2016; Treagust, 1988) dan pengukuran certainty respons index (CRI) (Arslan et al., 2012; Hasan et al., 1999). Materi pertanyaan terkait dengan masalah yang disajikan dalam bentuk narasi di awal sebelum pertanyaan diajukan.

Pertanyaan di tingkat pertama (Q1), ditujukan untuk mengukur apakah siswa memahami konten pengetahuan yang dipelajarinya atau tidak. Pertanyaan di tingkat kedua (Q2), ditujukan untuk mendiagnosis kemampuan siswa menjelaskan alasan atas pilihan jawabannya pada Q1. Pertanyaan di tingkat ketiga (Q3) memastikan keyakinan peserta didik atas pilihan jawaban alasan pada Q1 dan Q2. Pertanyaan Q1, disediakan dua pilihan jawaban, yaitu: "benar" atau "salah". Pertanyaan Q2, disediakan lima pilihan jawaban. Hanya satu pilihan jawaban yang benar, sedangkan tiga lainnya adalah pilihan jawaban distractor yang mengandung miskonsepsi. Pilihan jawaban distractor digunakan untuk menambah kekuatan diagnostik item pertanyaan Q1 dan Q2 (Herrmann-Abell & Deboer, 2016; 2011). Pilihan jawaban distractor ini bersifat sebagai jawaban yang seolaholah benar tetapi salah (miskonsepsi). Fungsinya untuk meminimalkan jawaban yang diberikan dengan cara menebak (Laliyo et al., 2020).

Salah satu pilihan jawaban bersifat terbuka. Pilihan jawaban terbuka ini, memberi kebebasan siswa untuk menentukan jawabannya sendiri, apabila tidak menemukan pilihan jawaban yang sesuai dengan apa yang dipahaminya. Sementara itu, pertanyaan Q3 disediakan pilihan jawaban berdasarkan persentase tingkat keyakinan, yaitu: (1) apabila siswa menentukan pilihan jawabannya lebih kecil dari 50%, maka dianggap bahwa siswa tidak yakin atas jawabannya pada Q1 dan Q2; sebaliknya (2), apabila siswa menentukan pilihan jawabannya lebih besar dari 50%, maka dianggap bahwa siswa sangat yakin atas jawabannya pada Q1 dan Q2 (Arslan *et al.*, 2012; Habiddin & Page, 2019). Gambaran instrumen TPKH disajikan pada Lampiran A. Berikut contoh item 1, disajikan Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Contoh Desain Item Soal Nomor 1 TPKH

Untuk menjawab soal nomor 1 sampai dengan nomor 6, Bacalah wacana berikut ini!



Gambar di samping ini adalah contoh salah satu produk larutan pemutih pakaian. Larutan pemutih pakaian ini terbentuk dari asam lemah HOCl dan basa kuat NaOH. Larutan pemutih pakaian memiliki sifat reaktif dan sangat sensitif pada kulit manusia.

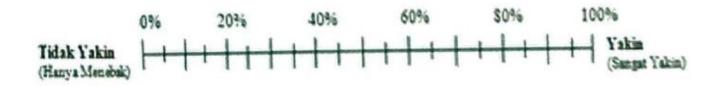
Oleh karena itu, penggunaan larutan pemutih pakaian tidak bisa sembarangan dan harus sesuai dengan aturan pemakaiannya.

- Proses melarutnya pemutih pakaian adalah proses dari hidrolisis oleh garam NaOCl. Garam NaOCl bersifat reaktif dan melurihkan pewarna. Dalam air, ion OCl- akan terhidrolisis menjadi HOCl dan OH-.
 - (Q1) Menurut anda apakah pernyataan tersebut benar?
 a. Benar b. salah
 - (Q2) Manakah persamaan reaksi yang dapat menjelaskan pilihan jawaban Anda pada Q1 tersebut?

a.
$$OCl^{-} + H_{2}O \longrightarrow HOCl - OH^{-}$$

b. $OCl^{-} + H_{2}O \longrightarrow H_{2}OCl + O^{2-}$
c. $OCl^{-} + H_{2}O \longrightarrow H_{2}O_{2} + Cl^{-}$

(Q3) Seberapa yakinkah anda dengan pilihan jawaban Anda pada Q1/Q2? Berikan tanda silang (X) pada diagran garis di bawah ini:



(Sumber: Modifikasi Soal UN Tahun 2011)

2.6.3. Ruang Keluaran

Setelah digambarkan sebaran level penguasaan konseptual siswa dan tingkat kesulitan soal dalam peta konstruk, serta informasi tentang definisi dari setiap item yang diukur, maka tahap ketiga ini adalah mengategorikan berbagai jawaban yang diberikan siswa. Proses ini biasa dinamakan kaidah penyekoran, namun Mark Wilson (2005) mengistilahkannya dengan "ruang keluaran".

Kriteria dasar untuk mengategorikan jawaban siswa terhadap instrumen TPKH adalah dengan memastikan bahwa siswa dapat menemukan penjelasan pada pertanyaan Q2, didasarkan pada jawabannya pada Q1, serta sangat yakin atas setiap pilihan jawabannya melalui Q1 dan Q2. Hanya siswa dengan pengetahuan konten hidrolisis yang benar (Q1), dapat menjelaskan mengapa pengetahuannya itu dapat dibenarkan (Q2), serta menyatakan sangat yakin Q3. Siswa yang tidak yakin atas pilihan jawaban pengetahuannya (Q1), dan pilihan jawaban alasannya (Q2), diduga mengalami kesalahan pemahaman. Berbagai kombinasi pilihan jawaban siswa pada Q1/Q2 dengan tingkat keyakinan Q3 dapat dieksplorasi dan didiagnosis, untuk memberikan gambaran yang lebih dalam terkait pemahaman siswa pada konsep tertentu (Habiddin & Page, 2019).

Kombinasi pilihan jawaban siswa dikategorikan berdasarkan kriteria penilaian. Kriteria penilaian dan kategori respons siswa, disajikan pada Tabel 2.5. Setiap respons siswa yang benar pada pertanyaan Q1 maupun Q2 diberi kode B (benar), sedangkan respons yang salah diberi kode S (salah). Untuk setiap pertanyaan Q3 siswa yang menyatakan "sangat yakin" atas jawabannya, diberi kode Y (yakin), sedangkan yang menyatakan "tidak yakin" diberi kode Y (tidak yakin). Dengan demikian, diperoleh kombinasi pilihan jawaban siswa pada setiap item, yang dapat ditulis secara berurut sesuai urutan pertanyaan Q1, Q2 dan Q3. Kategori ini diadaptasi dari riset yang dilaporkan oleh Abdullah et al. (2012); Arslan et al. (2012); Habiddin & Page (2019); Hasan et al. (1999).

Tabel 2.5 Kriteria Penilaian dan Kategori Pola Respons Jawaban Siswa*)

(Q1)	(Q2)	(Q3)	Kode	Kategori	Peringkat
Benar	Benar	Yakin	ВВУ	Pengetahuan Ilmiah (PI)	6
Benar	Salah	Yakin	BSY	Miskonsepsi Positif (MP)	5
Salah	Benar	Yakin	SBY	Miskonsepsi Negatif (MN)	4
Salah	Salah	Yakin	SSY	Miskonsepsi Berat (MB)	3
Benar	Benar	Tidak Yakin	BBT	Pemahaman Tebakan (PT)	2
Benar	Salah	Yakin	BSY	Tidak Paham Konsep (TPK)	1
Salah	Benar	Tidak Yakin	SBT	Tidak Paham Konsep (TPK)	1
Salah	Salah	Tidak Yakin	SST	Tidak Paham Konsep (TPK)	1

(*) Diadaptasi dari Arslan et al. (2012); Habiddin & Page (2019); Hasan et al. (1999)

Didasarkan Tabel 2.5, maka ada enam kategori level kemampuan penguasaan konseptual siswa, yaitu:

- Kategori pengetahuan ilmiah (scientific knowledge) di peringkat 6. Artinya siswa memiliki pemahaman yang benar secara ilmiah.
- Kategori miskonsepsi positif (misconception false positive) di peringkat 5. Artinya siswa memiliki konten pengetahuan yang benar, tetapi tidak dapat menjelaskannya dengan benar.
- Kategori miskonsepsi negatif (misconception false negative) di peringkat 4. Artinya siswa tidak memiliki pengetahuan yang benar, namun dapat menjelaskannya dengan benar. Kategori ini disebut "negatif" karena jawaban alasan yang diberikan dimungkinkan berasal dari jawaban tebakan yang kebetulan benar.

- Kategori miskonsepsi berat (all-misconception) di peringkat 3.
 Artinya, siswa sangat yakin dengan pemahamannya yang salah.
- Kategori pemahaman tebakan (lucky gues) di peringkat 2.
 Artinya, siswa tidak yakin dengan jawaban benarnya, raguragu sehingga dapat dianggap sebagai jawaban tebakan.
- Kategori tidak paham (lack of knowledge) di peringkat 1, adalah siswa yang sama sekali tidak memahami konten pengetahuan, atau tidak paham.

Dimisalkan, respons siswa pada item nomor 1, memberi jawaban benar untuk pertanyaan Q1 dan Q2, dan Q3 menyatakan "sangat yakin" sebesar 70%. Respons siswa ini dapat ditulis dengan kode: "BBY", sehingga termasuk pada kategori "pengetahuan ilmiah", ada di peringkat 6 (enam). Artinya, siswa yang bersangkutan pada item soal nomor 1, memiliki level pengetahuan dan pemahaman yang ilmiah, scientific knowledge. Apabila pola respons pada Q1, Q2 "salah" dan Q3 "tidak yakin", ditulis: "SST", termasuk kategori "tidak paham", ada di peringkat 1 (satu). Artinya, siswa yang bersangkutan, pada item soal nomor 1, memiliki level pengetahuan dan pemahaman sangat rendah, dan atau "lack of knowledge". Dengan didasarkan pada kode respons dimaksud, maka dapat ditentukan kategori dan level penguasaan konseptual siswa pada setiap item. Level ini merupakan penguasaan konseptual siswa pada setiap item.

Langkah selanjutnya adalah melakukan validasi konstruk, untuk menguji seberapa kuat hubungan item dengan peta konstruk (Bond & Fox, 2007; Wilson, 2009). Validasi konstruk dilakukan secara independen oleh tiga validator ahli. Validator ahli bertugas untuk menilai seberapa kuat hubungan antara pilihan jawaban pertanyaan peserta didik.

Validator ahli diminta untuk memastikan bahwa setiap pertanyaan (Q1,Q2,Q3) pada setiap item mudah dipahami, sehingga menutup kemungkinan siswa memberikan jawaban yang salah, hanya karena kekeliruan dalam penggunaan bahasa. Selain itu, validator ahli juga diminta untuk memastikan pertanyaan (Q1,Q2,Q3) pada setiap item bersesuaian dengan indikator pemahaman yang diukur pada setiap item, dan level penguasaan konseptual pada peta konstruk. Pertanyaan tidak ambigu, tidak bersifat mengarahkan siswa pada salah satu pilihan jawaban, dan tidak mengandung kata-kata yang subjektif maupun emosional. Paling utama adalah memastikan bahwa alokasi waktu untuk mengerjakan setiap item tersedia secara proporsional. Persetujuan ketiga validator ahli terkait konstruk setiap item, didasarkan pada ukuran Fleiss κ . Hasil pengukuran Fleiss diperoleh nilai $\kappa = 0.97$. Artinya bahwa ketiga validator ahli menyetujui bahwa item TPKH memiliki validitas konstruk yang baik.

2.6.4. Model Pengukuran

Model pengukuran Rasch (Bond & Fox, 2015) memiliki keunggulan dalam meningkatkan pengembangan dan pemanfaatan tes ke tingkat kecanggihan yang tidak dapat dicapai jika hanya menggunakan skor mentah (Davidowitz & Potgieter, 2016). Metode ini memfasilitasi perhitungan item linier secara komputasi untuk menggambarkan kesulitan relatif item tes dan ukuran orang linier, berkenaan dengan kemampuan seseorang menunjukkan pada konstruksi tertentu, dalam hal ini, kemampuan penguasaan konseptual siswa tentang konsep hidrolisis garam.

Untuk menganalisis kemampuan penguasaan konseptual siswa secara akurat, sesuai dengan peta konstruk, digunakan pendekatan analisis Rasch model. Pemodelan Rasch mempunyai beberapa model yang berkembang, dari model dikotomi sampai pada pengujian yang melibatkan penilaian majemuk (many-facets). Aspek teknis dari Rasch model adalah perhitungan melalui persamaan matematika. Penjelasan

terkait persamaan matematika dalam konteks bahasan model ini, disalin dari buku Sumintono dan Widhiarso (2015: hal. 125), yang merujuk pada buku yang ditulis oleh Bond dan Fox (2007: 277-286).

Pemodelan Rasch pertama kali dibuat oleh Dr. Georg Rasch, ahli matematika dari Denmark. Georg Rasch mengembangkan model matematika yang dapat mengukur hubungan probabiliti antara tingkat kesulitan item dan kemampuan siswa.

Untuk jenis data "dikotomi" (mengandung dua jenis data, yaitu "0" dan "1"), digunakan persamaan:

$$P_{ni}\left(x_{ni} = \frac{1}{\beta_n}, \delta_i\right) = \frac{e^{(\beta_n - \delta_i)}}{1 + e^{(\beta_n - \delta_i)}}$$

di mana: $P_{ni}\left(x_{ni} = \frac{1}{\beta_n}, \delta_i\right)$ adalah probabilitas dari responden (n) dalam item (i) untuk menghasilkan jawaban benar (x=1); dengan kemampuan responden (siswa), β_n , dan tingkat kesulitan item δ_i .

Persamaan di atas dapat disederhanakan dengan memasukkan fungsi logaritma, menjadi:

$$\log\left(P_{ni}\left(X_{ni} = \frac{1}{\beta_{n}, \delta_{i}}\right)\right) = \beta_{n} - \delta_{i}$$

Data penelitian ini bukanlah data dikotomi, karena pola skor yang dihasilkan bukanlah "benar" dan "salah", namun terdapat tingkatan kualitas respons siswa yang dikategorikan dan diberikan peringkat sesuai kriteria penilaian. Keduanya menghasilkan pola skor yang berbeda pada setiap item, dinamakan data politomi. Teknis pemodelan matematika untuk menyelesaikan masalah data politomi ini melalui pemodelan rasch relatif lebih rumit, namun dengan menggunakan program perangkat lunak komputer (software) Winstep dilakukan dan diinterpretasi.

Ada dua jenis data politomi yaitu data politomi yang seragam dan data politomi yang majemuk. Pengolahan data politomi yang seragam, biasanya menggunakan skor maksimum dan skor minimum yang sama, atau tidak berbeda pada setiap item. Data politomi yang majemuk, skor yang dihasilkan pada setiap item dapat berbeda, di mana bobot pada setiap item dibedakan dengan didasarkan pada tujuan pengujian. Misalnya, bobot item pengujian kemampuan memahami konsep lebih besar dibandingkan dengan bobot pengujian kemampuan mengingat siswa. Model analisis untuk data politomi majemuk ini menggunakan model kredit parsial atau *Partial Credit Model (PCM)*.

Data penelitian ini adalah data politomi yang seragam. Pemodelan Rasch untuk analisis data penelitian ini menggunakan model skala pemeringkatan (rating scale model), yang merupakan perluasan dari model dikotomi. Dalam konteks ini, setiap item yang dianalisis meliputi enam kategori level kemampuan penguasaan konsep (1 = tidak paham konsep atau tidak memiliki pengetahuan, 2 = pemahaman yang diakibatkan karena menebak jawaban benar, 3 = pemahaman yang mengalami miskonsepsi secara keseluruhan atau miskonsepsi berat, 4 = pemahaman yang miskonsepsi negatif, 5 = pemahaman yang miskonsepsi positif, dan 6 = pemahaman yang benar secara ilmiah. Jika dimodelkan akan menjadi lima buah ambang. Ambang setiap item (k) mempunyai perkiraan kesulitan tertentu (F), dan ini memperkirakan peluang 50:50 memilih satu jenis dibanding yang lain, sehingga persamaannya dapat dituliskan:

$$P_{ni1}\left(x = \frac{1}{\beta_n, \delta_i, F_1}\right) = \frac{e^{(\beta_n - [\delta + F])}}{1 + e^{(\beta - [\delta_i + F_1])}}$$

di mana: P_{ni1} adalah probabilitas dari responden n dalam kategori "memiliki pengetahuan ilmiah" dibandingkan kategori lainnya: "tidak paham konsep" dalam item (i). F_1 adalah tingkat kesulitan penguasaan konsep, dan kalibrasi tingkat

kesulitan ini hanya diestimasi sekali dalam seluruh item dalam kategori atau kriteria penilaian yang ada.

Dalam pemodelan Rasch, β_n dan δ_i memiliki dua sifat penting. Pertama, β_n (level kemampuan siswa) dan δ_i (tingkat kesulitan item) berada pada skala interval yang sama; berkisar dari -∞ hingga $+\infty$. Kedua, β_n dan δ_i saling independen. Kedua sifat penting inilah yang membedakan Rasch model dibandingkan teori tes klasik. Dalam teori tes klasik, level kemampuan siswa didasarkan pada perolehan persentase jawaban yang benar. Padahal, perolehan persentase statistik yang benar tidak sepenuhnya berada pada skala interval yang sama, karena batas atas dan bawah (yaitu, tertinggi adalah 100% dan terendah adalah 0%). Selain itu, teori tes klasik cenderung tergantung pada tes dan kelompok siswa yang mengerjakannya. Ambil contoh, tes akan lebih mudah bagi siswa yang lebih mampu, dan perolehan skor lebih rendah pada tes yang lebih sulit. Oleh karena itu, dalam teori tes klasik, tingkat kesulitan item dan level kemampuan siswa saling bergantung. Salah satu konsekuensi dari ketergantungan ini adalah bahwa instrumen pengukuran yang dikembangkan menggunakan teori tes klasik perlu divalidasi ulang setiap kali sampel target berbeda dari sampel validasi asli, ini skenario yang sangat umum. Pemodelan Rasch mengatasi masalah ketergantungan ini, karena kesulitan item, dengan demikian kesulitan pengujian, tetap invarian, tidak peduli sampel apa yang terlibat dalam validasi awal (Jin et al., 2019; Testa et al., 2019; Wei et al., 2012).

Estimasi dua parameter Rasch, yaitu β_n dan δ_i , mensyaratkan data yang memenuhi unidimensionalitas dan independensi lokal item. Syarat unidimensionalitas adalah bahwa hanya ada satu sifat laten yang diukur pada setiap item. Indenpensi lokal artinya bahwa korelasi antara item dan respons, semata-mata diakibatkan oleh kemampuan penguasaan konseptual siswa (Linacre, 2012). Apabila kemampuan dikontrol, tidak ada korelasi yang signifikan secara statistik antara item dan respons. Karena itu, data harus sesuai dengan model. Model-

data-fit harus memuaskan agar estimasi kemampuan dan kesulitan item dapat dipercaya (Bond and Fox, 2007; Wilson, 2009; Masters, 1982; Sumintono and Widhiarso, 2015).

2.7. Pengumpulan Data

Sebelum penelitian dimulai, dilakukan penyamaan persepsi antara peneliti dan empat guru pelaksana perlakuan pembelajaran. Dua guru kimia kelas (A dan B), sebagai kelas eksperimen, menerapkan pembelajaran inkuiri berkonteks socio-scientific issue. Dua guru kimia lainnya dipilih untuk menerapkan pembelajaran konvensional di kelas (C dan D), sebagai kelas kontrol. Simulasi penerapan pembelajaran dilakukan sesuai skenario kegiatan pembelajaran yang telah dirancang, dengan memperhatikan tujuan, isi pembelajaran, organisasi tugas siswa, evaluasi dan alokasi waktu.

2.7.1. Pre-Test dan Post-Test

Pelaksanaan *pre-test* dilaksanakan sebelum intervensi, dan *post-test* setelah intervensi. Konstruksi item *pre-posttest* adalah sama. Setiap item ditanggapi siswa secara tertulis melalui lembar jawaban yang disediakan. Pelaksanaan *pre-posttest* diawasi guru di sekolah. Seluruh siswa harus mengerjakan seluruh item, sesuai alokasi waktu yang disediakan (45 menit). Naskah instrumen langsung dikumpulkan, dan jumlahnya harus sama dengan jumlah siswa yang berpartisipasi.

2.7.2. Implementasi Pembelajaran

Awal pembelajaran, siswa dibentuk dalam lima kelompok kerja, berjumlah 3-4 siswa. Selanjutnya, di tahap pengamatan, melibatkan siswa pada masalah. Siswa diminta untuk menyimak video, selama lima belas menit. Siswa diminta mencatat dan mengamati apa yang disajikan dalam video. Di tahap menanya, siswa distimulasi untuk menyusun pertanyaan, terkait apa hasil pengamatannya, dan diminta merumuskan hipotesis. Di tahap mengumpulkan informasi, siswa bereksperimen dengan didampingi guru, mengikuti lembar kegiatan siswa. Setelah itu, presentasi dan diskusi, di mana siswa diminta melaporkan hasil eksperimen dan kesimpulan (Mitarlis et al., 2020; Pedaste et al., 2015). Di kelas kontrol, pembelajaran dilakukan secara konvensional, di mana setiap inisiatif belajar difasilitasi oleh guru. Pembelajaran lebih bersifat penguasaan konten dan memperbanyak latihan penyelesaian soal.

2.8. Analisis Data: Teknik Stacking dan Racking Rasch Model

Analisis data dilakukan dalam delapan tahap. Tahapan didasarkan pada pendekatan analisis rating Rasch model.

Pertama, menyalin perolehan skor respons siswa pada setiap pertanyaan (Q1,Q2,Q3) untuk setiap item, menjadi data sesuai level penguasaan konseptual. Data yang dihasilkan adalah data politomi yang "seragam", dalam bentuk peringkat atau rating dengan skor maksimum adalah 6 (enam) dan skor minimum adalah 1 (satu).

Kedua,

menabulasi data politomi ini menggunakan format EXCEL, berdasarkan kelas eksperimen dan kontrol, perbedaan jenis kelamin. Data hasil *pre-test* dan *post-test* dipisahkan.

Ketiga, mengonversi data dengan perangkat lunak model WINSTEPS versi 4.5.5 (Linacre, 2020), menjadi data interval yang memiliki skala pengukuran yang sama.

Keempat, mengestimasi efektivitas instrumen pengukuran, berdasarkan validitas dan reliabilitas person dan item.

Kelima, mengestimasi validitas item menggunakan pengujian item statistics: misfit order.

Keenam, menggunakan hasil pengujian persan menggunakan pengujian p

menggunakan hasil pengujian *person measure pre-test* dan *post-test* untuk menguji hipotesis perbedaan efektivitas pembelajaran di kelas eksperimen dan kontrol. Uji yang digunakan adalah uji statistik nonparametrik, yaitu *Tes Mann-Whitney U* dan tes tanda *Wilcoxon*, untuk menentukan perbedaan kemampuan *pre-posttest* siswa antar-kelas dan intra-kelas (Günter & Alpat, 2019).

Ketujuh, mendiagnosis perbedaan level penguasaan konseptual siswa dan tingkat kesulitan item pada *pre-test* maupun *post-test* antara siswa laki-laki dan siswa perempuan.

Kedelapan,

mendiagnosis perubahan ukuran kemampuan penguasaan konseptual siswa dan perubahan tingkat kesulitan *pre-test* dan *post-test* siswa kelas eksperimen dan kontrol. Analisis perubahan ukuran kemampuan siswa dan tingkat kesulitan item, diestimasi dengan teknik *stacking* dan *racking*. Teknik *stacking* untuk menganalisis perubahan di level individu siswa, sedangkan teknik *racking* untuk mengetahui perubahan di level item (Wright, 2003).

Analisis data dengan teknik *stacking* menempatkan data *pre-posttest* bersama-sama secara vertikal. Setiap siswa muncul dua kali dalam kumpulan data, sedangkan item muncul sekali, pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol (Wright, 1996). Hal ini memungkinkan peneliti untuk memeriksa perubahan setiap siswa setelah intervensi (Wright, 2003). Setiap siswa memiliki dua baris data, yaitu data *pre-test* dan *post-test* (Herrmann-abell *et al.*, 2013). Setiap siswa yang diperiksa, harus didasarkan pada item yang sama, sehingga perubahan kemampuan siswa *pre-posttest* dapat diukur (Wright, 2003). Ukuran kemampuan siswa pada setiap item *pre-posttest* dapat dibandingkan, karena data dianalisis dalam satu pengukuran tunggal, tetapi menghasilkan dua ukuran item untuk setiap siswa, dan satu ukuran untuk setiap item.

Analisis data dengan teknik *racking* menempatkan data *preposttest* bersama-sama secara horizontal. Setiap item pre-*posttest* muncul dua kali dalam kumpulan data, sedangkan siswa muncul sekali. Hal ini memungkinkan peneliti untuk memeriksa perubahan tingkat kesulitan setiap item sebelum dan setelah intervensi (Wright, 2003).

BAB 3 LANDASAN TEORETIS

Bab teori ini, menguraikan landasan epistemologi bagaimana pengetahuan dibentuk dalam benak pemahaman siswa. Pembentukan pengetahuan yang dimaksudkan adalah pengetahuan ilmiah, dalam bentuk pemahaman konsep yang bisa diterima secara ilmiah. Proses ini dijelaskan sebagai dasar memahami bagaimana pemahaman konsep, perubahan pemahaman dan miskonsepsi dapat terjadi, dan paling penting adalah mengapa evaluasi pemahaman, perubahan pemahaman dan miskonsepsi itu diperlukan, khususnya bagi pengembangan strategi instruksional.

3.1. Struktur Pengetahuan

3.1.1. Sifat Dasar Pemahaman

Dalam tinjauan struktur ilmu pengetahuan sains, kumpulan pengetahuan dapat berupa fakta empiris, aturan, hukum, prinsip dan teori. Teori dapat menjelaskan hukum. Hukum dapat menerangkan prinsip dan konsep. Struktur ilmu pengetahuan dibentuk melalui proses atau metode yang digunakan para ilmuwan untuk mengoreksi, dan mengembangkan kumpulan pengetahuan tersebut, sehingga dengan sendirinya, kumpulan pengetahuan tersebut berkembang dinamis, bertumbuh dan tidak statis.

Perkembangan sains yang selalu dinamis memungkinkan kumpulan pengetahuan untuk mengalami perubahan. Perubahan dapat terjadi apabila ditemukan fakta-fakta baru. Timbulnya fakta-fakta baru, kemudian akan memunculkan konsep-konsep baru, hukum-hukum baru, sampai dengan membentuk teori-teori baru, demikian seterusnya.

Demikian halnya dengan sifat dasar pemahaman dalam benak siswa. Pemahaman sains siswa selalu bertumbuh dengan cara berpikirnya yang khas dan personal. Siswa memiliki perangkat mental-intelektual, yang dapat menafsirkan fakta-fakta baru, melalui serangkaian penyajian internal yang bersifat psikologis, dan didorong oleh sekelompok stimulus sehingga membentuk pemahaman baru. Oleh karena itu, pemahaman terhadap suatu fakta yang sama, dapat berbeda bila dijelaskan oleh siswa yang berbeda.

Pembelajaran sains (IPA, Kimia, Fisika, Matematika) pada hakikatnya bertumpu pada upaya membelajarkan siswa agar memiliki perangkat pemahaman yang sama dengan yang dipahami para ilmuwan. Oleh karena itu, dalam prosesnya, siswa juga difasilitasi untuk belajar tentang cara-cara yang dipakai para ilmuwan menyusun penjelasan tentang fakta, konsep, prinsip maupun prosedur.

3.1.2. Teori neo-Piagetian

Proses pembelajaran sains, pada hakikatnya adalah upaya membelajarkan siswa tentang suatu kemampuan khusus yang terkait dengan konten sains tertentu. Dengan demikian, apa yang dipelajari siswa tidak dapat dilepaskan dengan situasi dan proses di mana hal itu dipelajari. Artinya pembelajaran sains terikat dengan konteks di mana sains dipelajari secara konsep maupun teori. Pandangan ini sejalan dengan teori *neo-Piagetian* (Park & Liu, 2019).

Teori neo-Piagetian merekomendasikan bahwa perkembangan kognitif siswa terbentuk atas konsep dan struktur, yang sifatnya domain-spesifik (Case, 1992). Artinya, berkembangnya pemahaman siswa tentang konten sains tertentu dikonstruksi secara personal dan berbeda antara siswa yang satu dengan lainnya. Demikian pula, pembentukan isi dari struktur kognitif siswa, bergantung pada konteks atau tugas yang dipelajarinya (Rose & Fischer, 2009). Implikasi dari pandangan neo-Piagetian ini terhadap pemahaman perkembangan kognitif siswa memunculkan pemahaman baru tentang bagaimana

proses pembelajaran sains dikonstruksi guru dan dirancang sesuai dengan konteks siswa dan apa yang dipelajarinya (McLellan, 1996). Konteks dalam pengertian ini berkenaan dengan situasi atau kondisi di mana peristiwa belajar itu terjadi, seperti situasi sosial masyarakat, pencemaran lingkungan sekitar, dan lain-lain.

Para ahli membedakan konteks itu berdasarkan rentang di mana pengetahuan atau pemahaman siswa ini dikonstruksi. Lave (1988) menempatkan pembelajaran dalam praktik sosial, dengan fokus pada jenis keterlibatan sosial apa yang dapat memberikan konteks yang tepat untuk berlangsungnya pembelajaran. (Anderson et al., 1996) memberikan ciri konteks sebagai pengaturan eksperimen atau instruksional yang memiliki pengaruh pada proses pengembangan kognitif. Menurutnya, semua keterampilan dan pengetahuan tidak selalu harus diajarkan dalam konteks sosial, karena kognisi tergantung pada konteks dan juga tidak bergantung pada konteks.

Cobb dan Bowers (1999) menempatkan konteks sebagai aktivitas dalam kelas itu sendiri. Artinya, konteks lebih ditekankan pada artikulasi preskripsi teori pembelajaran dalam mengelola aktivitas pembelajaran. Konteks ini dapat mencakup desain instruksional, yang lebih adaptif dengan konteks sosio pada konteks tingkat lokal seperti yang dikemukakan oleh Lave (1988). Hal ini dikuatkan oleh Grossman & Stodolsky (1995) yang menyatakan bahwa materi pelajaran harus dilihat sebagai konteks dalam hal bagaimana konten telah dikembangkan secara berbeda di antara disiplin ilmu yang berbeda.

3.1.3. Struktur Pengetahuan Siswa

Salah satu fokus utama penelitian ini adalah mengkaji bagaimana aktivitas mental siswa bekerja dalam usahanya memahami konsep Hidrolisis Garam. Aktivitas mental yang dimaksudkan adalah pembentukan struktur pengetahuan siswa, yang didiagnosis berdasarkan pada kategori pemahaman atau level penguasaan konseptual. Level penguasaan konseptual ini dibandingkan sebelum dan setelah siswa mengikuti proses pembelajaran. Dapat dipastikan, bila siswa memiliki pemahaman yang baik dan benar, diasumsikan memiliki struktur pengetahuan yang baik. Struktur ini dikenal dengan istilah struktur kognitif.

Struktur kognitif adalah pengetahuan yang terorganisasi yang ada dalam ingatan siswa, yang mengintegrasikan unsur-unsur pengetahuan yang terpisah-pisah ke dalam suatu unit konseptual (Miarso & Sudana, 1993: 6). Struktur pengetahuan siswa ini terbentuk karena proses pembelajaran, terutama berkenaan dengan bagaimana guru menerapkan strategi yang efektif dalam menyajikan materi pelajaran, di mana cara penyajiannya didasarkan atas penelaahannya terhadap struktur kurikulum mata pelajaran kimia. Oleh karena itu, struktur pengetahuan siswa tentang konten kimia, terikat dengan struktur keilmuan kimia dan konteks sajian pembelajaran berdasarkan struktur kurikulum. Struktur kurikulum kimia didasarkan pada aspek proses dan isi/kajian keilmuan Kimia. Kaidah umum dalam struktur keilmuan kimia (konsep, hukum, prinsip, kaidah/prosedur, dan teori) disajikan oleh para ahli kimia, menggunakan berbagai representasi, seperti ilustrasi, simbol, model dan pemodelan. Hal ini untuk memudahkan dalam menjelaskan substansi epistemologi struktur keilmuan dimaksud.

3.1.4. Representasi dan Skemata

Representasi adalah penjelasan fakta, yang diperoleh melalui percobaan. Representasi dan pemodelan penting artinya untuk mewakili objek analisis yang diuraikan berdasarkan sifat-sifat fisik dan fakta kimia yang dipelajari. Dalam banyak referensi kimia, sajian disusun berdasarkan urutan kemudahan mempelajari, dimulai dengan menyajikan fakta atau fenomena alam, gejala-gejala yang terjadi, kemudian proses percobaan yang dilakukan, hasil dan generalisasinya, menjelaskan fakta lain yang berhubungan, serta keterkaitan maupun

aplikasinya dengan konsep yang lain. Kategorisasi hasil pengamatan memunculkan istilah-istilah elektron, ion, molekul, atom, hingga sekarang penyajiannya terus berkembang dan dimodelkan menurut ilustrasi yang sedekat mungkin dapat dipahami untuk menjadi "pijakan" teoretis keilmuan, dan diterima sebagai bagian yang tidak terpisahkan dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Banyak penelitian menunjukkan bahwa telah memiliki pengetahuan yang dikembangkannya sendiri untuk memahami fenomena atau peristiwa alam yang terjadi di lingkungannya. Menurut Van Der Veer dan Del Carmen Puerta Melguizo (2003), pemahaman siswa dimaksud merupakan aktivitas mental sebagai proses internalisasi informasi atau pemerolehan pengetahuan oleh siswa, yang dibangun dari persepsi, imajinasi, atau dari pemahaman wacana. Ketika mempelajari ilmu pengetahuan, siswa memperoleh pengetahuan yang dalam penyajiannya menggunakan model ilmiah, dan karena itu membentuk konseptualisasi atau kerangka pemahaman sebagai hasil dari paparan pengajaran model tersebut (Harrison & Treagust, 2000). Ini bermakna bahwa siswa menyusun "skemata" (konseptualisasi) mereka sendiri ketika mereka belajar dan mencoba untuk memahami pengetahuan ilmiah selama proses pembelajaran (Chittleborough *et al.*, 2005)

3.1.5. Representasi dalam Pembelajaran Kimia

Pada praktik pembelajaran kimia di kelas dan di laboratorium, penggunaan model, ilustrasi maupun pemodelan dalam menjelaskan konsep adalah bagian yang tidak terpisahkan dari sajian pembelajaran. Chittleborough *et al.* (2005) berpendapat bahwa penggunaan model (ilustrasi) biasanya disajikan pada buku-buku teks kimia atau referensi lainnya, pada tiga tingkat yang berbeda, yaitu:

 Tingkat makroskopik – Penyajian terhadap ilmu Kimia yang berkaitan langsung dengan kehidupan sehari-hari, fenomena riil di lapangan,

- Tingkat simbolik Penyajian terhadap ilmu Kimia sebagai representasi dari fenomena kimia yang hendak dijelaskan dengan menggunakan berbagai media, termasuk model, gambar, aljabar, dan bentuk komputasi, rumus.
- Sub-tingkat mikroskopis Penyajian terhadap Ilmu Kimia yang berkaitan dengan partikel sub-mikroskopik yang nyata, yang tidak dapat dilihat secara langsung, seperti elektron, molekul, dan atom, tetapi disajikan dalam bentuk gambar ilustratif, pemodelan, dll.

Kecenderungan penggunaan model penyajian pada tiga level yang berbeda di atas, adalah hal yang tidak bisa dipisahkan juga dari struktur kurikulum. Namun banyak buku teks kimia di sekolah yang cenderung berlebihan dalam menyederhanakan pemahaman konsep, sehingga tidak menjadi alat ilmiah yang bisa digunakan untuk meningkatkan pemahaman siswa.

Pembelajaran memang perlu disederhanakan, namun ada perbedaan pokok antara pengembangan pembelajaran yang disederhanakan (simplified instruction) dengan pendekatan terlalu disederhanakan (simplistic approach), yang menyembunyikan ketidakpastian, penjelasan dan tidak meninjau ulang model penyederhanaan. Pendekatan yang terlalu disederhanakan seperti buku teks (dan pembelajaran) seolah-olah menyatakan bahwa pemikiran, kreativitas, skeptisisme atau argumentasi tak lagi diperlukan. Hal tersebut tentu akan mereduksi pertanyaan siswa yang sebenarnya penting untuk mengembangkan pemahaman yang dalam dan gagasan-gagasan besar.

Kesulitan muncul mana kala penyederhanaan konsep melalui penggunaan model penyajian kimia dipahami siswa berbeda dengan tujuan penggunaannya, dan tidak dapat diterima atau dipahami secara baik dan benar oleh siswa dan sesuai dengan pemahaman para ahli. Penelitian Kozma dan Russell (1997) menunjukkan munculnya kesulitan dimaksud sebagai akibat dari persepsi siswa yang tidak lengkap

dan tidak konsisten tentang suatu konsep. Persepsi inilah yang disebut sebagai "bentukan" pengetahuan yang dipahami siswa, dalam rangka memahami permasalahan ilmiah, sedangkan dirinya memiliki keterbatasan dalam merangkai struktur pengetahuan berdasarkan pengetahuan yang ilmiah. Bentukan pengetahuan siswa ini relatif masih berupa bagian-bagian yang belum terintegrasi, atau belum membentuk hubungan yang kuat dan formal. Berpijak pada uraian sebelumnya, maka representasi internal terkait dengan struktur pemahaman siswa yang "masih" tersimpan dalam benaknya; dan hanya akan dapat dinilai (diketahui) struktur pemahaman itu, ketika siswa memberikan respons (jawaban) pada saat dilakukan tes atau ujian. Respons (jawaban) siswa inilah yang disebut sebagai gambaran representasi eksternal, yang dapat didiagnosis dan diketahui gambaran struktur pemahaman siswa tentang penguasaan konsep.

3.1.6. Knowledge Space Theory

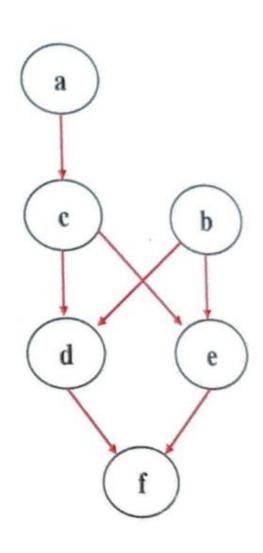
Telah diuraikan bahwa pembelajaran kimia tidak bisa dihindarkan dari penggunaan model, gambar ilustratif, atau media lain. Tujuannya adalah membantu memudahkan terjadinya proses pembelajaran kognitif atau pembentukan struktur pengetahuan, yang dapat dipetakan dengan menggunakan Knowledge Space Theory (KST). KST adalah sebuah model pemetaan yang meliputi berbagai dimensi dan dapat diterapkan untuk mempelajari struktur kognitif dari karakteristik pengetahuan sekelompok siswa. KST pertama kali dikembangkan oleh Doignon dan Falmagne (1999), kemudian diterapkan dalam pendidikan kimia, antara lain oleh Arasasingham et al. (2004) dan Tóth (2007).

Teori KST merupakan teori yang menggambarkan penataan pengetahuan dalam struktur kognitif siswa, yang disebut sebagai struktur pengetahuan (Tóth & Ludányi, 2007). Konsep dasar teori ini adalah "knowledge space" (cakupan pengetahuan), "knowledge state" (pengetahuan yang dipahami), "knowledge structure" (struktur

pengetahuan), "surmise relation" (penentuan hubungan) dan "critical learning pathway" (jalur pembelajaran kritis). Knowledge space didefinisikan sebagai pengetahuan yang dibutuhkan untuk memahami subjek tertentu. Dalam matematika atau IPA, hal ini dinyatakan sebagai adanya serangkaian masalah yang membutuhkan penyelesaian siswa, di mana penyelesaian masalah itu berdasarkan tingkatan tertentu. Berkenaan dengan "surmise relation" (penentuan hubungan), dimaksudkan jika siswa mampu memecahkan masalah yang tingkatannya lebih tinggi, dapat diduga bahwa dalam kondisi ideal, siswa ini juga dapat memecahkan masalah yang tingkatannya lebih rendah. Perlu diperhatikan dan dihindarkan efek pengganggu berupa upaya siswa memecahkan masalah dengan cara menebak, coba-coba sehingga memperoleh keberuntungan (Tóth, 2007: 376)

Dalam KST setiap jawaban siswa disebut "knowledge state" (benar maupun salah), di mana jumlah dari jawaban siswa yang benar siswa dikelompokkan tersendiri. Knowledge state terbagi dalam dua bagian yaitu Respons State dan Respons Structure. Jawaban benar siswa dikelompok-kelompokkan (misalnya [1,2] artinya ada siswa yang dapat menjawab soal nomor 1 dan 2) disebut respons state. Setelah semua jawaban dikelompokkan, disusun berdasarkan tingkatannya disebut respons structure (Doignon & Falmagne, 1999).

Secara teoretis, jika ada 8 pertanyaan dalam sebuah *test* yang diberikan, dapat mempunyai 256 (28) kemungkinan *respons state*, dari nol *state* (θ state) di mana tidak ada pertanyaan yang dijawab dengan benar sampai Q *state* di mana semua pertanyaan dijawab dengan benar. Dari semua kemungkinan respons *state* siswa, ditata dan dihubungkan satu sama lain disebut *Knowledge Structure*. Dari *knowledge structure* ditentukan jalur pembelajaran yang umum yang menunjukkan jalan yang mungkin untuk siswa pelajari dan kemudian disebut *Learning Pathway*. Dimulai dari *null state*, *the full mastery state* (Q) yang mungkin dicapai pada tiap-tiap pertanyaan dalam urutan yang sesuai dengan jalur pembelajaran (Arasasingham *et al.*, 2004: 1518).



Gambar 3.1 Ilustrasi Hubungan antara Penyelesaian Masalah pada Struktur Pengetahuan (diadaptasi dari Doignon & Falmagne, 1999: 4)

Sebuah contoh sederhana dari hubungan antara penyelesaian masalah (soal) diilustrasikan pada Gambar 3.1, yang menyatakan hubungan antara masalah dilambangkan dengan anak panah ke bawah. Untuk misalnya, penyelesaian masalah (e) didahului oleh penyelesaian masalah (b), (c) dan (a). Dengan kata lain, penguasaan penyelesaian masalah (e) ditentukan oleh penguasaan masalah (b), (c) dan (a). Sebagai contoh, jika seorang siswa merespons dengan benar untuk sebuah penyelesaian masalah (f), adalah hal yang dapat dipastikan bahwa siswa dimaksud memiliki penguasaan terhadap penyelesaian lima masalah lainnya.

Penggunaan metode KST ini untuk penelitian tentang pemetaan struktur pengetahuan, antara lain dikemukakan oleh (Arasasingham et al., 2004). Dalam penelitiannya, Arasasingham et al. (2004) mengembangkan alat penilaian untuk menyelidiki kemampuan siswa untuk membuat hubungan antara representasi molekuler, simbolis, dan grafis dari fenomena kimia, serta untuk

mengonseptualisasikan, memvisualisasikan, dan memecahkan masalah numerik. Tes sengaja dirancang untuk mengikuti perkembangan konseptual, organisasi kognitif materi atau pola berpikir siswa, Berdasarkan tanggapan siswa terhadap tes, dan menggunakan KST, dapat dicari pola yang bermakna atau kerangka pemahaman logis dari perspektif konstruktivisme. Apakah siswa mampu melihat hubungan logis antara prinsip-prinsip kimia dasar dan berbagai representasi yang menjadi ciri fenomena kimia atau apakah itu kumpulan fakta yang tidak terkait yang mereka hafal?

Penelitian yang dilaporkan oleh Tóth (2007), menggunakan KST untuk memetakan struktur pengetahuan siswa dalam menghitung massa jenis, massa-persen, massa molar dan volume molar. Data dikumpulkan pada siswa kelas 9-10 (usia 15-16) di dua sekolah tata bahasa menengah yang berbeda. Ditemukan bahwa struktur kognitif siswa, volume molar dibangun berdasarkan konsep massa molar. Dengan satu kelompok ada hubungan yang kuat antara konsep massa jenis, massa molar, volume molar dan perhitungan volume gas, sementara dengan kelompok lain tidak ada hubungan seperti itu Alasan struktur kognitif terputus ini adalah perbedaan metode pembelajaran antara kedua kelompok. Siswa dari sekolah kedua mempelajari konsep massa jenis, massa molar, volume molar dan persen massa dengan belajar-menghafal menggunakan mnemoteknik.

Tóth & Ludányi (2007) juga menggunakan KST untuk mengombinasikan fenomenografi dan menentukan pola pikir siswa dalam menggambarkan atom. Studi ini membandingkan pola pikir siswa. Sebuah metode penilaian baru dengan mengombinasikan fenomenografi dan KST yang digunakan untuk menggali jawaban siswa dan untuk mengikuti perubahan struktur kognitif siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah diberikan sebuah "kuliah" struktur pengetahuan siswa Hungaria menunjukkan perubahan yang signifikan daripada struktur pengetahuan siswa Amerika.

Pada tahun yang sama. Tóth (2007) juga menggunakan KST untuk memetakan struktur pengetahuan siswa dalam menghitung kerapatan, persen massa, massa molar dan volume molar dalam penelitiannya yang berjudul "Mapping Student Knowledge Structure in Understanding Density, Mass Percent, Molar Mass, Molar Volume, and Their Application in Calculations by the Use of the Knowledge Space Theory". Data dikumpulkan dari dua kelompok siswa di dua sekolah yang berbeda. Siswa di sekolah A lebih bisa memecahkan soal bertipe masalah dan siswa di sekolah B lebih bisa mengerjakan soal tipe perhitungan.

3.2. Teori Perubahan Konsep

Istilah "perubahan konseptual" dikenalkan oleh (Kuhn, 2002; Kuhn, 1962) dalam bukunya "The Structure of Scientific Revolution". Menurut Thomas Kuhn, bahwa sains dicirikan oleh "paradigma" ilmuwan. Paradigma dapat berupa sekelompok teori, suatu teori yang dominan, atau suatu metode atau teknik yang digunakan oleh para ilmuwan sebagai kerangka acuan atau acuan berpikir dan bertindak untuk memilih masalah-masalah yang relevan dan yang tidak relevan. Paradigma ini dapat berfungsi: (a) sebagai pedoman dalam memecahkan masalah (puzzle), (b) mendukung bahwa teori yang digunakan dalam suatu penelitian ilmiah cocok dengan hasil eksperimen, (c) untuk menimbulkan atau mengembangkan masalah (puzzle) untuk dipecahkan, (d) untuk menyeleksi bidang atau masalah yang perlu diteliti atau dicari jawabannya.

Dalam pandangan Thomas Kuhn (1962), paradigma digunakan para ilmuwan untuk menjadi pedoman dalam mengarahkan persoalan atau masalah yang hendak dicari jawabannya dalam kegiatan ilmiah. Apabila kesimpulan yang diperoleh tidak sesuai (cocok) dengan paradigma, atau paradigma tidak dapat digunakan lagi untuk menjelaskan suatu fakta baru atau bahkan menimbulkan pertentangan, maka suatu paradigma harus diubah. Inilah yang

Pengembangan sains selanjutnya ditujukan untuk menemuka paradigma baru". Masa penemuan paradigma baru ini disebut ole Kuhn sebagai "extraordinary research" (sains luar biasa). Penemua paradigma baru inilah yang mencetuskan perubahan besar dala sains. Jadi, dapat dikatakan bahwa paradigma dalam perkembangan sains cenderung berubah dan perubahannya kadang-kadang dapat terjadi sangat tiba-tiba (Suparno, 1997).

Perubahan paradigma dalam perkembangan sains analog ata mirip dengan perubahan konseptual dalam proses belajar neo Piagetian (Posner et al., 1982). Hal inilah yang menjadi pijakan dalam menjelaskan teori perubahan konsep. Teori perubahan konsep dalam pembelajaran sains, tidak dapat dilepaskan dari konsep "skemata" dan pembentukan struktur pengetahuan" yang didasarkan pada teori neo Piagetian. Teori ini dibangun di atas prinsip-prinsip dasa konstruktivisme, yaitu:

- Pertama, pengetahuan dibangun oleh siswa sendiri, bal secara personal dan sosial.
- Kedua, pengetahuan tidak dapat dipindahkan dari guru kensawa, kecuali hanya dengan keaktifan siswa sendiri untuken membangun penalarannya dalam memahami dan menjelaska fenomena yang dipelajarinya.
- Ketiga, siswa membangun pengetahuannya secara terus menerus, sehingga selalu terjadi perubahan konseptualnya menjadi pengetahuan atau pemahaman yang lebih rinci lengkap, serta sesuai dengan pengetahuan ilmiah.
 Konsert
- Keempat, guru berperan sebagai fasilitatui menyediakan sarana dan situasi agar proses konstruki pengetahuan siswa dapat berjalan lancar dan menyenangkal (Laliyo, 2011; Supardan, 2016)

Menurut Posner *et al.* (1982), tahap pertama perubaha konseptual ini disebut "asimilasi" dan tahap kedua "akomodasi". Melalui proses asimilasi, siswa menggunakan konsepkonsep yang telah mereka punyai untuk berhadapan dengan fenomena yang baru. Proses akomodasi digunakan siswa untuk mengubah konsep yang dipahaminya yang tidak sesuai atau tidak cocok lagi dalam menjelaskan fenomena baru dimaksud. Akomodasi dalam hal ini disebut juga perubahan konsep secara radikal.

Demastes et al. (1996) berpendapat bahwa agar supaya terjadi perubahan radikal atau akomodasi, dibutuhkan beberapa keadaan dan syarat, yaitu:

- Harus ada ketidakpuasan siswa terhadap apa yang telah dipahaminya. Siswa akan dapat mengubah pemahamannya, jika apa yang dipahaminya tidak dapat digunakan lagi untuk menelaah atau menjelaskan situasi, pengalaman, dan gejala baru.
- Pengetahuan yang baru harus dapat dipahami, rasional dan dapat memecahkan persoalan atau fenomena yang baru.
- Pengetahuan yang baru harus logis, dan dapat digunakan untuk menjelaskan masalah sebelumnya, dan juga konsisten dengan teori-teori atau pengetahuan yang sudah ada sebelumnya.
- Pengetahuan baru harus dapat digunakan siswa untuk mengembangkan pemahamannya dalam menjelaskan fenomena atau fakta baru yang dijumpainya.

Salah satu penyebab utama siswa ketidakpuasan siswa terhadap pemahamannya yang lama adalah apabila diperhadapkan pada peristiwa "anomali" (Posner et al., 1982). Peristiwa anomali adalah suatu peristiwa yang bertentangan dengan apa yang dipikirkan siswa. Suatu peristiwa di mana siswa tidak dapat mengasimilasikan lagi pengetahuannya dalam memahami fenomena yang baru. Berkenaan dengan penerimaan pengetahuan "anomali" ini, dimungkinkan siswa akan: (a) mengabaikan dan menolaknya; (b) mengecualikan pengetahuan anomali dimaksud dari teori yang sudah

terjadi sangat tiba-tiba (Suparno, 1997). sains. Jadi, dapat dikaman perubahannya kadang-kadang dan sains cenderung berubah dan perubahannya kadang-kadang dan sains cenderung berubah dan perubahannya kadang dan sains cenderung berubah dan perubahannya kadang dan sains cenderung berubah dan perubahannya kadang-kadang dan sains cenderung berubahan sains cenderung berubahan sains cenderung berubah dan sains cenderung berubahan sains paradigma baru inilau yang bahwa paradigma dalam perkembah dan perubahannya kadang-kadang dalam perkembah sains. Jadi, dapat dikatakan bahwa paradigma dalam perkembah dan perubahannya kadang-kadang dan perubahannya kadang kadang dan perubahannya kadang dan perubahannya kadang dan perubahannya kadang dalam perubahannya kadang dalam perkembahan sains. Kuhn sebagai "extraoru" jang mencetuskan perubahan besar dalam paradigma baru inilah yang mencetuskan perubahan besar dalam perkemban dalam dalam perkemban dalam dalam perkemban dalam dalam perkemban dalam perkemban dalam pengembaro". Masa prin "esearch" (sains luar biasa). Penengengma baru". Masa prin "esearch" (sains luar biasa). Penengengma baru "extraordinary research" (sains luar biasa). Penengengma bara "extraordinary research" (sains luar biasa). Penengengma bara biasa). Penengengma sains luar biasa). Penengengma baru "inilah yang mencetuskan perubahan besar dalam besar dala disebuliy" sains scins penemuan paradigma baru ini disebut pengembangan baru". Masa penemuan paradigma baru ini disebut oleh paradigma baru". Masa penemuan paradigma luar biasa). Penemukan perubahan penemukan perubahan penemukan penemukan penubahan penemukan penemuk disebutnya sebagai perkennya ditujukan untuk menennya sains selanjutnya ditujukan untuk menennya pengembangan sains selanjutnya ditujukan untuk menennya haru ini disebut menennya pengembangan sains haru". Masa penemuan paradigma baru ini disebut menennya pengembangan sains selanjutnya ditujukan untuk menennya ditujukan untuk menennya disebut menennya ditujukan untuk menennya ditujukan untuk menennya menennya ditujukan untuk menennya menennya pengembangan sains selanjutnya ditujukan untuk menennya menennya menennya ditujukan untuk menennya menennya menennya ditujukan untuk menennya disebutnya sebagai perkembangan sains normal (normal research)

konstruktivisme, yaitu: Piagetian. menjelaskan teori Per dalam menjelaskan dari konsep "skemata" dan pembelajaran sains, tidak dapat dilepaskan dari konsep "skemata" dan pembelajaran sains, tidak dapat dilepaskan dari konsep "skemata" dan pembelajaran sains, tidak dapat dilepaskan dari konsep "skemata" dan pembelajaran sains, tidak dapat dilepaskan dari konsep "skemata" dan pembelajaran sains, tidak dapat dilepaskan dari konsep "skemata" dan pembelajaran sains, tidak dapat dilepaskan dari konsep "skemata" dan pembelajaran sains, tidak dapat dilepaskan dari konsep "skemata" dan pembelajaran sains, tidak dapat dilepaskan dari konsep "skemata" dan pembelajaran sains, tidak dapat dilepaskan dari konsep "skemata" dan pembelajaran sains, tidak dapat dilepaskan dari konsep "skemata" dan pembelajaran sains, tidak dapat dilepaskan dari konsep dalam pembelajaran sains, tidak dapat dilepaskan pada ten pembelajaran sains, tidak dapat dilepaskan pada ten pembelajaran pembela piagetian (Posner et un, piagetian (Posner et mirip dengan perubukan heo. 1982). Hal inilah yang menjadi pijakan dalam piagetian (Posner et al., 1982). Hal inilah yang menjadi pijakan dalam piagetian (Posner et al., 1982). Hal inilah yang menjadi pijakan dalam piagetian (Posner et al., 1982). Hal inilah yang menjadi pijakan dalam piagetian (Posner et al., 1982). pembelajaran sams, "", pengetahuan" yang didasarkan pada teori neo.

pembentukan struktur pengetahuan" yang didasarkan pada teori neo. perubahan konseptual dalam proses belajar dengan perubahan konseptual dalam proses belajar sangat tiba-tiba (ɔupma dalam perkembangan sains analog atau perubahan paradigma dalam proses belajar atau Teori ini dibangun di atas prinsip-prinsip dasar

Pertama, pengetahuan dibangun secara personal dan sosial. oleh siswa sendiri, baik

fenomena yang dipelajarinya. membangun penalarannya dalam memahami dan menjelaskan Kedua, pengetahuan tidak dapat dipindahkan kecuali hanya dengan keaktifan siswa sendiri untuk dari guru ke

menjadi lengkap, serta sesuai dengan pengetahuan ilmiah. menerus, sehingga selalu terjadi Ketiga, siswa membangun pengetahuan atau pemahaman pengetahuannya perubahan konseptualnya yang lebih rinci secara terus-

pengetahuan siswa dapat berjalan lancar dan menyenangkan (Laliyo, 2011; Supardan, 2016) menyediakan sarana dan situasi agar Keempat, guru berperan sebagai proses fasilitator ko nstruksi untuk

konseptual Menurut in: Posner disebut et al. (1982), "asimilasi" dan tahap pertama perubahan tahap kedua disebut

> mengubah "akomodasi". Melalui proses asimilasi, siswa menggunakan konsepkonser yang baru. Proses akomodasi digunakan siswa untuk konsep yang telah mereka punyai untuk berhadapan dengan dalam hal ini disebut juga perubahan konsep secara radikal. cocok lagi dalam menjelaskan fenomena baru dimaksud. Akomodasi konsep yang dipahaminya yang tidak sesuai atau tidak

perubahan radikal atau akomodasi, dibutuhkan beberapa keadaan dan Demastes et al. (1996) berpendapat bahwa agar supaya terjadi

syarat, yaitu:

Harus dipahaminya. Siswa akan dapat mengubah pemahamannya, jika apa yang dipahaminya tidak dapat digunakan lagi untuk menelaah atau menjelaskan situasi, pengalaman, dan gejala ada ketidakpuasan siswa terhadap apa yang telah

dapat memecahkan persoalan atau fenomena yang baru. Pengetahuan yang baru harus dapat dipahami, rasional dan

. untuk menjelaskan masalah sebelumnya, dan juga konsisten Pengetahuan yang sebelumnya. dengan teori-teori baru harus logis, dan dapat digunakan atau pengetahuan yang sudah ada

mengembangkan Pengetahuan baru fenomena atau fakta baru yang dijumpainya. harus pemahamannya dapat digunakan dalam siswa untuk menjelaskan

terhadap pemahamannya yang lama adalah apabila diperhadapkan siswa. Suatu peristiwa di mana siswa tidak dapat mengasimilasikan adalah suatu peristiwa yang bertentangan dengan apa yang dipikirkan pada peristiwa "anomali" mengecualikan pengetahuan anomali dimaksud dari teori yang sudah dimungkinkan siswa akan: (a) mengabaikan dan menolaknya; (b) pengetahuannya Salah dengan satu penyebab utama siswa ketidakpuasan siswa penerimaan pengetahuan dalam memahami fenomena yang baru. (Posner et al., 1982). Peristiwa anomali "anomali" ji,

ada; (c) mengartikan kembali pengetahuan anomali itu; (d) mengartikan data itu dengan sedikit perubahan; (e) menerima pengetahuan anomali itu dan mengubah teori yang telah dipahaminya. Dalam konteks teori neo-Piagetian, kemungkinan pengetahuan pengetahuan anomali dan atau perubahan pengetahuan, bisa mengalami perubahan struktur pengetahuan siswa secara keseluruhan (restrukturisasi kuat) atau perubahan sebagian (restrukturisasi lemah). Perubahan konseptual ini analog dengan konsep akomodasi dan asimilasi (Vosniadou et al., 2008).

Didasarkan pada uraian di atas, dapat dikatakan bahwa siswa memiliki potensi untuk membangun pengetahuannya secara terus menerus. Proses membangun pengetahuan ini selalu dibarengi oleh perubahan-perubahan konseptual. Perubahan konseptual dapat terjadi secara radikal, namun dapat pula dapat terjadi sebagian. Perubahan yang secara radikal dimungkinkan bisa terjadi, apabila siswa mengalami pengalaman belajar yang secara konseptual bertentangan dengan pengetahuan yang telah dipahaminya.

3.3. Miskonsepsi

Pembelajaran konstruktivisme didasarkan pada keyakinan bahwa apa yang sudah diketahui siswa merupakan faktor utama dalam menentukan hasil belajarnya (Ausubel *et al.*, 1978). Siswa membentuk pengetahuannya dalam bentuk ide atau gagasan dengan didasarkan pada kesan sensoris, lingkungan budaya, teman sebaya, dan media, serta pendidikan formal di kelas (Chandrasegaran *et al.*, 2008). Namun, ide atau gagasan pemahaman yang dibentuk siswa ini sering kali berbeda dengan pemahaman yang dapat diterima secara ilmiah (Damanhuri *et al.*, 2016). Para ahli melabeli ide-ide ini dengan berbagai istilah, yang dikenal dengan miskonsepsi (Johnstone, 1991), prakonsepsi (Ausubel *et al.*, 1978), kerangka kerja alternatif (Driver & Easley, 1978; Lu & Bi, 2016), dan konsepsi siswa (Duit, 1993). Hambatan belajar dapat terjadi, terutama jika informasi baru tidak

konsisten dengan, dan atau bertentangan dengan, pengetahuan dan pengalaman siswa sebelumnya (Damanhuri et al., 2016; Jonassen, 2010).

Dalam pembelajaran di mana ilmu kimia sebagai konteksnya, sifat konseptual kimia yang kompleks dan abstrak menjadikan materi kimia sulit dipelajari siswa (G. Chittleborough & Treagust, 2008; Gabel, 1999; Johnstone, 1991). Inilah salah satu sebab mengapa siswa memiliki pemahaman tertentu, istimewa dan unik (prakonsepsi) tentang fenomena dan konsep ilmiah yang mereka bawa ke dalam pembelajaran sains. Sayangnya, konsepsi unik tentang fenomena alam yang dipahami siswa sering kali resistan terhadap pembelajaran, karena ada kecenderungan konsepsi tersebut menjadi tertanam kuat dalam pikiran siswa sebagai struktur konseptual yang koheren tetapi salah (Driver & Easley, 1978), terutama ketika konsepsi siswa berakar kuat dalam pengalaman hidup sehari-hari. Akibatnya, ketika konsep baru dijelaskan, konsep ini tidak masuk akal, dan siswa cenderung mengikuti pandangannya sendiri (Chandrasegaran et al., 2008).

3.4. Pengaruh Konteks terhadap Miskonsepsi

menolak penjelasan yang bertentangan dengan keyakinan mereka dan bahwa mereka lebih suka mempertahankan gagasan cacat yang masuk akal bagi mereka (Orwat et al., 2017). Menurut (Bodner, 1986), pengetahuan yang disampaikan guru harus berkorelasi dengan konsepsi dan pengalaman siswa sebelumnya. (Bradley & Mosimege, 1998) menekankan bahwa guru harus fokus pada miskonsepsi siswa dan celah miskonsepsinya sendiri, karena guru memainkan peran mendasar dalam membentuk pengetahuan siswa. Semua miskonsepsi, yang sebagian besar merupakan hasil dari pengetahuan yang berkembang secara tidak akurat dan tidak sengaja, telah disesatkan, membuat kesalahan yang sama, sehingga tetap tidak konsisten dengan konsep ilmiah. Oleh karena itu, akan bermanfaat untuk

mengidentifikasi konsepsi yang dipegang oleh siswa yang tidak selam pandangan ilmiah sehingga dapat dirumuskan strategi yang relevan yang akan menantang pemahaman mereka untuk memban siswa mengembangkan pandangan konsep sains yang lebih dapa diterima secara ilmiah.

Pengaruh konteks (item) dalam penelitian sains tertentu. Penelitian tela Pengarun konten sains tertentu. Penelitian sains dipelajari dalam area konten sains tertentu. Penelitian sains dipelajari dalam area konten sains tertentu. Penelitian sains dipelajari dalam area konten sains tertentu. Penelitian sains tertentu. Penelitian sains dipelajari dalam area konten sains tertentu. Penelitian sains tertentu. Penelitian sains tertentu. dipelajari dalam di dipelajari dalam di dilaporkan oleh (Chu et al., 2009) menemukan bahwa bahwa sism menunjukkan konsepsi alternatif tergantung konteks dalam om ketika item menggunakan contoh yang berbeda, sementara man menilai pemahaman siswa tentang konsep ilmiah yang sama. Menun Ozdemir & Clark (2009) konsepsi alternatif dalam konteks temus Chu et al., (2009) merupakan unsur yang terfragmentasi (terpisah dalam hubungan dengan klaim koherensi struktur pengetahuan Untuk menjelaskan klaim ini, dimisalkan temuan di Sessa et al. (2004) untuk menjelaskan tanggapan siswa yang tidak konsisten terhada item dalam konteks yang berbeda. Mereka menyelidiki penjelasa siswa tentang arti gaya di berbagai item terkait gaya yang bergantum pada konteks dan menemukan penjelasan bahwa siswa tidak mewaki pemahaman yang koheren tentang arti gaya. Sebaliknya, Weston et al (2015) menemukan bahwa respons siswa terhadap empat veni pertanyaan respons-konstruksi tentang fotosintesis tidak berbeda secara signifikan. Hal ini mungkin disebabkan oleh fakta bahwa mereka tidak fokus pada mengungkapkan konsepsi alternatif individu siswa, melainkan memeriksa ide-ide ilmiah siswa yang diperoleh dari tanggapan tersebut. Menurut (Nehm & Ha, 2011) bahwa pola respons siswa sangat dapat diprediksi terlepas dari konteksnya, terutama ketika respons tersebut melibatkan konsep inti ilmiah; Namul konsepsi alternatif individu lebih sensitif terhadap konteks item.

Pemahaman Hidrolisis

Konsep hidrolisis adalah salah satu topik yang dipelajari siswa 3.5. sekolah menengah, yang terkait erat dengan SSI. Siswa yang memiliki pemahaman yang baik tentang hidrolisis, akan dapat menjelaskan penialian mengapa detergen, larutan pemutih pakaian (NaOCl), secara ilmiah mengapa detergen, larutan pemutih pakaian (NaOCl), penggunaan pupuk, dapat mencemari lingkungan. Namun, pengaitan isu ini sebagai konteks masalah dalam pembelajaran jarang dilakukan. Pembelajaran lebih bertumpu pada aspek penguasaan konsep teoretis semata (Kinslow et al., 2018). Akibatnya siswa sulit menggunakan pemahamannya itu untuk menjelaskan fenomena sosial sains yang terjadi di sekitarnya (Owens et al., 2019). Kesulitan siswa ini dapat disebabkan oleh miskonsepsi siswa tentang reaksi asam-basa (Tümay, 2016), sehingga tidak mampu dalam menjelaskan konsep hidrolisis garam (Seçken, 2010), khususnya dalam menentukan kekuatan asambasa (Damanhuri et al.. 2016). Selain itu, dilaporkan bahwa siswa sering kali kesulitan dalam menjelaskan proses pelarutan dan reaksi senyawa ionik dengan air dengan benar, termasuk menulis persamaan kimia yang benar, dan memiliki penafsiran yang berbeda-beda berkenaan dengan proses pelarutan dimaksud (Orwat et al.. 2017).

3.6. Konteks Socio-Scientific Issues (SSI)

SSI sebagai konteks belajar, dilakukan dengan mengintegrasikan isu-isu social sains di lingkungan sekitar siswa dengan topik tertentu, semisal Hidrolisis Garam. Tujuannya untuk melatih siswa dalam membangun kemampuan literasi sains (DeBoer, 2000; Sadler, 2011; Zeidler, 2014). SSI yang dipilih cenderung memiliki ikatan konseptual dengan sains (Owens et al., 2019; Bruder & Prescott, 2013), dan pemecahannya membutuhkan banyak perspektif (Zeidler, 2014), termasuk dimensi evaluasi moral dan etika siswa (Espeja & Lagarón, 2015). Misalnya, soal perubahan iklim, polusi dan pemanasan global (Kinslow et al., 2018; Sadler, 2004). Konteks ini ditempatkan sebagai fenomena sosial-sains yang harus

dijelaskan siswa berdasarkan sudut pandang pengetahuan yang dijelaskan siswa berdan jang dijelaskan siswa dipelajarinya. Oleh karena itu, konteks berfungsi mendorong siswa dipelajarinya. Oleh karena itu, konteks berfungsi mendorong siswa dipelajarinya. dipelajarinya. Oleh kardinakan (National Research Council, 2012), terlibat aktif memahami masalah (National Research Council, 2012), terlibat aktıl memanan pengetahuannya (Sadler & Zeidler, Memanan pengetahuannya (Sadler & Zeidler, Memanan berpikir kritisnya (Len kemanan berpikir kritisnya membangun uan menjelaskan berpikir kritisnya (Lederman et al., 2013), dan mampu menjelaskan secara ilmiah fenomena sosial sains dimaksud (Cooke et al., 2016; Kinslow et al., 2018; Sadler, 2004). Pada akhirnya, integrasi konteks SSI menjadikan pembelajaran menjadi lebih bermakna dalam mengembangkan pemahaman siswa (Gräber et al., 2005; Sadler, 2004), dan siswa terlatih untuk bernegosiasi tentang aspek sosial dari fenomena yang dipelajarinya (Grooms, 2020; Presley et al., 2013).

Menghadirkan tantangan pemecahan masalah berkonteks SSI dalam kelas, merupakan salah satu solusi untuk mendekatkan siswa kepada kehidupan dan masalah yang empiris (Hancock et al., 2019). Meskipun memiliki keterbatasan (jika dibandingkan dengan pembelajaran yang langsung menerjunkan siswa ke lapangan), cara ini dapat ditingkatkan efektivitasnya dengan memanfaatkan teknologi media audio-visual, semisal video pembelajaran yang menayangkan aspek masalah lingkungan berkonteks SSI.

Rickinson et al. (2004) dan Dillon et al. (2006) telah menyintesis lebih dari 150 penelitian yang berkonteks pemecahan masalah di lapangan, menemukan fakta empiris tentang dampaknya bagi siswa yang mengikuti kegiatan belajar sejenis ini, yang dikategorikan sebagai berikut:

- Dampak kognitif, adanya pemahaman sains, konten belajar pengetahuan tentang lingkungannya dan hasil (akademik).
- emosional, nila ^{dan} Dampak afektif, adanya respons keyakinan.
- komunika^{si,} Dampak interpersonal/sosial, kepemimpinan, dan pengembangan sosial. adanya

Dampak fisik, keterampilan fisik dan atau kebugaran fisik.

Apa kelemahan dari pembelajaran berbasis pemecahan masalah di lapangan yang dilakukan selama ini? Menurut Kinslow et al. (2018) salah satu kelemahan itu adalah ketidak-mampuan siswa untuk mengontekstualisasikan dan memberikan pemaknaan terhadap apa yang sedang dipelajarinya. Sebagai contoh, pembelajaran hidrolisis, digunakan untuk membantu siswa mempelajari sifat garam hidrolisis, dalam penggunaan larutan pemutih (NaOCl), reaksinya dalam air, dan dampaknya bagi lingkungan. Secara teori, siswa pengalaman belajar dan membangun struktur memiliki pengetahuannya, namun karena tidak terkait dengan konteks "nyata" secara empiris, maka siswa tidak memiliki kesempatan untuk berpikir kritis menguatkan makna yang lebih epistemologi. Aspek berpikir kritis dan penguatan makna dari pengalaman belajar inilah yang disebut Ryder dan Leach (1999) sebagai keterlibatan epistemik.

Menurut Ryder dan Leach (1999), keterlibatan epistemik siswa dalam pembelajaran dapat menggambarkan bagaimana siswa membangun makna dari apa yang dipelajarinya. Keterlibatan ini bisa ditingkatkan ke tingkat yang lebih tinggi, melalui program pembelajaran di mana siswa terlibat aktif dalam proses pengumpulan data, penalaran dan membangun kerangka pemahaman yang ilmiah. Meskipun demikian, Cooper (2012) mengingatkan bahwa proses yang logis dimaksud sering kali gagal dalam memfasilitasi belajar yang menarik secara epistemologi, jika siswa hanya disibukkan untuk mengumpulkan data, tanpa didorong untuk membangun kemampuan berpikir kritis penguatan makna empiris dan epistemologi.

inkuiri Penelitian ini pembelajaran mengembangkan berkonteks SSI, yang dirancang untuk memfasilitasi kegiatan belajar siswa untuk mengintegrasikan fakta-fakta kontekstual ke dalam pembelajaran. Tujuannya untuk meningkatkan keterlibatan nalar epistemik dan literasi ilmiah siswa, terkait pemecahan masalah di ^{lingkung}an sekitar kehidupannya.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan hasil penelitian dan pembahasan, yang dibagi menjadi beberapa sub. Pertama, mendeskripsikan seberapa efektif instrumen pengukuran (TPKH) yang digunakan dalam mendiagnosis kemampuan penguasaan konseptual dan tingkat kesulitan item. Kedua, mendeskripsikan hasil pengujian hipotesis menggunakan uji statistik nonparametrik. Ketiga, mendeskripsikan hasil pengukuran dan diagnostik terkait perubahan kemampuan penguasaan konseptual siswa dan perubahan tingkat kesulitan item.

4.1. Efektivitas Instrumen Pengukuran

4.1.1. Unidimesionalitas

HI SHOTTON

Pengujian unidimensionalitas pengukuran berguna untuk mengoptimalkan pengukuran yang dilakukan, sehingga informasi yang dihasilkan lebih memusat pada atribut yang diukur. Unidimensionalitas instrumen adalah ukuran yang penting untuk mengevaluasi apakah instrumen yang dikembangkan mampu mengukur apa yang seharusnya diukur. Pemodelan Rasch menggunakan analisis komponen utama (Principal Component Analysis) dari residual, yaitu mengukur sejauhmana keragaman dari instrumen mengukur apa yang seharusnya diukur (Sumintono & Widhiarso, 2014).

Instrumen tes penguasaan konsep hidrolisis (TPKH) yang digunakan dalam penelitian ini, relatif memiliki ukuran unidimensionality yang baik. Hasil analisisnya disajikan Tabel 4.1. Dari ini terlihat bahwa hasil pengukuran raw variance data adalah sebesar 41,3%. Nilai ini menunjukkan bahwa persyaratan unidimensionalitas ingat bagus. Nilai minimal yang harus dipenuhi untuk persyaratan ini besar 20% dan apabila mencapai lebih dari 60% artinya istimewa.

Nilai lain adalah *raw unexplained variance* (varian yang tidak dapat dijelaskan oleh instrumen), idealnya tidak melebihi 15%. Hasil yang diperoleh di bawah 10%. Artinya instrumen dapat mengukur secara efektif kemampuan pemahaman hidrolisis siswa (Fisher, 2007).

Tabel 4.1 Standardized Residual Variance

Table of STANDARDIZED RESIDUAL variance	ın	Eigenvalue u	Obser	ved E	rormation un expected	nits
	=	25.5726	100.0%		100.0%	
Paw variance explained by measures	=	10.5726	41.3%		44.4%	
Raw variance explained by persons	=	4.5141	17.7%		19.0%	
Raw Variance explained by items	=	6.0586	23.7%		25.5%	
Raw unexplained variance (total)	=	15.0000	58.7%	100.0%	55.6%	
Unexplned variance in 1st contrast	=	2.1306	8.3%	14.2%		
Unexplned variance in 2nd contrast	=	1.5982	6.2%	10.7%		
Unexplned variance in 3rd contrast	=	1.4292	5.6%	9.5%		
Unexplned variance in 4th contrast	=	1.3280	5.2%	8.9%	1	
Unexplied variance in 5th contrast	=	1.2499	4.9%	8.3%	4	

4.1.2. Pengujian Skala Peringkat (Rating Scale)

Pengukuran skala peringkat bertujuan untuk menguji apakah kriteria penilaian atau pemeringkatan kemampuan penguasaan konseptual siswa, dapat digunakan atau tidak. Pemodelan Rasch dapat memberikan proses verifikasi bagi asumsi peringkat yang digunakan dalam instrumen TPKH, dilihat dari ukuran rata-rata observasi (Observedd Average) dan Andrich Threshold. Hasil analisisnya disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Summary of Category Structure

ATEGOR	Υ	OBSER	VED	OBSVD S	AMPLE I	NFIT O	UTFIT	ANDRICH	CATE	GORY	
MDEL	SCORE	COUN	T %	AVRGE E	KPECT	MNSQ	MNSQ11	THRESHOLD	1 1124		
1	1	247	8	34	36	1 94	1.08	NONE	(-1	.59)	1
2	2	79	2	06	03	.95			1 -	.72	2
3	3	527	16		.23	1.06		-	1 -	.21	3
4	4	193	6			.95			1	.18	4
5	5	681	21			1.24				.67	5
6	6	1482	46		1.07	1.05			1(1	.65)	6
******	 IG	*****					+		+		

Tabel 4.2 di atas terlihat bahwa observedd average dimulai dan untuk peringkat 1 (tidak paham konsep), kemudian salamutnya meningkat sampai ke logit +1.11 untuk peringkat 6 menahaman ilmiah). Terlihat bahwa ada dari peringkat 1 sampai peringkat 6. Artinya, transisi kategori peringkat pemahaman salaman peringkat 6. Artinya, transisi kategori peringkat pemahaman salaman secara konsisten (Linacre, 2020).

4.1.3. Reliabilitas Person dan Item

Pemodelan Rasch menyediakan dua estimasi reliabilitas instrumen, yaitu reliabilitas person dan item. Pengujian reliabilitas bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh pengukuran menghasilkan informasi yang konsisten dalam mengungkap ciri-ciri laten (latent traits), atau sifat unidimensional variabel yang diukur (Sumintono & Widhiarso, 2015). Hasil analisis disajikan dalam bentuk ringkasan statistik pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Reliability of Person and Item

	Person (214)	Item (15)
Reliability	.78	.9
Separation	1.90	6.0
	.69 (.59)	.00 (.4
Measure (SD) INFIT MNSQ	1.00	
INFIT ZSTD	.08	
OUTFIT MNSQ	1.01	
OUTFIT ZSTD	.14	
KR(20) = .85		

Didasarkan Tabel 4.3 diketahui bahwa nilai reliabilitas person .78 yang ekuivalen dengan nilai *person separation index* 1.90. Halin menunjukkan bahwa konsistensi respons siswa terhadap TPKH cukup bagus. Perolehan nilai *Cronbach Alpha Coefficient* (KR-20) sebesar .85, menunjukkan adanya interaksi siswa dengan TPKH yang menunjukkan adanya interaksi siswa dengan TPKH yang dengan Berarti bahwa ada korelasi yang kuat antara respons siswa dengan

item, di mana pengetahuan siswa cenderung tidak terfragmentasi (Adams & Wieman, 2011) sehingga dapat diukur. Dalam hal ini, dapat dikatakan bahwa instrumen TPKH cukup sensitif dan dapat diandalkan untuk membedakan dengan baik kemampuan penguasaan konseptual siswa. Selain itu, perolehan nilai item separation index 6.04 cukup tinggi, ekuivalen dengan nilai reliabilitas item .97. Hal ini menunjukkan bahwa konsistensi item baik sekali, atau item dapat dikatakan memenuhi syarat unidimensionalitas. Artinya, item mampu mendefinisikan variabel yang diukur dengan sangat baik. Kesimpulan ini terkonfirmasi melalui perolehan nilai infit dan outfit item yang sebagian besar berada dalam rentang yang dapat diterima untuk tes pilihan ganda (Bond & Fox, 2015; Herrmann-Abell & Deboer, 2016).

4.1.4. Person Separation Index

Person separation index mengestimasi seberapa baik TPKH dapat membedakan kemampuan pemahaman hidrolisis siswa. Semakin besar nilai person separation index, semakin besar kemungkinan siswa menanggapi item dengan pemahaman yang benar. Item separation index menunjukkan seberapa luas penyebaran item dalam mendefinisikan item yang mudah dan sulit. Semakin luas penyebaran item, semakin baik dan sesuai (Boone et al., 2014). Dalam penelitian ini, person separation index (1.90 logit), item separation index (6.04 logit). Kedua nilai ini mencerminkan penyebaran TPKH yang cukup baik pada siswa dan item. Kriteria ini mendukung TPKH sebagai instrumen yang sesuai dan dapat diandalkan untuk mengevaluasi pemahaman hidrolisis siswa.

4.1.5. Validitas

Analisis validitas ditujukan untuk menguji apakah instrumen TPKH mengukur apa yang dimaksudkan untuk diukur. Instrumen TPKH dinilai memiliki validitas konstruk yang baik, apabila mampu mengukur perubahan level pemahaman konseptual hidrolisis siswa

(Linacre, 2020; Sumintono, 2018). Langkah pertama validitas konstruk adalah memastikan bahwa semua item TPKH cocok dengan Rasch model. Suatu item dikatakan mengalami misfit (tidak cocok dengan Rasch model) apabila hasil pengukuran yang diperoleh, tidak sesuai dengan tiga kriteria yaitu:

- Outfit Mean Square residual (MNSQ): .5 < y < 1.5;
- Outfit Standardized Mean Square residual (ZSTD): -2 < Z < +2: dan
- Point Measure Correlation (PTMEA CORR): .4 < x < .8 (Boone et al., 2014).

Nilai logit mean square residual (MNSQ) menunjukkan seberapa besar dampak misfit dari item, yang dilihat dengan dua bentuk, yaitu Outfit MNSQ dan Infit MNSQ. Outfit adalah chi-kuadrat yang sensitif terhadap outlier (penyimpangan) dalam analisis Rasch model. Outlier sering kali merupakan tebakan keberuntungan bagi siswa berkemampuan lebih rendah dan kesalahan ceroboh bagi siswa berkemampuan lebih tinggi. Kuadrat rata-rata yang tidak sesuai atau mengalami misfit cenderung dipengaruhi oleh pola respons, di mana berfokus pada respons yang mendekati kesulitan item atau kemampuan siswa siswa (Lu & Bi, 2016). Nilai MNSQ yang diharapkan adalah 1.0 logit. Nilai PT MEA CORR adalah korelasi antara skor item person dan ukuran person. Untuk Rasch model, nilai PT MEA CORR nilainya harus positif dan tidak mendekati nol (Bond & Fox, 2015).

Hasil analisis item statistics disajikan pada Tabel 4.4, diketahui bahwa: (a) item 15 diketahui tidak sesuai dengan kriteria Outfit MNSQ; (b) item 15, 6, 12 dan 13 tidak sesuai kriteria Outfit (ZSTD); (c) tidak ada item yang tidak sesuai maupun bernilai negatif untuk kriteria PTMEA CORR. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada item yang tidak memenuhi ketiga kriteria, atau tidak ada item yang menyimpang atau misfit. Artinya salam kana tidak ada item yang menyimpang atau misfit. Artinya seluruh item sesuai dan valid. Hasil ini menunjukkan bahwa instruman menunjukkan bahwa instrumen TPKH memiliki efektivitas pengukuran yang baik.

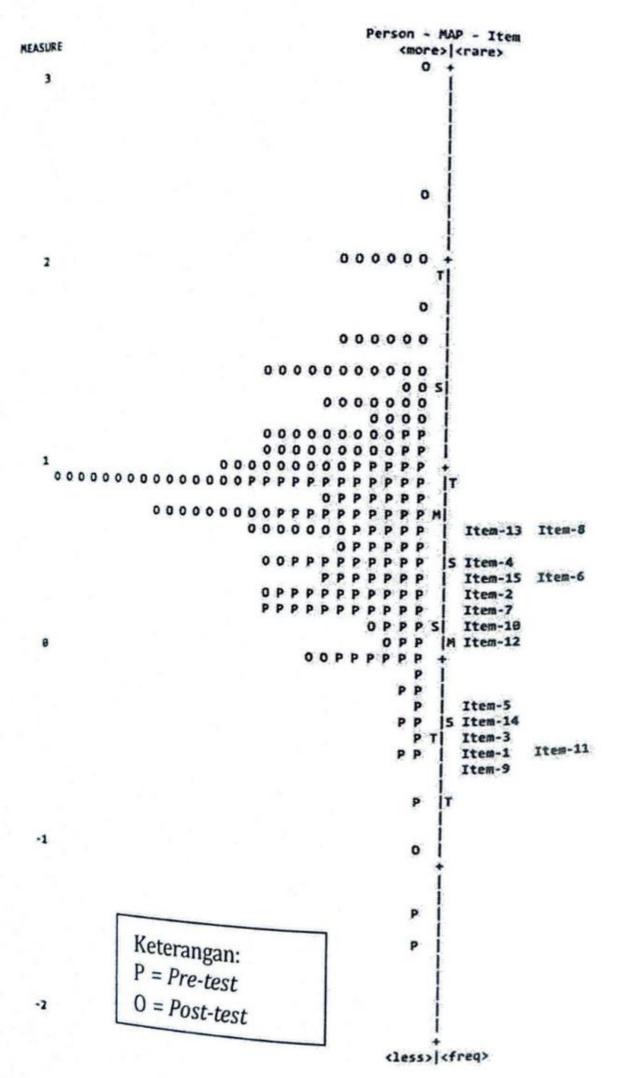
Tabel 4.4 Item Statistics: Misfit Order

Item	Measure	Outfit MNSQ	Outfit ZSTD	PTMEA CORR.
	55	1.18	.96	
Item 1	.23	1.14	1.20	.52
Item 2	44	.81		.55
Item 3			-1.09	.49
Item 4	.38	.90	95	.55
Item 5	30	.81	-1.19	.61
Item 6	.34	1.30	2.53	.44
Item 7	.19	.92	60	.58
Item 8	.61	1.10	.96	.45
Item 9	61	.86	71	.55
Item 10	.08	1.14	1.06	.59
Item 11	52	.93	34	.56
Item 12	01	.71	-2.29	.63
Item 13	.58	.71	-3.09	.64
Item 14	35	1.14	.83	.54
Item 15	.35	1.55	4.29	.52

Langkah kedua adalah pengukuran konsistensi antara level kemampuan penguasaan konseptual siswa dan tingkat kesulitan item (sebagaimana yang dibangun pada Tabel 4.5). Artinya, semakin tinggi tingkat kemampuan penguasaan konseptual siswa, maka semakin tinggi tingkat kesulitan item yang sesuai dengan tingkat kemampuan siswa dimaksud. Sebuah peta Wright (disajikan pada Gambar 4.1) adalah representasi grafis dari peningkatan level kemampuan penguasaan konseptual (N=214). Lokasi tingkat kesulitan item (N=15) pada peta Wright berasal dari hasil analisis empiris yang berasal dari data pemeringkatan sesuai kemampuan penguasaan konseptual siswa pada item TPKH.

Dari peta Wright terlihat bahwa semua item dalam instrumen pengukuran TPKH mencakup sebagian besar kemampuan penguasaan konseptual siswa. Hanya sebagian kecil siswa berada di bawah tingkat kesulitan item-9. Sebaliknya, hampir sebagian siswa berada di atas item-13 dan item-8, di mana kedua item ini adalah item dengan tingkat kesulitan paling tinggi. Selain itu, tidak ada item yang tidak

sesuai dengan level kemampuan siswa. Secara keseluruhan, kesulitan item selaras dengan konstruk.



Gambar 4.1 Wright Map Person (N=214) dan Item (N=15)

4.2. Perbedaan Ukuran Kemampuan Penguasaan Konseptual Hidrolisis Siswa Eksperimen dan Kontrol

Apakah ada perbedaan kemampuan penguasaan konseptual hidrolisis antara siswa di kelas eksperimen dan kelas kontrol? Untuk pengujian perbedaan ini, digunakan data pre-posttest kelas eksperimen dan kontrol. Data pre-posttest yang digunakan untuk pengujian statistik, bukanlah data mentah, melainkan data hasil ini uji Person Statistics: Entry Order Rasch model (lihat Lampiran A). Hasilnya adalah informasi rinci tentang ukuran kemampuan (person measures) setiap siswa pada pre-posttest.

Didasarkan nomor urut, maka perolehan data *pre-posttest* dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Siswa dengan nomor urut (1 57) memberikan data pre-test untuk kelas eksperimen (N=57).
- Siswa dengan nomor urut (58 107) memberikan data pretest untuk kelas kontrol (N=50).
- Siswa dengan nomor urut (108 164) memberikan data posttest untuk kelas eksperimen (N=57).
- Siswa dengan nomor urut (165 214) memberikan data posttest untuk kelas kontrol (N=50).

Jadi, siswa nomor urut 1 dan nomor urut 108 adalah siswa yang sama yang ada di kelas eksperimen. Perbedaannya adalah bahwa siswa nomor urut 1 memberikan data ukuran kemampuan *pre-test* (.22 logit), sedangkan siswa nomor urut 108 memberikan data ukuran kemampuan *post-test* (1.07 logit). Demikian pula untuk siswa dengan nomor urut 58 dan 165 adalah siswa yang sama untuk kelas kontrol.

Didasarkan pada perolehan *person measure*, diketahui bahwa ukuran logit kemampuan rata-rata *pre-posttest* siswa nomor urut (1 - 214) yang tidak berdistribusi normal. Siswa kelas eksperimen nomor merupakan salah satu siswa yang memberikan data *posttest* yang paling tinggi (2.94 logit). Sementara, siswa kelas kontrol nomor merupakan salah satu siswa yang memberikan data *posttest* urut 180 merupakan salah satu siswa yang memberikan data *posttest*

paling rendah (-1.04 logit). Jadi, untuk menguji perbedaan kemampuan pre-posttest antara siswa kelas eksperimen dan kontrol. digunakan Mann Whitney U Test, yang merupakan uji nonparametrik untuk mengetahui perbedaan median dua kelompok bebas apabila skala data variabel terikatnya adalah ordinal atau interval/ratio tetapi tidak berdistribusi normal (Sotáková et al., 2020). Sedangkan Uji peringkat bertanda Wilcoxon digunakan jika perbedaan antara pasangan data tidak terdistribusi secara normal. Perbedaan utama adalah bahwa uji - U Mann-Whitney menguji dua sampel independen. sedangkan uji tanda Wilcox menguji dua sampel dependen. Dalam penelitian ini, test Mann-Whitney U dan Wilcoxon, untuk menentukan apakah ada perbedaan kemampuan pemahaman konseptual yang signifikan secara statistic, di dalam dan di antara kelompok eksperimen dan kontrol. Hasil analisis disajikan pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6.

Hasil Uji Man-Whitney Tabel 4.5 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara hasil pre-test (U=667.500, p<0.05), maupun hasil post-test (282.000, p<0.05), antara siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Tabel 4.5 Hasil Uji Man-Whitney U Pre-Posttest TPKH Siswa Kelas Eksperimen dan Kontrol (p<0.05)

	Kelas Eksperimen (N=57)	Kelas Kontrol (N=50)	U	p
Pre-test	0.65(-0.59-1.10)2	0.18(-1.33-0.85) ^a	667.500	0.00
Post-test	1.91(-0.03-3.62) ^a	1.24(-1.57-1.74)2	282.000	0.000

Descriptive statistics given as median (Min-Max)

Tabel 4.6 Hasil Uji Wilcoxon Pre-Posttest TPKH Siswa Kelas Ekperimen dan Kontrol (p<0.05)

	Kelas Eksperimen (N=57)	Kelas Kontrol (N=50)	U	D
Pre-test	0.65(-0.59-1.10)a	0.18(-1.33-0.85)a	667.500	0.000
Post-test	1.91(-0.03-3.62)a	1.24(-1.57-1.74)	282.000	0.000

Hasil uji Wilcoxon Tabel 4.6, menunjukkan bahwa siswa kelas eksperimen dan kontrol memiliki kemampuan penguasaan konseptual yang signifikan secara statistik, didasarkan pada hasil pre-test (z=-6.570, p<0.05) dan post-test (z=-6.147, p< 0.05). Didasarkan pada hasil ini, dapat disimpulkan bahwa kemampuan penguasaan konseptual siswa pada post-test lebih tinggi dari pre-test, pada siswa di kelas eksperimen maupun di kelas kontrol. Namun, peningkatan kemampuan penguasaan konseptual lebih baik terutama terjadi pada kelas eksperimen dibandingkan pada kelas kontrol. Artinya bahwa siswa yang mendapatkan perlakuan pembelajaran inkuiri berkonteks socio-scientific issue (SSI) lebih baik dibandingkan siswa yang mengalami pembelajaran konvensional.

4.3. Perubahan Kemampuan Penguasaan Konseptual Siswa

4.3.1. Perubahan Ukuran Kemampuan Pre-Posttest Siswa Kelas Eksperimen dan Kontrol

Perubahan kemampuan penguasaan konseptual siswa, ditentukan dengan membandingkan ukuran (nilai logit item) preposttest, menggunakan teknik "stacking" Rasch model (Wright, 2003).

Tabel 4.7 Ukuran Kemampuan Rata-Rata *Pre-Posttest* Siswa Kelas Eksperimen dan Kontrol

	Jumlah	Kema	(Ukuran Ra mpuan Peng tual Hidrolis	11200-
Kelas	Item	Pre-test (logit)	Post-test (logit)	Selisih Pre- Posttest (logit)
Eksperimen (N=57)	15	.52	1.30	.78
Kontrol (N=50)	15	.17	.67	.50

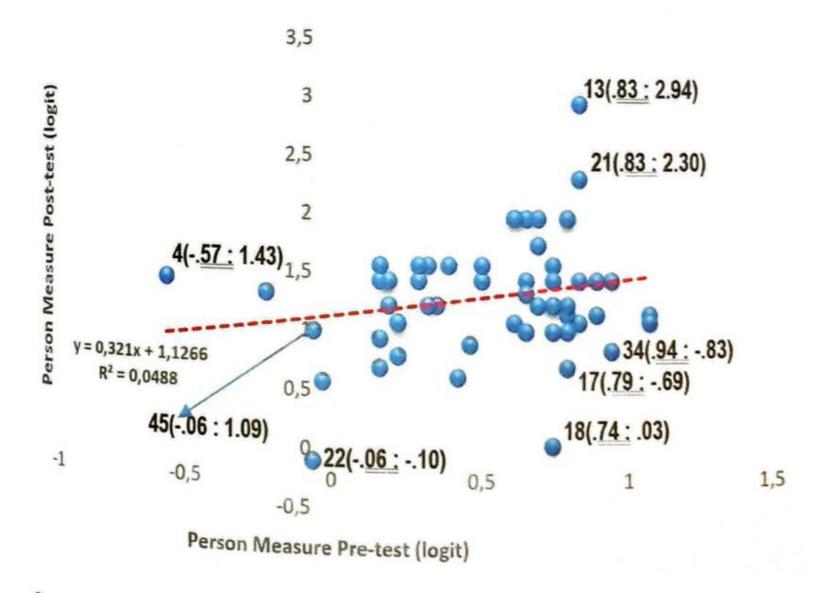
Tabel 4.7 menyajikan hasil pengukuran kemampuan rata-rata ukuran perubahan kemampuan penguasaan konseptual *pre-posttest* antara siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol. Data ini diolah berdasarkan hasil uji *Person Statistics: Entry Order* (Lampiran A). Didasarkan Tabel 4.7 diketahui bahwa:

- Pertama, di kelas eksperimen, ukuran mean item post-test (1.30 logit) lebih besar dari ukuran mean item pre-test (.52 logit).
- Kedua, di kelas kontrol, ukuran mean item post-test (.67 logit) lebih besar dari ukuran mean item pre-test (.15 logit).
- Ketiga, ukuran mean selisih item pre-posttest kelas eksperimen (.78 logit) lebih besar dibandingkan ukuran mean selisih item pre-posttest kelas kontrol (.50 logit).
- Keempat, adanya perbedaan ukuran mean selisih item preposttest kelas eksperimen dan kontrol, menunjukkan bahwa siswa yang dibelajarkan dengan pembelajaran inkuiri berkonteks socio-scientific issue (SSI) memberikan perubahan penguasaan konseptual hidrolisis lebih baik dibandingkan siswa yang dibelajarkan secara konvensional.

4.3.2. Sifat Perubahan Kemampuan *Pre-Posttest* Siswa: Perubahan Positif dan Perubahan Negatif

perubahan ukuran *pre-posttest*? Lalu, bagaimana perbandingan ukuran *pre-posttest*? Lalu, bagaimana perbandingan ukuran *pre-posttest* siswa? Siswa mana yang mengalami perubahan *pre-posttest* yang bernilai (+) dan yang bernilai (-). Gambaran sederhana terkait persoalan dimaksud, dapat dijelaskan dengan menggunakan grafik *scatter plot*.

Di bawah ini disajikan Gambar 4.2 yang mengilustrasikan grafik scatter plot ukuran pre-posttest siswa kelas eksperimen, dan Gambar 4.3 yang mengilustrasikan grafik scatter plot ukuran pre-posttest siswa kelas kontrol.



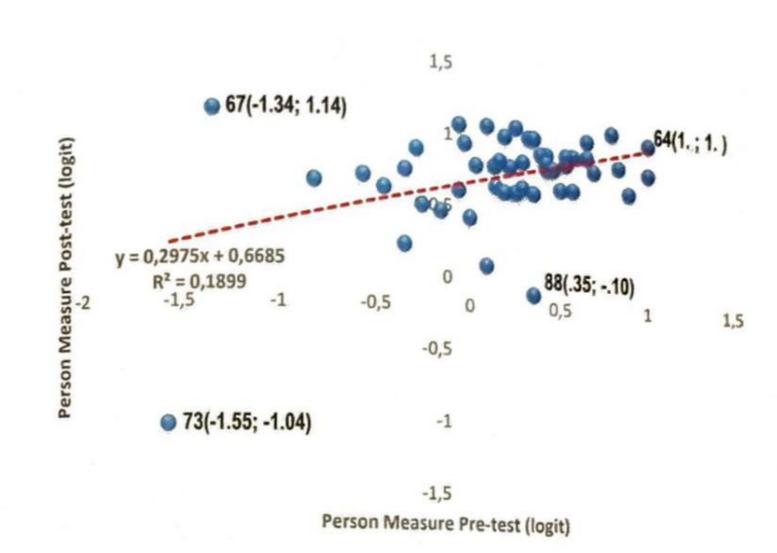
Gambar 4.2 Grafik Scatter Plot Ukuran Kemampuan Pre-Posttest Siswa di Kelas Eksperimen

Didasarkan Gambar 4.2 dapat dijelaskan beberapa fakta sebagai berikut:

- Persamaan garis y = 0.321x + 1.1266, di mana $R^2 = 0.0488$ yang memotong sumbu vertikal (person measure: post-test) dan sumbu horizontal (person measure: pre-test), merupakan garis plot atau batas perubahan.
- Pada sumbu vertikal, rentang ukuran kemampuan post-test bergerak dari skala paling rendah (-.5 logit) sampai dengan skala paling tinggi (3.5 logit).
- Pada sumbu horizontal, rentang ukuran kemampuan pre-test bergerak dari skala paling rendah (-1.0 logit) sampai dengan skala paling tinggi (1.5 logit).
- Sejumlah 49% siswa berada di atas garis batas perubahan, artinya mengalami perubahan ukuran kemampuan preposttest yang bernilai + (positif), atau kemampuan berubah menjadi lebih baik setelah dibelajarkan secara inkuiri berkonteks socio-scientific issue (SSI). Misalnya siswa dengan nomor urut 13(.83: 2.94), 21(.83: 2.30), 4(-.57: 1.43).
- Sekitar 51% siswa berada di bawah garis perubahan, artinya siswa ini mengalami perubahan ukuran kemampuan pre-posttest bernilai (negatif). Artinya, pada kondisi post-test, ukuran kemampuan siswa lebih kecil dibandingkan pada kondisi pre-test. Misalnya ukuran kemampuan pre-posttest siswa dengan nomor urut 22(-.06: -.10), 18(.74: .03), 17(.79: -.69), 34(.94: -83).

Selanjutnya, didasarkan Gambar 4.3 sebaran perubahan ukuran kemampuan *pre-posttest* siswa di kelas kontrol, dapat dijelaskan sebagai berikut:

• Persamaan garis y = 0.2975x + 0.6685, di mana $R^2 = 0.1899$ yang memotong sumbu vertikal (person measure: post-test) dan sumbu horizontal (person measure: pre-test), merupakan garis plot atau batas perubahan.



Gambar 4.3 Grafik Scatter Plot Ukuran Kemampuan Pre-Posttest Siswa di Kelas Kontrol

- Pada sumbu vertikal, rentang ukuran kemampuan post-test bergerak dari skala paling rendah (-2.5 logit) sampai dengan skala paling tinggi (1.5 logit).
- Pada sumbu horizontal, rentang ukuran kemampuan pre-test bergerak dari skala paling rendah (-2.0 logit) sampai dengan skala paling tinggi (1.5 logit).
- Sekitar 38% siswa berada di atas garis batas perubahan, artinya mengalami perubahan kemampuan pre-posttest yang bernilai positif; sedangkan 62% siswa mengalami perubahan kemampuan pre-posttest yang bernilai negatif.
- Perubahan bernilai positif paling tinggi, terjadi pada siswa dengan nomor urut 67(-1.34: 1.14), sedangkan perubahan bernilai negatif paling rendah, terjadi pada siswa dengan nomor urut 73(-1.55: -1.04).

Apabila dibandingkan grafik scatter plot perubahan ukuran kemampuan pre-posttest siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol, maka ditemukan bahwa rentang sumbu vertikal (person measure: post-test) kelas eksperimen (3.5 logit) lebih tinggi daripada kelas kontrol (1.5 logit). Artinya, perubahan ukuran kemampuan pre-posttest siswa kelas eksperimen lebih baik dari kelas kontrol.

4.3.3. Pola Perubahan Ukuran Kemampuan Penguasaan Konseptual Hidrolisis *Pre-Posttest* Siswa

Pertanyaan selanjutnya adalah apakah yang menyebabkan perubahan ukuran kemampuan *pre-posttest* siswa yang bernilai positif dan negatif? Perubahan ukuran kemampuan *pre-posttest* siswa yang bernilai positif menunjukkan siswa mengalami peningkatan kemampuan penguasaan konseptual. Untuk konteks ini, akan dibahas di kesempatan yang lain. Fokus yang menarik untuk dijelaskan adalah perubahan ukuran kemampuan *pre-posttest* siswa yang bernilai negatif, dan terutama bagaimana mendiagnosis kasus ini di level individu siswa. Informasi ini akan sangat berguna bagi guru dalam melakukan perbaikan instruksional atau merekonstruksi kembali strategi kognitif yang sesuai untuk pembelajaran.

Langkah pertama adalah menyediakan data yang rinci berkenaan pola respons siswa pada setiap item, melalui uji *scalogram*. Uji *scalogram* menempatkan pola respons siswa pada setiap item. Pola respons yang dimaksud merujuk pada kategori/peringkat penguasaan konseptual siswa, sebagaimana dijelaskan pada Tabel 2.5. Ambil contoh, pola respons 6 dalam *scalogram*, berarti bahwa siswa dikategorikan memiliki kemampuan pemahaman ilmiah, demikian seterusnya hingga nilai 1 (satu), dikategorikan tidak paham konsep.

Langkah kedua adalah mengidentifikasi siswa yang mengalami perubahan ukuran kemampuan pre-posstest yang bernilai negatif, dengan membandingkan ukuran rata-rata (mean) kemampuan siswa pada pre-test dan posttest. Tabel 4.8 disajikan petikan hasil uji

kemampuan pre-posttest negatif. Dikarenakan keterbatasan ruang maka cara mendiagnosis perubahan ukuran kemampuan pre-posttest siswa, hanya dicontohkan kasus siswa nomor urut 18 kelas eksperimen, disingkat S18E (S adalah siswa, 18 adalah nomor urut siswa, dan E adalah kelas eksperimen). Didasarkan pada Tabel 6.8, diketahui bahwa:

- S18E adalah siswa kelas eksperimen yang memiliki ukuran kemampuan: pre-test (.74 logit), post-test (.03 logit). Selisih ukuran pre-posttest adalah (-.71 logit) dengan ukuran standar error (.39 logit).
- Oleh karena nilai selisih ukuran pre-posttest (-.71 logit) siswa S18E relatif sangat kecil dibandingkan nilai kesalahan gabungannya atau ukuran standar error (.39 logit), maka tidak ada perbedaan yang signifikan antara ukuran kemampuan pretest dan post-test siswa dimaksud (S18E).

Tabel 4.8 Petikan Scalogram: Berdasarkan Pola Respons Item Pre-Posttest Siswa yang Bernilai Negatif

No	Wala -	U	rutan Tingkat Kesulitan Item (dari kiri-kanan makin sulit)	DPP	CSE
Siswa	Kelas	Pre/ Post	1 1 11	DIT	we
17	Eksperimen	Pre	+566564553566436 (.79) (.22)	10	.43
		Post	+655564563366553 (.69) (.21)		
18	Eksperimen	Pre	+666566636366333 (.74) (.21)	71	.39
		Post	+666661322521161 (.03) (.18)		
22	Eksperimen	Pre	+616664245121133 (06)(.18)	04	.36
-		Post	+666662123521211 (10)(.18)		
34	Eksperimen	Pre	+666535666564653 (.94) (.24)	11	.47
-		Post	+666636466636453 (.83) (.23)		_
72	Kontrol	Pre	+666635656565653 (1.00)(.25)	21	.47
		Post	+666646655653533 (.79) (.22)		-
81	Kontrol	Pre	+566636563566356 (.89) (.23)	24	.43
-		Post	+666664653653433 (.65) (.20)	-	-
88	Kontrol	Pre	+616665663261613 (.35) (.18)	45	.30
		Post	+612162566131613 (10)(.18)		_

Keterangan:

M = meassure, MSE= model standard error, DPP= difference preposttest, CSE = combined standard error.

- Angka 1=Tidak Paham Konsep, 2=Pemahaman Tebakan, 3=Miskonsepsi Total, 4= Miskonsepsi Negatif, 5=Miskonsepsi Positif, 6=Pemahaman Ilmiah).
- Angka yang berwarna merah adalah pola respons item pre-posttest yang berubah menjadi miskonsepsi.
- Pemeriksaan selanjutnya, ditemukan bahwa dengan ukuran kemampuan pre-test (.74 logit), siswa S18E memiliki kategori pemahaman ilmiah (skor 6) pada sembilan item, yaitu item (9, 1, 11, 14, 5, 12, 7, 6 dan 15).
- Akan tetapi, pada ukuran kemampuan *post-test* (.03 logit) yang lebih rendah dari ukuran kemampuan *pre-test* (.74 logit), pola respons siswa S18E, untuk item (5, 12, 6, 15), berubah ke peringkat kemampuan pemahaman yang lebih rendah atau mengandung miskonsepsi.
- Ketika didiagnosis berdasarkan pilihan jawabannya pada pertanyaan (Q1, Q2, dan Q3), maka dimungkinkan ada perubahan pola respons *pre-posttest* siswa S18E:
 - a) item 5, semula pola responsnya: BBY (Q1 benar, Q2 benar, Q3 yakin, kategori pemahaman ilmiah), menjadi tiga kemungkinan: BSY, SBT, SST, ketiganya termasuk kategori tidak paham konsep, peringkat 1;
 - b) item 12, semula pola responsnya: BBY (Q1 benar, Q2 benar, Q3 yakin, kategori pemahaman ilmiah), berubah menjadi: SBY, Q1 salah, Q2 benar, Q3 yakin, kategori miskonsepsi berat, peringkat 3;
 - c) item 6, semula pola responsnya: BBY (Q1 benar, Q2 benar, Q3 yakin, kategori pemahaman ilmiah), berubah menjadi: BBT, Q1 benar, Q2 benar, Q3 tidak yakin, kategori pemahaman tebakan, peringkat 3;
 - d) item 15, semula pola responsnya: BBY (Q1 benar, Q2 benar, Q3 yakin, kategori pemahaman ilmiah) menjadi tiga kemungkinan: BSY, SBT, SST, ketiganya termasuk kategori

tidak paham konsep, peringkat 1;

- Perubahan pola respons item pre-posttest, menunjukkan bahwa siswa S18E memilih jawaban yang mengandung miskonsepsi. Miskonsepsi dimaksud adalah:
 - Siswa S18E menyatakan bahwa reaksi hidrolisis garam (NaOCl) yang benar adalah pada persamaan reaksi: OCl⁻ + H₂O → HOCl + OH⁻ (item 5).

Ini adalah jenis miskonsepsi siswa dalam menentukan persamaan reaksi hidrolisis garam (level 2).

- Siswa S18E memahami bahwa garam (NH₄)₂SO₄ adalah asam (item 12).
 Ini adalah jenis miskonsepsi siswa dalam menentukan sifat-sifat garam hidrolisis (level 1)
- Siswa S18E tidak dapat menghitung pH garam NaOCl (item 6).
 Ini adalah jenis miskonsepsi siswa dalam menghitung pH garam yang mengalami hidrolisis (level 3).
- Siswa S18E tidak dapat menentukan sifat basa garam MSG (item 15).
 Ini adalah jenis miskonsepsi siswa dalam menentukan
- Kesimpulannya adalah bahwa siswa S18E, cenderung mengalami miskonsepsi tentang asam-basa, garam dan hidrolisis. Ada kerancuan berpikir yang cenderung tidak konsisten dalam memahami konsep hidrolisis garam, meskipun sudah mengikuti kegiatan belajar dengan cara inkuiri berkonteks socio-scientific issue (SSI).

4.4. Perubahan Tingkat Kesulitan Item

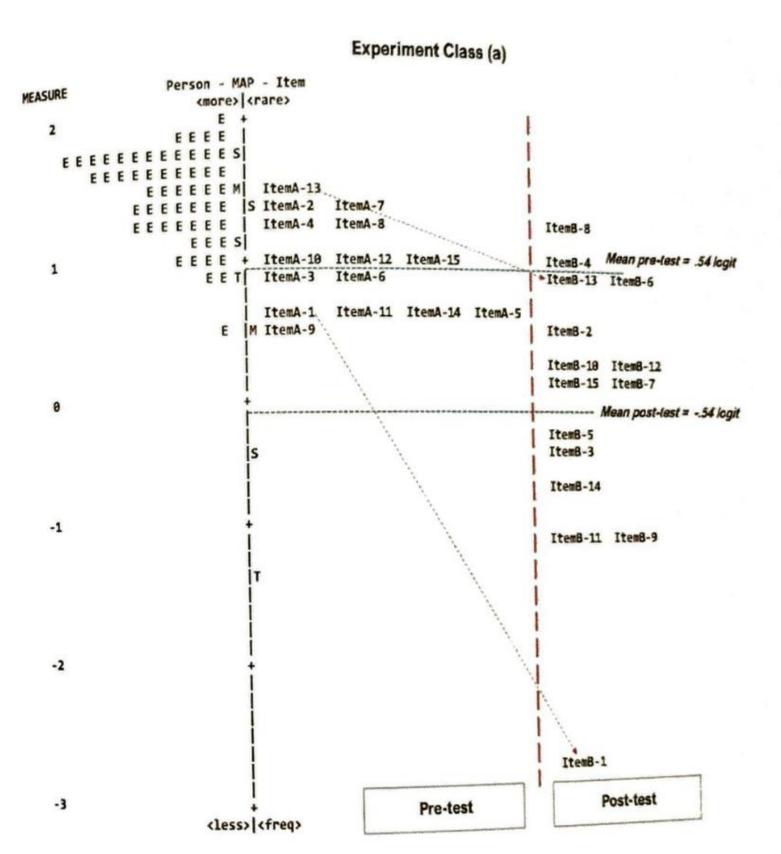
4.4.1. Perubahan Ukuran Tingkat Kesulitan Item *Pre-Posttest*Siswa Kelas Eksperimen Dan Kontrol

Perubahan ukuran tingkat kesulitan item, dapat juga diartikan perubahan lokasi item pada peta Wright (Wright map) atau perubahan ukuran rata-rata (logit) tingkat kesulitan item pre-postttest siswa. Ada dua kemungkinan perubahan tingkat kesulitan item:

- (1) Sifat perubahan tingkat kesulitan item *pre-posttest* siswa bernilai positif, apabila pada kondisi *pre-test*, lokasi tingkat kesulitan item tertentu pada peta Wright, berubah menjadi lebih rendah (mudah) pada kondisi *post-test*, atau ukuran item *pre-posttest* berubah dari besar menjadi kecil.
- (2) Sifat perubahan tingkat kesulitan item *pre-posttest* siswa bernilai negatif, apabila pada kondisi *pre-test*, lokasi tingkat kesulitan item tertentu pada peta Wright, berubah menjadi lebih tinggi (sulit) pada kondisi *post-test*, atau ukuran item *pre-posttest* berubah dari kecil menjadi lebih besar.

Hal ini bermakna bahwa perubahan lokasi dan atau ukuran item yang positif atau negatif, semata disebabkan oleh kegiatan pembelajaran yang dilakukan di kelas eksperimen dan kontrol.

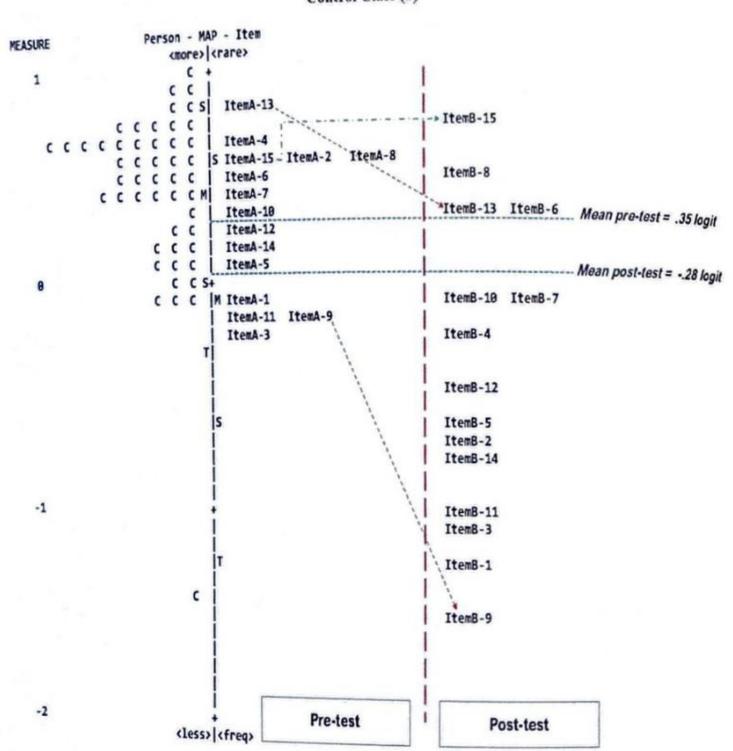
Perubahan lokasi tingkat kesulitan item *pre-posttest* siswa di kelas eksperimen disajikan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Peta Wright Tingkat Kesulitan Item Siswa Kelas Eksperimen

Dari Gambar 4.4, dimisalkan, item nomor urut 1. Lokasi itemA-1 pada kondisi *pre-test* (.18 logit), dirasakan paling sulit oleh siswa, dibandingkan lokasi itemB-1 pada kondisi *posttest* (-3.25 logit). Demikian pula itemA-13 (1.8 logit) dan itemB-13 (0.36 logit). ItemA-1 maupun ItemB-1, itemA-13 maupun itemB-13 adalah item yang sama, yang dikerjakan siswa pada kondisi *pre-test* dan *posttest*.





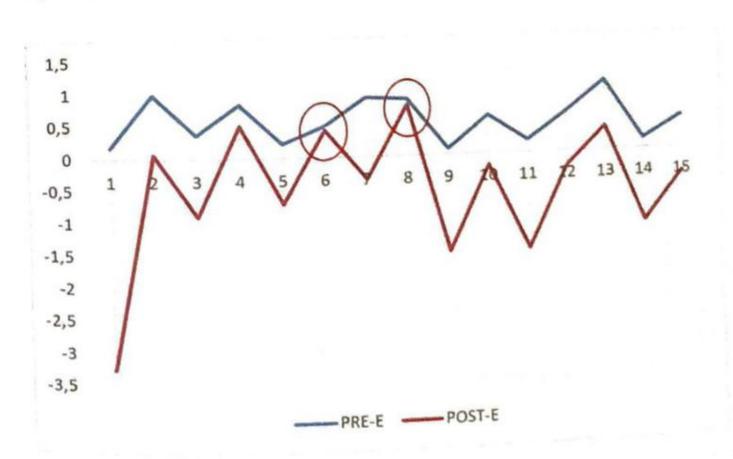
Gambar 4.5 Peta Wright Tingkat Kesulitan Item Siswa Kelas Kontrol

Selanjutnya, perubahan lokasi tingkat kesulitan item *pre-posttest* siswa di kelas kontrol disajikan pada Gambar 4.5. Menurut siswa di kelas kontrol, pada kondisi *pre-test*, itemA-9 (-.70 logit) jauh lebih sulit dibandingkan pada kondisi *post-test*, itemB-9 (-1.46 logit). Demikian pula itemA-13 (.88 logit) dan itemB-13 (.36 logit). Berbeda dengan kedua item dimaksud, pada kondisi *pre-test*, itemA-15 (.59 logit), jauh lebih mudah diselesaikan dibandingkan pada kondisi *post-test* pada item yang sama (yaitu itemB-15: .76 logit).

4.4.2. Sifat Perubahan Tingkat Kesulitan Item *Pre-Posttest*Siswa: Perubahan Positif Dan Perubahan Negatif

Jika digunakan data hasil uji item measure, maka dapat diidentifikasi pada item mana terjadi perubahan ukuran tingkat kesulitan item pre-posttest, baik siswa kelas eksperimen maupun kelas kontrol. Item mana saja yang mengalami perubahan ukuran, yang bernilai positif dan negatif.

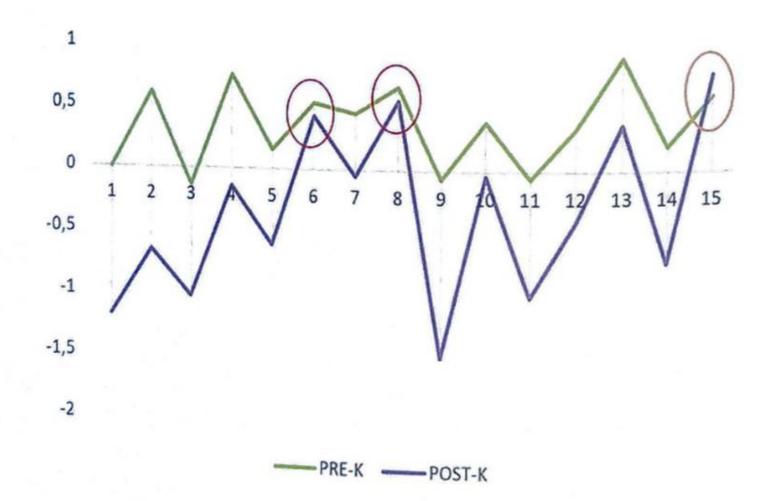
Gambar 4.6 menyajikan grafik perbandingan ukuran tingkat kesulitan item *pre-posttest* siswa kelas eksperimen, sedangkan Gambar 4.7 untuk siswa kelas kontrol. Didasarkan kedua gambar dimaksud, diketahui bahwa perbandingan ukuran tingkat kesulitan item *pre-posttest* pada dua item (yaitu item 6 dan 8) relatif tidak mengalami perubahan yang signifikan, baik di kelas eksperimen maupun di kelas kontrol.



Gambar 4.6 Perbandingan Ukuran Tingkat Kesulitan Item *Pre-Posttest*Siswa Kelas Eksperimen

Item nomor 6 adalah item yang mengukur kemampuan penguasaan konseptual siswa dalam menghitung pH (garam NaOCl),

berdasarkan konteks masalah A. Masalah A, berkenaan dengan penggunaan larutan pemutih pakaian, terbentuk dari asam lemah HOCl dan basa kuat NaOH. Garam NaOCl bersifat reaktif dan meluruhkan pewarna. Dalam air, ion OCl-akan terhidrolisis menjadi HOCl dan OH. Item nomor 8, mengukur kemampuan penguasaan konseptual siswa dalam menentukan sifat garam Al₂(SO₄)₃ dalam air yang terhidrolisis parsial ion Al³⁺, berdasarkan konteks masalah B. Masalah B berkenaan dengan penjernihan air dengan menambahkan tawas Al₂(SO₄)₃, merupakan konsep hidrolisis garam, terbentuk dari H₂SO₄ dan Al(OH)₃. Pada kedua item ini, dimungkinkan sebagian besar siswa di kedua kelas sulit mengubah pemahaman konseptualnya. Hal yang menarik adalah pada item nomor 15 *post-test* siswa kelas kontrol, terlihat mengalami perubahan ukuran tingkat kesulitan item yang bernilai negatif; sementara di kelas eksperimen, tidak ada satupun perubahan ukuran item yang bernilai negatif.



Gambar 4.7 Perbandingan Ukuran Tingkat Kesulitan Item *Pre-Posttest*Siswa Kelas Kontrol

4.4.3. Pola Perubahan Ukuran Tingkat Kesulitan Item Hidrolisis Pre-Posttest Siswa

Pola perubahan ukuran tingkat kesulitan item *pre-posttest* dapat menunjukkan item mana yang mengalami perubahan signifikan, akibat perlakuan pembelajaran, pada kelas eksperimen dan kontrol. Tabel 4.9 menyajikan hasil pengukuran tingkat kesulitan item *pre-posttest*, didasarkan pada hasil uji *item measure Rasch model*.

Tabel 4.9 Ukuran Tingkat Kesulitan Item *Pre-Posttest* Siswa Kelas Eksperimen dan Kontrol

Item	Kelas	Eksperime (logit)	n (N=57)	Kela	s Kontrol ((logit)	N=50)
	P	0	S	P	0	S
Item 1	.18	-3.25	-3.43	10	-1.19	-1.18
Item 2	.99	.70	92	.60	66	-1.26
Item 3	.37	89	-1.26	14	-1.3	89
Item 4	.83	.50	33	.74	14	88
Item 5	.22	71	93	.15	60	75
Item 6	.48	.42	60	.52	.42	1
Item 7	.91	35	-1.26	.44	50	49
Item 8	.87	.78	90	.65	.54	11
ltem 9	.8	-1.5	-1.58	70	-1.46	-1.39
Item 10	.59	19	78	.38	40	42
Item 11	.18	-1.5	-1.68	60	60	.00
Item 12	.61	24	85	.33	40	73
Item 13	1.8	.36	72	.88	.36	52
Item 14	.15	-1.14	-1.29	.19	72	91
ltem 15	.50	38	88	.59	.76	.17
Mean	.54	54	-1.70	.35	28	63

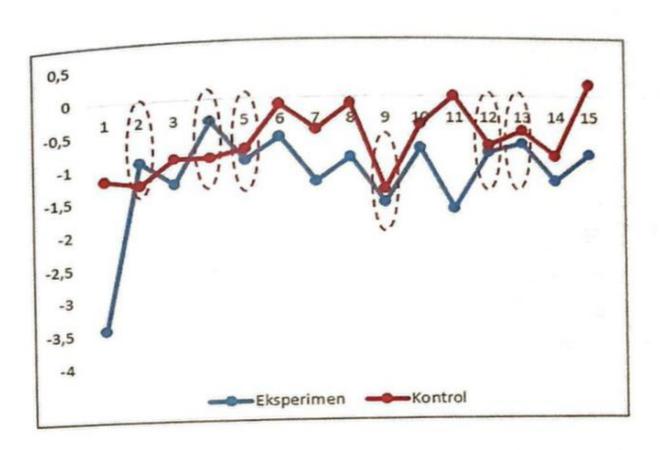
Keterangan: P = pre-test, O = post-test, S = selisih pre-posttest

Didasarkan Tabel 4.9 diketahui bahwa besarnya ukuran tingkat kesulitan item berubah secara konsisten pada kelas eksperimen dan kontrol. Bearnya ukuran rata-rata (mean) selisih tingkat kesulitan item pre-posttest siswa di kelas eksperimen (-1.70 logit) jauh lebih kecil dibandingkan besarnya ukuran rata-rata (mean)

selisih tingkat kesulitan item *pre-posttest* siswa di kelas kontrol (-.63). Selain itu, ditemukan bahwa ukuran selisih setiap item *pre-posttest* siswa di kelas eksperimen, seluruhnya bernilai negatif; sedangkan di kelas kontrol, diidentifikasi ada tiga belas item yang bernilai negatif, satu item tidak berubah (item 11), dan satu item (15) yang bernilai positif, atau berubah menjadi lebih sulit. Ukuran selisih tingkat kesulitan item *pre-postest* yang negatif, menunjukkan bahwa pada kondisi *posttest*, item menjadi jauh lebih mudah dibandingkan pada kondisi *pretest*. Demikian sebaliknya, jika ukuran selisih tingkat kesulitan item *pre-postest* yang positif, menunjukkan bahwa pada kondisi *posttest*, item menjadi jauh lebih sulit dibandingkan pada kondisi *pretest*. Jadi, didasarkan pada temuan di atas, dapat dikatakan bahwa pola perubahan tingkat kesulitan item *pre-posttest* di kelas eksperimen, lebih baik dibandingkan di kelas kontrol.

Gambar 4.8 menyajikan grafik perbedaan ukuran selisih (logit item) setiap item *pre-posttest* antara siswa kelas eksperimen dan kontrol. Didasarkan pada gambar ini, dapat diketahui bahwa:

- Pada item 4 (mengukur kemampuan siswa menghitung pH garam NaOCl), ternyata siswa di kelas kontrol lebih mudah dalam menerapkan dan menganalisis konteks sajian masalah A, untuk menyelesaikan perhitungan pH dari garam NaOCl, dibandingkan kelas eksperimen.
- Pada item 2 (mengukur kemampuan siswa menyatakan reaksi hidrolisis parsial: NaOCl → Na⁺ + OCl⁻), siswa di kelas kontrol lebih mampu menyelesaikan persamaan reaksi hidrolisis parsial, dalam konteks sajian masalah A, dibandingkan kelas eksperimen.



Gambar 4.8 Grafik Perbedaan Ukuran (logit item) dari Selisih Item *Pre- Posttest* Siswa Kelas Eksperimen dan Kontrol.

Pada item 5 (menentukan sifat garam NaOCl, pada reaksi: OCl⁻ + H₂O → HOCl + OH⁻), item 9 (menentukan sifat larutan detergen penyebab eutrofikasi), item 12 (menentukan sifat garam (NH₄)₂SO₄), dan item 13 (menyatakan persamaan reaksi (NH₄)₂SO₄ dalam air, hidrolisis parsial), terlihat bahwa hampir tidak berbeda tingkat kesulitan item ini bagi kelas eksperimen dan kontrol.

Temuan ini menunjukkan bahwa kemungkinan seluruh siswa relatif tidak mampu memahami konsep asam-basa dengan baik, sehingga tidak mampu menjelaskan reaksi hidrolisis parsial, maupun eutrofikasi. Ketidakmampuan ini dimungkinkan disebabkan oleh tidak terbiasanya siswa dihadapkan pada masalah atau konteks. Artinya konteks masalah dianggap oleh siswa sebagai hal yang berbeda dengan konsep teori yang dipelajarinya dalam pembelajaran formal.

Temuan empiris yang dijelaskan sebelumnya, menguatkan temuan Kinslow et al. (2018), bahwa kelemahan pembelajaran berbasis masalah adalah ketidak-mampuan siswa untuk mengontekstualisasikan dan memberikan pemaknaan terhadap apa

yang sedang dipelajarinya. Dalam konteks temuan ini, siswa memiliki pengalaman belajar dalam membangun struktur pengetahuannya, namun masalah yang disajikan tidak selalu terkait dengan konteks "nyata" secara empiris, mengakibatkan siswa harus bekerja keras untuk membangun kemampuan berpikir kritisnya, untuk menguatkan makna yang lebih epistemologi.

Ditinjau dari aspek pemaknaan keterlibatan belajar secara epistemik, sebagaimana dikemukakan oleh Ryder dan Leach (1999), temuan ini mengindikasikan bahwa siswa di kedua kelas, belum secara optimal memiliki kesempatan membangun makna dari apa yang dipelajarinya. Menurut Cooper (2012), keterlibatan epistemik siswa ini bisa ditingkatkan ke tingkat yang lebih tinggi, melalui pengembangan inovasi pembelajaran, di mana siswa diberikan kesempatan secara leluasa untuk terlibat aktif dalam proses pengumpulan data, penalaran dan membangun kerangka pemahaman yang ilmiah. Meskipun demikian, Cooper (2012) juga mengingatkan bahwa proses keterlibatan epistemologi itu harus dilakukan secara hati-hati, dan jangan sampai siswa hanya disibukkan untuk mengumpulkan data, tanpa didorong untuk membangun penguatan makna epistemologinya.

4.5. Diagnosis Perubahan di Level Individu Siswa dan Individu Item

Analisis Rasch mengungkapkan bahwa instrumen TPKH memenuhi desain tes yang memiliki efektivitas pengukuran kinerja yang baik. Bukti empiris diperoleh untuk unidimensionalitas tes, item mampu mendefinisikan konstruk dengan baik; skala peringkat yang baik. Selain itu, diketahui bahwa tidak ada item yang tidak memiliki ketidaksesuaian dengan data Rasch model, dan tidak ada item tes yang menunjukkan DIF (differential item function). Dan, tidak ada item yang tidak sesuai dengan level kemampuan siswa. Secara keseluruhan, tingkat kesulitan item selaras dengan peta konstruk. Dengan

demikian, data *pre-posttest* yang dihasilkan dengan instrumen ini dipercaya dan diandalkan.

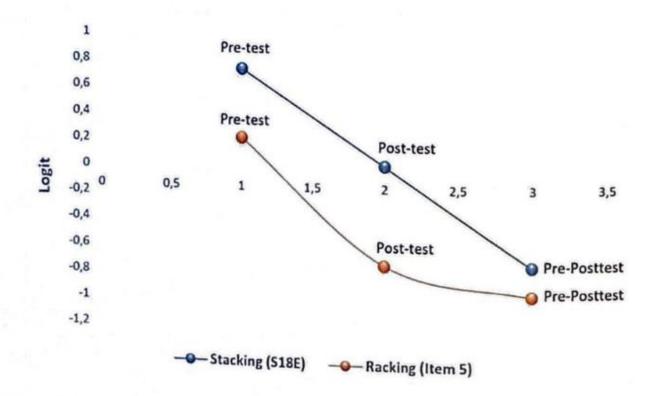
Hasil *Uji Man-Whitney* dan *Wilcoxon*, menyimpulkan bahwa kemampuan penguasaan konseptual siswa pada kondisi *post-test* lebih tinggi dibanding pada kondisi *pre-test*, baik pada kelas eksperimen maupun pada kelas kontrol. Kemampuan *pre-posttest* siswa di kelas eksperimen lebih baik dibandingkan kelas kontrol. Selanjutnya, penggunaan teknik *stacking Rasch model* (Wright, 2003) menemukan bahwa ukuran perubahan *mean* selisih item *pre-posttest* kelas eksperimen (.78 logit) lebih besar dari ukuran perubahan mean selisih item *pre-posttest* kelas kontrol (.50 logit).

Berkenaan dengan pengujian sifat perubahan ukuran kemampuan penguasaan konseptual *pre-posttest* siswa, ditemukan bahwa 49% siswa di kelas eksperimen dan 38% siswa di kelas kontrol, mengalami perubahan yang bernilai positif. Sifat perubahan ini menunjukkan bahwa pada kondisi *post-test*, kemampuan siswa lebih tinggi dibandingkan pada kondisi *pre-test*. Artinya, pada kondisi *post-test*, siswa memiliki kemampuan menyelesaikan masalah, dibanding pada kondisi *pre-test*.

Temuan terkait perubahan tingkat kesulitan item *pre-posttest* siswa dalam peta Wright, menunjukkan bahwa dua item, yaitu item 6 dan item 8, ada perubahan, tetapi kurang signifikan, baik siswa di kelas eksperimen dan kontrol. Meskipun demikian, tingkat kesulitan item berubah secara konsisten pada kelas eksperimen dan kontrol. Ukuran rata-rata (*mean*) selisih tingkat kesulitan item *pre-posttest* siswa di kelas eksperimen (-1.70 logit) jauh lebih kecil dibandingkan ukuran rata-rata (*mean*) selisih tingkat kesulitan item *pre-posttest* siswa di kelas kontrol (-.63). Artinya, siswa di kelas eksperimen mampu menyelesaikan masalah lebih baik dibanding siswa di kelas kontrol. Pertanyaan menariknya adalah apakah bisa didiagnosis siswa mana yang mengalami perubahan ukuran kemampuan *pre-posttest*? Dan, item manakah yang merupakan item dengan tingkat kesulitan

paling tinggi? Salah satu keunggulan teknik stacking dan racking Rasch model adalah menghasilkan informasi pengukuran perubahan di level individu siswa dan item, yang memungkinkan peneliti dapat merinci pengaruh inovasi pedagogis yang diterapkan (Davidowitz & Potgieter, 2016; Park & Liu, 2019; Pentecost & Barbera, 2013). Teknik stacking memberi informasi "siapa yang berubah" sedangkan racking menghasilkan informasi "apa yang berubah" (Ling et al., 2018; Wright, 2003).

Dalam konteks temuan penelitian ini, ada tujuh siswa yang mengalami sifat perubahan ukuran kemampuan *pre-posttest* yang bernilai negatif (lihat Tabel 4.8). Salah satunya adalah siswa S18E, di mana pada kondisis *post-test*, siswa ini mengalami perubahan yang bernilai negatif, pada item (5, 12, 6 dan 15). Mengapa pada kondisi *post-test*, kemampuan siswa S18E berubah? Apakah yang menjadi penyebab terjadinya perubahan dimaksud? Gambar 4.9, menunjukkan hasil analisis *stacking* ukuran kemampuan siswa S18E, dan analisis *racking* tingkat kesulitan item nomor 5. Gambar ini dapat menjelaskan perubahan negatif yang terjadi pada siswa S18E.



Gambar 4.9 Hasil Stacking Ukuran Kemampuan Siswa (S18E) dan Hasil Racking Ukuran Tingkat Kesulitan Item 5

Untuk kondisi *post-test* ukuran kemampuan siswa S18E (.03 logit). Di sisi lain, pada kondisi *post-test*, ukuran tingkat kesulitan item nomor 5 adalah (-.71 logit). Mestinya, pada kondisi *post-test*, siswa S18E tidak mengubah responsnya pada item 5, dari kategori 6 (memiliki pemahaman ilmiah) menjadi kategori 1 (tidak paham konsep), karena ukuran kemampuannya (.03 logit) lebih besar dari ukuran tingkat kesulitan soal item 5 (-.71 logit). Karena item (konten) yang telah "diajarkan" biasanya menjadi jauh lebih mudah dipahami daripada yang belum diajarkan (Combrinck *et al.*, 2017). Kenyataannya, sifat perubahan pemahaman siswa S18E, bernilai negatif. Artinya, bagi siswa S18E, item 5 pada kondisi *post-test*, menjadi jauh lebih sulit dari item 5 pada kondisi *pre-test*.

Pertanyaan menarik berikutnya adalah apakah yang menyebabkan siswa S18E mengalami perubahan negatif? Perihal penyebab perubahan ini, dapat diperiksa berdasarkan pola respons siswa S18E pada item 5. Item ini meminta siswa memperhatikan reaksi hidrolisis garam NaOCl: $OCl^- + H_2O \rightarrow HOCl + OH^-$, dengan perkiraan pH = 7, dan bersifat basa.

Pertanyaan di tingkat pertama (Q1), apakah benar garam NaOCl bersifat basa? Siswa S18E menjawab "benar" pada pre-test, tapi "salah" pada post-test. Pertanyaan di tingkat kedua (Q2), siswa diminta mengemukakan alasannya, atas pilihan jawaban yang diberikannya pada Q1? Disediakan empat pilihan jawaban, yaitu: (a) karena garam NaOCl terbentuk dari asam kuat dan basa lemah, (b) karena garam NaOCl terbentuk dari asam lemah dan basa kuat, (c) karena garam NaOCl terbentuk dari asam lemah dan basa lemah, dan (d) karena garam NaOCl terbentuk dari asam lemah dan basa lemah, dan (d) karena garam NaOCl terbentuk dari asam kuat dan basa kuat.

Respons siswa untuk pertanyaan di tingkat kedua, adalah: pada kondisi pre-test, siswa S18E memilih jawaban yang benar b (karena garam NaOCl terbentuk dari asam lemah dan basa kuat), akan tetapi, pada kondisi post-test, siswa S18E memilih jawaban yang salah a (karena garam NaOCl terbentuk dari asam kuat dan basa lemah).

Pertanyaan di tingkat ketiga (Q3), siswa diminta untuk menyatakan seberapa jauh tingkat keyakinan atas jawaban yang diberikan pada Q1 dan Q2. Respons siswa pada kondisi *pre-test*, memilih jawaban "sangat yakin", akan tetapi pada kondisi *post-test* memilih jawaban "tidak yakin".

Untuk kondisi *pre-test*, pola respons siswa S18E atas jawaban pertanyaan Q1/Q2/Q3, adalah: Benar, Benar, Yakin (BBY). Artinya siswa S18E memiliki pemahaman ilmiah atau *scientific knowledge* (lihat Tabel 4.5). Untuk kondisi *post-test*, pola respons siswa adalah: Salah, Salah, Tidak yakin (SST). Artinya siswa S18E tidak paham konsep atau *lack of knowledge*.

Bila dicermati dengan baik, pola respons *pre-post* siswa S18E yang berubah, cenderung disebabkan oleh ketidakmampuannya dalam mengenali reaksi hidrolisis garam NaOCl, yang terbentuk dari asam lemah dan basa kuat. Dari sini bisa disimpulkan bahwa siswa S18E cenderung tidak paham konsep asam-basa, dan persamaan reaksi asam-basa. Temuan ini menguatkan riset yang dilaporkan sebelumnya, bahwa miskonsepsi siswa tentang konsep hidrolisis garam dan larutan penyangga, sebagian besar diakibatkan oleh kelemahannya dalam menguasai konsep dasar asam-basa, reaksi asam-basa, dan sifat konyugasi asam-basa (Damanhuri *et al.*, 2016; Orwat *et al.*, 2017; Tümay, 2016; Ültay & Çalik, 2016).

Selain itu, temuan penelitian ini juga menguatkan temuan sebelumnya, bahwa perubahan kemampuan dan kemajuan belajar siswa sangat ditentukan oleh praktik pembelajaran dan pengalaman belajarnya (Duschl et al., 2011; Park et al., 2017; Wilson, 2009). Kemajuan belajar merupakan deskripsi dari cara berpikir yang lebih canggih (sophisticated) dan berurutan tentang suatu topik yang dapat diikuti oleh siswa secara bertahap ketika mempelajari suatu topik dalam rentang waktu yang lama. Dan, cara berpikir ini dapat dibentuk oleh praktik pembelajaran dan pengalaman belajar siswa (Emden et

al., 2018), salah satunya melalui penerapan pembelajaran inkuiri berkonteks socio-scientific issue (SSI).

Menarik untuk dikemukakan bahwa dengan teknik yang sama, dapat dilakukan pemeriksaan perubahan pola respons pada siswa yang lain. Jenis informasi ini hanya bisa diperoleh dengan teknik analisis stacking dan racking Rasch model (Ling et al., 2018; Sumintono & Widhiarso, 2015; Wright, 2003). Meskipun hasil instrumen TPKH ini tidak memberikan informasi perubahan, tetapi setelah dianalisis menggunakan teknik Rasch model ini, perubahan kemampuan penguasaan konseptual hidrolisis dan tingkat kesulitan item siswa bisa diukur menjadi lebih jelas dan akurat. Bahkan, analisisnya bisa diperluas dengan mengombinasikannya dengan variabel lain, seperti: misalnya, jenis kelamin, gaya belajar, dan lain-lain. Hasil analisisnya akan menjadi informasi tambahan kepada peneliti untuk mengembangkan temuan terkait pengaruh pedagogis atau kurikuler (Pentecost & Barbera, 2013).

4.6. Keterbatasan dan Studi Masa Depan

Keterbatasan penelitian ini adalah jumlah sampel siswa yang relatif terbatas, dan tidak mempertimbangkan aspek lain, seperti gaya belajar, motivasi, perbedaan gender maupun prakonsepsi hidrolisis siswa. Di masa depan, penelitian diharapkan dapat menyelidiki hubungan antara beberapa aspek tersebut, dengan efektivitas perubahan kemampuan penguasaan konseptual siswa.

Selain itu, penulis juga tidak mempertimbangkan dampak dari berbedanya karakteristik item terhadap parameter tingkat kesulitan item, sehingga sulit dibedakan, apakah tingkat kesulitan item yang berbeda, diakibatkan oleh pemahaman yang berbeda atau akibat hal lain, seperti perbedaan konteks sajian masalah pada setiap item (Hartig et al., 2012). Dengan kata lain, penulis tidak memeriksa pengaruh konteks sajian masalah sebagai karakteristik item terhadap tingkat kesulitan item. Meskipun demikian, penulis mengikuti proses

dua langkah yang disarankan dalam teknik *racking* (Park & Liu, 2019; Wright, 2003). Oleh karena itu, dalam penelitian selanjutnya, diharapkan dapat diupayakan mencari teknik untuk mengintegrasikan konteks dan karakteristik item dalam model pengukuran. Penulis menduga bahwa konsteks sajian masalah yang berbeda-beda pada setiap item, akan mempengaruhi perubahan konseptual siswa pada setiap item yang diukur.

Selain mengandalkan pengukuran kuantitatif, seyogyanya penelitian selanjutnya didukung oleh analisis hasil wawancara yang berstruktur. Tujuannya untuk mendalami aspek-aspek yang mendorong setiap siswa mengganti atau mengubah konseptual preposttest-nya. Dengan demikian dapat dijelaskan secara rinci keterkaitan proses selama perlakuan dengan perubahan yang terjadi. Dengan kata lain, bisa diungkap secara akurat, di bagian proses yang mana dalam pengalaman belajar siswa, yang mendorong dirinya mengubah pemahaman konseptualnya, khususnya berkenaan dengan ide-ide spesifik yang dipelajari siswa. Melalui wawancara, dampak penyajian pembelajaran berkonteks SSI bisa dianalisis untuk mengetahui pengaruhnya terhadap perubahan kemampuan pemahaman dan tingkat kesulitan item.

BAB 5 KESIMPULAN

Dalam buku ini, dideskripsikan tiga aspek penting terkait penerapan Rasch model. Pertama, prosedur pengembangan instrumen TPKH. Kedua, pengembangan inovasi pedagogis pembelajaran inkuiri berkonteks socio-scientific issue (SSI). Ketiga, penggunaan teknik stacking dan racking untuk menganalisis perubahan ukuran kemampuan penguasaan konseptual dan perubahan ukuran tingkat kesulitan item pre-posttest siswa.

Temuan kami menunjukkan bahwa instrumen TPKH, dan penggunaan teknik stacking dan racking Rasch model, efektif digunakan untuk: (a) mendiagnosis perubahan kemampuan penguasaan konseptual; (b) mendiagnosis perubahan tingkat kesulitan item; dan (c) mendiagnosis sifat perubahan secara rinci, di tingkat individu siswa dan individu item, pre-posttest.

Ditemukan pula bahwa penerapan suatu inovasi pedadogis, semisal pembelajaran inkuiri berkonteks socio-scientific (SSI), relatif bisa mengubah kemampuan siswa dan kesulitan item pre-posttest menjadi lebih baik, tetapi juga sebaliknya, justru berpotensi mengubah kemampuan siswa dan kesulitan item pre-posttest menjadi lebih lemah. Inilah yang disebut sifat perubahan yang bernilai negatif. Penyebabnya dapat didiagnosis dengan cara sederhana dengan teknik stacking dan racking Rasch model. Temuan ini menjadi rekomendasi penting bagi guru dan peneliti, untuk mempertimbangkan dengan sangat hati-hati dan strategi instruksional, sehingga relatif dapat meminimalkan dampak dari sifat perubahan yang bernilai negatif dimaksud.

Temuan ini juga menjadi bukti penting bahwa pembelajaran hidrolisis dengan cara inkuiri berkonteks socio-scientific issue (SSI) dalam perlakuan ini, meskipun dilakukan secara bertahap, mulai dari proses pengumpulan data, hingga pengembangan penalaran ilmiah, cenderung belum secara optimal meningkat kemampuan berpikir kritis, kreatif bagi siswa dalam membangun pengetahuan bermakna yang bersifat sistemis dan epistemologi.

Di lain sisi, hasil penelitian ini, menjadi bukti penting keunggulan utama pendekatan analisis Rasch model; yang memungkinkan dibangunnya hubungan peta konstruk dengan kemampuan siswa. Kemampuan siswa dapat dianalisis berdasarkan perbedaan tingkat kesulitan item. Informasi berharga ini, secara kualitatif dapat digunakan untuk menjelaskan perbedaan kemampuan siswa dalam mengembangkan pembelajaran di tahap selanjutnya. Setidaknya, teknik ini dapat digunakan guru untuk mengetahui level penguasaan konseptual siswa, sekaligus memetakan pengembangan konseptual setelah program pembelajaran dilakukan. Instrumen TPKH, dapat difungsikan sebagai tes diagnostik, sebagai umpan balik bagi perbaikan dan pengembangan kemampuan siswa, terutama mengatasi kesulitan siswa dalam mengembangkan penjelasan epistemologi terkait konten yang dipelajari.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, H., Arsad, N., Hashim, F. H., Aziz, N. A., Amin, N., & Ali, S. H. (2012). Evaluation of Students' Achievement in the Final Exam Questions for Microelectronic (KKKL3054) using the Rasch Model. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 60(c), 119–123. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.356
- Adadan, E., & Savasci, F. (2012). An analysis of 16-17-year-old students' understanding of solution chemistry concepts using a two-tier diagnostic instrument. *International Journal of Science Education*, 34(4), 513–544. https://doi.org/10.1080/0950 0693.2011.636084
- Adams, W. K., & Wieman, C. E. (2011). Development and validation of instruments to measure learning of expert-like thinking. *International Journal of Science Education*, 33(9), 1289–1312. https://doi.org/10.1080/09500693.2010.512369
- Aikenhead, G. S. (2003). Chemistry and physics instruction: Integration, ideologies, and choices. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 4(2), 115–130. https://doi.org/10.1039/b2rp90041f
- Aldresti, F., Rahayu, S., & Fajaroh, F. (2019). The influence of inquiry-based chemistry learning with the contex of socio-scientific issues on high school students' scientific explanation skills. Jurnal Pendidikan IPA, 23(2), xxx. https://doi.org/10.18269/jpmipa.v23i2.XXX
- Anderson, J. R., Reder, L. M., & Simon, H. A. (1996). Situated learning and education. *Educational Researcher*, 25(4), 5–11.
- Arasasingham, R. D., Taagepera, M., Potter, F., & Lonjers, S. (2004). Student Understanding of Stoichiometry. *Journal of Chemical Education*, 81(10), 1517–1523.

- Arslan, H. O., Cigdemoglu, C., & Moseley, C. (2012). A Three-Tier Diagnostic Test to Assess Pre-Service Teachers' Misconceptions about Global Warming, Greenhouse Effect, Ozone Layer Depletion, and Acid Rain. International Journal of Science Education, 34(11), 1667–1686. https://doi.org/10.1080/09500693.2012.680618
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1978). Educational psychology: A cognitive view. Holt, Rinehart and Winston.
- Barbera, J., Adams, W. K., Wieman, C. E., & Perkins, K. K. (2008). Modifying and validating the Colorado learning attitudes about science survey for use in chemistry. *Journal of Chemical Education*, 85(10), 1435–1439. https://doi.org/10.1021/ed085p1435
- Biggs, J. (2003). Teaching for Quality Learning at University. Assessing for learning quality: II. Practice. In *Teaching for Quality Learning at University* (Issue January 2003).
- Bodner, G. M. (1986). Constructivism: A theory of knowledge. *Journal of Chemical Education*, 63(10), 873–878. https://doi.org/10.1021/ed063p873
- Bond, T. G., & Fox, C. M. (2007). Applying The Rasch Model: Fundamental Measurent in the Human Sciences (Second Edi). Routledge Taylor & Francis Group.
- Bond, T. G., & Fox, C. M. (2015). Applying the Rasch model: Fundamental measurement in the human sciences (3rd ed.). Routledge Taylor & Francis Group. https://doi.org/10.1088/1751-8113/44/8/085201
- Boone, W. J., Yale, M. S., & Staver, J. R. (2014). Rasch analysis in the human sciences. Springer Dordrecht Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-94-007-6857-4
- Bradley, J. D., & Mosimege, M. D. (1998). Misconceptions in acids and bases: A comparative study of student teachers with different chemistry backgrounds. South African Journal of Chemistry,

- 51(3), 137-143.
- Bruder, R., & Prescott, A. (2013). Research evidence on the benefits of IBL. ZDM International Journal on Mathematics Education, 45(6), 811–822. https://doi.org/10.1007/s11858-013-0542-2
- Case, R. (1992). The mind's staircase: exploring the conceptual underpinnings of children's thought and knowledge. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Chandrasegaran, A. L., Treagust, D. F., & Mocerino, M. (2007). The development of a two-tier multiple-choice diagnostic instrument for evaluating secondary school students' ability to describe and explain chemical reactions using multiple levels of representation. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(3), 293–307.
- Chandrasegaran, A. L., Treagust, D. F., & Mocerino, M. (2008). An evaluation of a teaching intervention to promote students' ability to use multiple levels of representation when describing and explaining chemical reactions. *Research in Science Education*, 38(2), 237–248. https://doi.org/10.1007/s11165-007-9046-9
- Chittleborough, G. D., Treagust, D. F., Mamiala, T. L., & Mocerino, M. (2005). Students' perceptions of the role of models in the process of science and in the process of learning. Research in Science and Technological Education, 23(2), 195-212. https://doi.org/10.1080/02635140500266484
- Chittleborough, G., & Treagust, D. (2008). Correct interpretation of chemical diagrams requires transforming from one level of representation to another. Research in Science Education, 38(4), 463–482. https://doi.org/10.1007/s11165-007-9059-4
- Chu, H. E., Treagust, D. F., & Chandrasegaran, A. L. (2009). A stratified study of students' understanding of basic optics concepts in different contexts using two-tier multiple-choice items.

 *Research in Science and Technological Education, 27(3), 253-

- 265. https://doi.org/10.1080/02635140903162553
- Cobb, P., & Bowers, J. (1999). Cognitive and situated learning perspectives in theory and practice. *Educational Researcher*, 28(2), 4. https://doi.org/10.2307/1177185
- Combrinck, C., Scherman, V., & Maree, D. (2017). Evaluating anchor items and reframing assessment results through a practical application of the Rasch Measurement Model. South African Journal of Psychology, 47(3), 316–329. https://doi.org/10.1177/0081246316683569
- Cooke, A. N., Fielding, K. S., & Louis, W. R. (2016). Environmentally active people: the role of autonomy, relatedness, competence and self-determined motivation. *Environmental Education Research*, 22(5), 631–657. https://doi.org/10.1080/1350462 2.2015.1054262
- Cooper, C. B. (2012). Links and distinctions among citizenship, science, and citizen science. *Democracy and Education*, 20(2), 1–4.
- Creswell, J.W. (2012). Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research (4th ed.). Pearson Education, Inc.
- Damanhuri, M. I. M., Treagust, D. F., Won, M., & Chandrasegaran, A. L. (2016). High school students' understanding of acid-base concepts: An ongoing challenge for teachers. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(1), 9–27. https://doi.org/10.12973/ijese.2015.284a
- Davidowitz, B., & Potgieter, M. (2016a). 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

- Davidowitz, B., & Potgieter, M. (2016b). 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
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582–601. https://doi.org/10.1002/1098-2736(200008) 37:6<582::AID-TEA5>3.0.CO;2-L
- Demastes, S. S., Good, R. G., & Peebles, P. (1996). Patterns of Conceptual Change in Evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(4), 407–431. https://doi.org/10.1002/(SICI) 1098-2736(199604)33:4<407::AID-TEA4>3.0.CO;2-W
- Dillon, J., Rickinson, M., Teamey, K., Morris, M., Young, D. S., & Benefield, P. (2006). The value of uutdoor learning: Evidence from research in the UK and Elsewhere. School Science Review, 87, 107–111.
- diSessa, A. A., Gillespie, N. M., & Esterly, J. B. (2004). Coherence versus fragmentation in the development of the concept of force. *Cognitive Science*, 28(6), 843–900. https://doi.org/10.1016/j.cogsci.2004.05.003
- Doignon, J.-P., & Falmagne, J.-C. (1999). Knowledge Spaces. In Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH. Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH. https://doi.org/DOI: 10.1016/B0-08-043076-7/00624-0
- 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. https://doi.org/10.1080/03057267808559857

- Duit, R. (1993). Research on students' conceptions developments and trends. In Proceedings of the Second International Seminar:

 Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics, III(1993), 111–115.
- Duncan, R. G., & Hmelo-Silver, C. E. (2009). Learning progressions: Aligning curriculum, instruction, and assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 606–609. https://doi.org/10.1002/tea.20316
- Duschl, R., Maeng, S., & Sezen, A. (2011). Learning progressions and teaching sequences: A review and analysis. *Studies in Science Education*, 47(2), 123–182. https://doi.org/10.1080/03057 267.2011.604476
- Emden, M., Weber, K., & Sumfleth, E. (2018). Evaluating a learning progression on "Transformation of Matter" on the lower secondary level. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(4), 1096–1116. https://doi.org/10.1039/c8rp00137e
- Espeja, A. G., & Lagarón, D. C. (2015). Socio-scientific Issues (SSI) in initial training of primary school teachers: Pre-service teachers' conceptualization of SSI and appreciation of the value of teaching SSI. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 196(July 2014), 80-88. https://doi.org/10.1016/j.sbspro. 2015.07.015
- Field, A., & Hole, G. (2003). *How To Design and Report Experiments*. Sage Publications; LTD.: Los Angeles. http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf
- Fisher, W. P. (2007). Rating scale instrument quality criteria. Rasch Measurement Transactions, 21(1), 1095. www.rasch.org/rmt/rmt211m.htm
- Gabel, D. (1999). Improving Teaching and Learning through Chemistry Education Research: A Look to the Future. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 548. https://doi.org/10.1021/ed076p548

- Gräber, W., Nentwig, P., Becker, H.-J., Sumfleth, E., Pitton, A., Wollweber, K., & Jorde, D. (2005). Scientific Literacy: From Theory to Practice. Research in Science Education Past, Present, and Future, 1996, 61–70. https://doi.org/10.1007/0-306-47639-8_6
- Grooms, J. (2020). A Comparison of Argument Quality and Students' Conceptions of Data and Evidence for Undergraduates Experiencing Two Types of Laboratory Instruction. *Journal of Chemical Education*. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed. 0c00026
- Grossman, P. L., & Stodolsky, S. S. (1995). Content as context: The role of school subjects in secondary school teaching. *Educational Researcher*, 24(8), 5–23. https://doi.org/10.3102/0013189X 024008005
- Günter, T., & Alpat, S. K. (2019). What is the Effect of Case-Based Learning on the Academic Achievement of Students on the Topic of "Biochemical Oxygen Demand?" Research in Science Education, 49(6), 1707–1733. https://doi.org/10.1007/s11165-017-9672-9
- Habiddin, & Page, E. M. (2019). Development and validation of a four-tier diagnostic instrument for chemical kinetics (FTDICK). *Indonesian Journal of Chemistry*, 19(3), 720-736. https://doi.org/10.22146/ijc.39218
- Hadenfeldt, J. C., Bernholt, S., Liu, X., Neumann, K., & Parchmann, I. (2013). Using Ordered Multiple-Choice Items To Assess Students' Understanding of the Structure and Composition of Matter. Journal of Chemical Education, 90(12), 1602–1608. https://doi.org/10.1021/ed3006192
- Hancock, T. S., Friedrichsen, P. J., Kinslow, A. T., & Sadler, T. D. (2019).
 Selecting socio-scientific issues for teaching: A grounded theory study of how science teachers collaboratively design SSI-based curricula. Science and Education, 28(6-7), 639-667.

https://doi.org/10.1007/s11191-019-00065-x

Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). Learning about atoms, molecules, and chemical bonds: A case study of multiple-model use in grade 11 chemistry. *Science Education*, 84(3), 352–381. https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200005)84:3<352::AID-SCE3>3.0.CO;2-J

- Hartig, J., Frey, A., Nold, G., & Klieme, E. (2012). An Application of Explanatory Item Response Modeling for Model-Based Proficiency Scaling. *Educational and Psychological Measurement*, 72(4), 665–686. https://doi.org/10.1177/0013164411430707
- Hasan, S., Bagayoko, D., & Kelley, E. L. (1999). Misconceptions and the certainty of response index (CRI). *Physics Education*, 34(5), 294–299. https://doi.org/10.1088/0031-9120/34/5/304
- He, P., Liu, X., Zheng, C., & Jia, M. (2016). Using Rasch measurement to validate an instrument for measuring the quality of classroom teaching in secondary chemistry lessons. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(2), 381–393. https://doi.org/ 10.1039/C6RP00004E
- Henriksen, D. (2016). The seven transdisciplinary habits of mind of creative teachers: An exploratory study of award winning teachers. Thinking Skills and Creativity, 22, 212–232. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2016.10.007
- Herrmann-Abell, C. F., & Deboer, G. E. (2016). Using Rasch modeling and option probability curves to diagnose students' misconceptions. Paper Presented at the 2016 American Eduacational Research Assossiation Annual Meeting Washington, DC April 8-12, 2016, 1–12. https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED572821.pdf
- Herrmann-Abell, C. F., & DeBoer, G. E. (2011). Using distractor-driven standards-based multiple-choice assessments and Rasch modeling to investigate hierarchies of chemistry

- misconceptions and detect structural problems with individual items. *Chemistry Education Research and Practice*, 12(2), 184–192. https://doi.org/10.1039/c1rp90023d
- Herrmann-abell, C. F., Flanagan, J. C., & Roseman, J. E. (2013). Paper presented at the Proceeding of the 2013 NARST Annual International Conference, Rio Grande, Puerto Rico. Developing and Evaluating an Eighth Grade Curriculum Unit That Links Foundational Chemistry to Biological Growth: Using Student Measures to Evaluate the Promise of the Intervention.
- Hoe, K. Y., & Subramaniam, R. (2016). On the prevalence of alternative conceptions on acid-base chemistry among secondary students: Insights from cognitive and confidence measures. Chemistry Education Research and Practice, 17(2), 263-282. https://doi.org/10.1039/c5rp00146c
- Hofstein, A., Eilks, I., & Bybee, R. (2011). Societal issues and their importance for contemporary science education-a pedagogical justification and the state-of-the-art in Israel, Germany, and the USA. International Journal of Science and Mathematics Education, 9(6), 1459–1483. https://doi.org/10.1007/s10763-010-9273-9
- Jin, H., Mikeska, J. N., Hokayem, H., & Mavronikolas, E. (2019). Toward coherence in curriculum, instruction, and assessment: A review of learning progression literature. Science Education, 103(5), 1206–1234. https://doi.org/10.1002/sce.21525
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7, 75–83.
- Jonassen, D. H. (2010). Research Issues in Problem Solving. The 11th International Conference on Education Research New Education Paradigm for Learning and Instruction, 1–15.

- Kinslow, A. T., Sadler, T. D., & Nguyen, H. T. (2018). Socio-scientific reasoning and environmental literacy in a field-based ecology class. *Environmental Education Research*, 4622, 1–23. https://doi.org/10.1080/13504622.2018.1442418
- Kozma, R. B., & Russell, J. (1997). Multimedia and Understanding: Expert and Novice Responses to Different Representations of Chemical Phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(9), 949–968. https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199711)34:9<949::AID-TEA7>3.0.CO;2-U
- Kuhn, T. (2002). The structure of scientific revolutions: Peran paradigma dalam revolusi Sains. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Kuhn, T. S. (1962). The structure of scientific revolution. Leiden: Instituut Voor Theoretische Biologie.
- Laliyo, Botutihe, & Panigoro. (2019). The development of two-tier instrument based on distractor to assess conceptual understanding level and student misconceptions in explaining redox reactions. International Journal of Learning, Teaching and Educational Research, 18(9), 216–237. https://doi.org/10.26803/ijlter.18.9.12
- Laliyo, L. A. R, Tangio, J. S., Sumintono, B., Jahja, M., & Panigoro, C. (2020). Analytic approach of response pattern of diagnostic test items in evaluating students' conceptual understanding of characteristics of particle of matter. *Journal of Baltic Science Education*, 19(5), 824–841. https://doi.org/10.33225/jbse/20.19.824
- Laliyo, L.A.R. (2011). Model mental siswa dalam memahami perubahan wujud Zat. *Jurnal Penelitian Dan Pendidikan*, 8(1), 1–12.
- Laliyo, L.A.R., Puluhulawa, F. U., Eraku, S., & Salimi, Y. K. (2020). The Prevalence of Students and Teachers' Ideas about Global Warming and the Use of Renewable Energy Technology.

- Journal of Environmental Accounting and Management, 8(3). https://doi.org/10.5890/jeam.2020.09.003
- Lave, J. (1988). Cognition in practice: mind, mathematics and culture in everyday life. Cambridge University Press.
- Lederman, N. G., Lederman, J. S., & Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(3), 138–147. https://doi.org/10.18404/ijemst.19784
- Lewis, S. E., & Lewis, J. E. (2005). The same or not the same: Equivalence as an issue in educational research. *Journal of Chemical Education*, 82(9), 1408–1412. https://doi.org/10.1021/ed082p1408
- Lin, J. W., & Chiu, M. H. (2007). Exploring the characteristics and diverse sources of students' mental models of acids and bases. International Journal of Science Education, 29(6), 771-803. https://doi.org/10.1080/09500690600855559
- Linacre, J. M. (2012). A user's guide to WINSTEPS® MINISTEP Rasch-model computer program: Program manual 3.75.0. Winsteps.com.
- Linacre, J. M. (2020). A User's Guide to WINSTEPS® MINISTEP Rasch-Model Computer Programs Program Manual 4.5.1. www.winsteps.com.
- Ling, M., Pang, V., & Ompok, C. C. (2018). Measuring Change in Early Mathematics Ability of Children Who Learn Using Games: Stacked Analysis in Rasch Measurement. In *Pacific Rim Objective Measurement Symposium (PROMS) 2016 Conference Proceedings*. Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-8138-5
- Liu, X. (2012). Developing measurement instruments for science education research. In B. Fraser, K. G. Tobin, & C. J. McRobbie (Eds.), Second international handbook of science education (pp.

651-665). Springer Netherlands,.

- Löfgren, L., & Helldén, G. (2009). A longitudinal study showing how students use a molecule concept when explaining everyday situations. International Journal of Science Education, 31(12). 1631-1655. https://doi.org/10.1080/09500690802154850
- Lu, S., & Bi, H. (2016). Development of a measurement instrument to assess students' electrolyte conceptual understanding. Chemistry Education Research and Practice, 17(4), 1030-1040. https://doi.org/10.1039/c6rp00137h
- Masters, G. N. (1982). A Rasch Model for Partial Credit Scoring. Psychometrika, 47(2), 149-174. https://doi.org/10.1007/ BF02296272
- McClary, L. M., & Bretz, S. L. (2012). Development and assessment of a diagnostic tool to identify organic chemistry students' alternative conceptions related to acid strength. International Journal of Science Education, 34(15), 2317-2341. https://doi.org/10.1080/09500693.2012.684433
- McLellan, H. (1996). Situated learning: multiple perspectives. In H. McLellan (Ed.), Situated learning perspectives (pp. 5-17). Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Miarso, Y., & Sudana, I. N. (1993). Terapan Teori Kognitif dalam Desain Pembelajaran. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Misbach, I., & Sumintono, B. (2014). Pengembangan dan Validasi Instrumen " Persepsi Siswa tehadap Karakter Moral Pengembangan dan Validasi Instrumen " Persepsi Siswa tehadap Karakter Moral Guru " di Indonesia dengan Model Rasch 1. Pengembangan Instrumen Penilaian Karakter Yang Valid, May.
- Mitarlis, Ibnu, S., Rahayu, S., & Sutrisno. (2020). The Effectiveness of New Inquiry-Based Learning (NIBL) for Improving Multiple Higher-Order Thinking Skills (M-HOTS) of Prospective Chemistry Teachers. European Journal of Educational Research,

- 9(3), 1309-1325. https://doi.org/10.12973/eu-jer.9.3.1309
- National Research Council. (2001). Knowing what students know: The Science and Design of Educational Assesment. In National Academy Press (Vol. 19, Issue 2). https://doi.org/10.
- National Research Council. (2007). Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8. https://doi.org/10. 17226/11625
- National Research Council. (2012). A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. In The National Academies Press. The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/13165
- Nehm, R. H., & Ha, M. (2011). Item feature effects in evolution assessment. Journal of Research in Science Teaching, 48(3), 237-256. https://doi.org/10.1002/tea.20400
- Neumann, K., Viering, T., Boone, W. J., & Fischer, H. E. (2013). Towards a learning progression of energy. Journal of Research in Science Teaching, 50(2), 162-188. https://doi.org/10.1002/tea.21061
- Orwat, K., Bernard, P., & Migdał-Mikuli, A. (2017). Alternative conceptions of common salt hydrolysis among uppersecondaryschool students. Journal of Baltic Science Education, 16(1), 64-76.
- Owens, D. C., Sadler, T. D., & Friedrichsen, P. (2019). Teaching Practices for Enactment of Socio-scientific Issues Instruction: an Instrumental Case Study of an Experienced Biology Teacher. Research in Science Education. https://doi.org/10.1007/ s11165-018-9799-3
- Ozdemir, G., & Clark, D. (2009). Knowledge structure coherence in Turkish students' understanding of force. Journal of Research in Science Teaching, 46(5), 570-596. https://doi.org/10. 1002/tea.20290

- Palmer, J., Smith, T., Willetts, J., & Mitchell, C. (2007). Creativity, Ethics and Transformation: Key Factors in a Transdisciplinary Application of System Methology to Resolving Wicked Problems in Sustainability. Proceedings of the 13th ANZSYS Conference Auckland, New Zealand, 2nd-5th December, 2007 "Systemic Development: Local Solutions in a Global Environment," 7824, 1–10.
- Park, M., & Liu, X. (2019). An Investigation of Item Difficulties in Energy Aspects Across Biology, Chemistry, Environmental Science, and Physics. Research in Science Education. https://doi.org/10.1007/s11165-019-9819-y
- Park, M., Liu, X., & Waight, N. (2017). Development of the connected chemistry as formative assessment pedagogy for high school chemistry teaching. *Journal of Chemical Education*, 94(3), 273–281. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00299
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., Jong, T. De, Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003
- Pentecost, T. C., & Barbera, J. (2013). Measuring learning gains in chemical education: A comparison of two methods. *Journal of Chemical Education*, 90(7), 839–845. https://doi.org/10.1021/ed400018v
- Popkova, E. G., Ragulina, Y. V, & Bogoviz, A. V. (2019). Fundamental Differences of Transition to Industry 4.0 from Previous Industrial Revolutions. In E. G. Popkova, Y. V Ragulina, & A. V Bogoviz (Eds.), Industry 4.0: Industrial Revolution of the 21st Century (Vol. 169, pp. 21–30). Springer International Publishing. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-319-94310-7

- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211–227. https://doi.org/10.1002/sce.3730660207
- Presley, M. L., Sickel, A. J., Muslu, N., & Merle-, D. (2013). A Framework for Socio-scientifi c Issues Based Education. Science Educator, Vol.22 No., 26–32.
- Putri, D. I. (2019). Pengaruh pendekatan pembelajaran socio- scientific issue (SSI) terhadap kemampuan literasi sains siswa di kelas XI SMA Negeri 1 Limboto. Skripsi. Fakultas MIPA Universitas Negeri Gorontalo.
- Rahayu, S. (2019). Socio-scientific Issues (SSI) in Chemistry Education: Enhancing Both Students' Chemical Literacy & Transferable Skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1227(June), 012008. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1227/1/012008
- Rahayu, Sri. (2019). Socioscientific issues (SSI) in Chemistry Education: Enhancing both students' chemical literacy & transferable skills. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* 1227 (2019) 012008, 1227(November), 1-6. https://doi.org/doi:10.1088/1742-6596/1227/1/012008
- Rickinson, M., Justin, D., Teamey, K., Morris, M., Choi, M. Y., Sanders, D., & Benefield, P. (2004). A Review of Research on Outdoor Learning. National Foundation for Educational Research and King's College London. Shropshire: Field Studies Council.
- Roberts, D. A., & Bybee, R. W. (2014). Scientific literacy, science literacy, and science education. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research in Science Education* (p. V.2, pp, 545-558). New York, NY: Routledge.
- Rogat, A., Anderson, C., Foster, J., Goldberg, F., Hicks, J., Kanter, D., Krajcik, J., Lehrer, R., Reiser, B., & Wiser, M. (2011). Developing learning progression in support of the new science standards: A

RAPID workshop series. 4, 163. https://doi.org/10.12698/cpre.2011.lprapid

- Romine, W. L., & Walter, E. M. (2014). Assessing the efficacy of the measure of understanding of macroevolution as a valid tool for undergraduate non-science majors. *International Journal of Science Education*, 36(17), 2872–2891. https://doi.org/10.1080/09500693.2014.938376
- Rose, L. T., & Fischer, K. W. (2009). Dynamic development: a neo-Piagetian approach. In U. Muller, J. Carpendale, & L. Smith (Eds.), *The Cambridge companion to Piaget* (pp. 400–421). Cambridge University Press.
- Ryder, J., & Leach, J. (1999). University science students' experiences of investigative project work and their images of science. International Journal of Science Education, 21(9), 945–956.
- Sabah, S., Hammouri, H., & Akour, M. (2013). Validation of a scale of attitudes toward science across countries using Rasch model: Findings from TIMSS. Journal of Baltic Science Education, 12(5), 692–703.
- Sadler, P. M. (1998). Psychometric models for student-conceptions in science: Reconciling qualitative studies and distractor-driver assessment instruments. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(3), 265–296.
- Sadler, P. M. (1999). The relevance of multiple-choice testing in assessing science understanding. In J. J. Mintzes, J. H. Wandersee, & J. D. Novak (Eds.), Assessing science understanding: A human constructivist view (pp. 251–274). Elsevier Academic Press. https://zodml.org/sites/default/files/%5BJoel_J._Mintzes%2C_James_H._Wandersee%2C_Joseph_D._No_0.pdf
- Sadler, T. D. (2004). Moral and ethical dimensions of socioscientific decision-making as integral components of scientific literacy. Science Education, 13(1), 39–48.

- Sadler, T. D. (2011). Socio-scientific Issues-Based Education: What We Know About Science Education in the Context of SSI. In T. D. Sadler (Ed.), Socio-Scientific Issues in the Classroom: Teaching, Learning and Research (p. Chapter 20, 355–369.). Dordrecht: Springer. https://doi.org/DOI 10.1007/978-94-007-1159-4_16.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2009). Scientific literacy, PISA, and socioscientific discourse: Assessment for progressive aims of science education. Journal of Research in Science Teaching, 46(8), 909–921. https://doi.org/10.1002/tea.20327
- Seçken, N. (2010). Identifying student's misconceptions about SALT.
 Procedia Social and Behavioral Sciences, 2(2), 234–245.
 https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.004
- Sotáková, I., Ganajová, M., & Babinčáková, M. (2020). Inquiry-based science education as a revision strategy. *Journal of Baltic Science Education*, 19(3), 499–513. https://doi.org/10.33225/jbse/20.19.499
- Sumintono, B. (2016). Aplikasi Pemodelan Rasch pada Asesmen Pendidikan: Implementasi Penilaian Formatif (assessment for learning). Makalah Dipresentasikan Dalam Kuliah Umum Pada Jurusan Statistika, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya, 17 Maret 2016., March, 1–19.
- Sumintono, B. (2018). Rasch model measurements as tools in assessment for learning. Proceedings of the 1st International Conference on Education Innovation (ICEI 2017), October 2017. https://doi.org/10.2991/icei-17.2018.11
- Sumintono, B., & Widhiarso, W. (2014). Aplikasi model Rasch untuk penelitian ilmu-ilmu sosial (B. Trim (ed.); Issue November). Trim Komunikata Publishing House. https://www.researchgate.net/publication/268688933%0AAplikasi

- Sumintono, B., & Widhiarso, W. (2015). Aplikasi Pemodelan Rasch pada Assessment Pendidikan (Issue September). Penerbit Trim Komunikata, Cimahi. https://www.researchgate.net/ publication/282673464%0AAplikasi
- Supardan, D. (2016). Teori dan Praktik Pendekatan Konstruktivisme dalam Pembelajaran. *Edunomic*, 4(1), 1–12.
- Suparno, P. (1997). Filsafat konstruktivisme dalam pendidikan. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Taber, K. S. (2014). Ethical considerations of chemistry education research involving "human subjects." Chemistry Education Research and Practice, 15(2), 109–113. https://doi.org/10.10 39/c4rp90003k
- Talanquer, V. (2018). Progressions in reasoning about structureproperty relationships. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(4), 998–1009. https://doi.org/10.1039/ c7rp00187h
- Testa, I., Capasso, G., Colantonio, A., Galano, S., Marzoli, I., Scotti di Uccio, U., Trani, F., & Zappia, A. (2019). Development and validation of a university students' progression in learning quantum mechanics through exploratory factor analysis and Rasch analysis. *International Journal of Science Education*, 41(3), 388-417. https://doi.org/10.1080/09500693.2018. 1556414
- Tóth, Z. (2007). Mapping students' knowledge structure in understanding density, mass percent, molar mass, molar volume and their application in calculations by the use of the knowledge space theory. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 8(4), 376–389. https://doi.org/10.1039/B6RP90037B
- Tóth, Z., & Ludányi, L. (2007). Combination of Phenomenography with Knowledge Space Theory to study students' thinking patterns in describing an atom. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(3), 327. https://doi.org/10.1039/b6rp90036d

- 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
- Tümay, H. (2016). Emergence, Learning Difficulties, and Misconceptions in Chemistry Undergraduate Students' Conceptualizations of Acid Strength. Science and Education, 25(1-2), 21-46. https://doi.org/10.1007/s11191-015-9799-x
- Ültay, N., & Çalik, M. (2016). A comparison of different teaching designs of "acids and bases" subject. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 12(1), 57-86. https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1422a
- van de Watering, G., & van der Rijt, J. (2006). Teachers' and students' perceptions of assessments: A review and a study into the ability and accuracy of estimating the difficulty levels of assessment items. In *Educational Research Review* (Vol. 1, Issue 2). https://doi.org/10.1016/j.edurev.2006.05.001
- Van Der Veer, C. G., & Del Carmen Puerta Melguizo, M. (2003). Mental Models. In J. A. Jacko & A. Sears (Eds.), The Human-Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies, and Emerging Applications (pp. 52–80). Lawrence Erlbaum & Associates.
- Vosniadou, S., Vamvakoussi, X., & Skopeliti, I. (2008). The Framework
 Theory Approach to the Problem of Conceptual Change. In S.
 Vosniadou (Ed.), International Handbook of Research on
 Conceptual Change. Routledge Taylor & Francis Group.
- Wei, S., Liu, X., Wang, Z., & Wang, X. (2012). Using rasch measurement to develop a computer modeling-based instrument to assess students' conceptual understanding of matter. *Journal of Chemical Education*, 89(3), 335–345. https://doi.org/10.1021/ed100852t

- Weston, M., Houdek, K. C., Prevost, L., Urban-Lurain, M., & Merrill, J. (2015). Examining the impact of question surface features on students' answers to constructed-response questions on photosynthesis. *CBELife Science Education*, 14, 1–12.
- Wilson, M. (2005). Constructing measures: an item response modeling approach. Lawrence Erlbaum Associates, Inc. https://doi.org/10.4324/9781410611697
- Wilson, M. (2008). Cognitive diagnosis using item response models. Zeitschrift Für Psychologie / Journal of Psychology, 216(2), 74–88. https://doi.org/10.1027/0044-3409.216.2.74
- Wilson, M. (2009). Measuring progressions: Assessment structures underlying a learning progression. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 716–730. https://doi.org/10.1002/tea.20318
- Wilson, M. (2012). Responsding to a challenge that learning progressions pose to measurement practice. In A. C. Alonzo & A. W. Gotwals (Eds.), *Learning progression in science* (pp. 317–344). Sense Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6091-824-7
- Wright, B. D. (1996). Time 1 to Time 2 (Pre-test to Post-test) comparison: Racking and Stacking. Rasch Measurement Transactions, 10(1), 478.
- Wright, B. D. (2003). Rack and Stack: Time 1 vs. Time 2 or Pre-Test vs. Post-Test. Rasch Measurement Transactions, 17(1), 905–906.
- Zeidler, D. L. (2014). Socioscientific issues as a curriculum emphasis: theory, research and practice. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Ed.), *Handbook of research on science education* (Vol. II, pp. 697–726). Routledge.

ıjutan... Lampiran A

ENTRY ORDER

Person STATISTICS:

NUMBER	SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	_WNS	VFIT ZSTD	OUTFIT	FIT ZSTD	IT PTMEASUR-AL EXACT	UR-AL EXP.	EXACT 0BS%	MATCH EXP%	Person
203	11	15	68.	. 23		.44	.80	20	.63	.39	40.0	42.9	0
204	80	15	1.07	. 26	_	38	.62	50	.53	.34	53.3		0
205	11	15	68.	. 23	99.	92	.49	95	.71	.39	60.09	42.9	0
206	76	15	. 83	. 23	П	.27	1.27	. 65	.16	.40	26.7		0
207	11	15	68.	. 23	_	92	.49	95	.71	.39	60.09	42.9	0
208	73	15	69.	. 21	_	33	98.	15	.43	.44	20.0		0
500	11	15	68.	. 23		84	.50	92	69.	.39	60.09		0
210	9/	15	.83	. 23	_	16	.75	33	.59	.40	46.7	42.3	0
211	79	15	1.00	. 25	_	80	.68	41	.61	.36	53.3	45.1	0
212	71	15	.61	. 20	7	.33	1.09	.35	.46	.46	20.0	25.0	0
213	79	15	1.00	. 25	_	80	.68	41	.61	36	53.3	45.1	0
214	75	15	.79	. 22	_	-1.02	.51	-1.01	.75	.41	46.7	39.0	0
MEAN	70.4	15.0	.69	. 24 1		1.	1.01	.1	-	-	40.6	38.2	1
P.SD	12.7	-	. 59	60	47	1.1	.67	1.1			22.1	16.4	

TENTANG PENULIS



Lukman Abdul Rauf Laliyo

NIDN. 0024116903. ID Scopus 57202604005 H-Index 2. Sinta ID 6643522. Google ID owQHcqkAAAAJ. ID ORCID https://orcid.org/0000-0003-3281-7202. Dilahirkan di Gorontalo, pada Senin, 24 November 1969. Anak pertama dari keluarga Abdul Rauf Lalijo, SmH (Alm) dan Halima

Lumentut. Pada tanggal 23 Oktober 1999 menikah dengan Citra Panigoro. Dikarunia Allah SWT, tiga anak: Dyah Anastasia Fadhilah Laliyo (19), Muhammad Fayed Firdaus Laliyo (15), dan Ahyan Keysan Jadulhaq Laliyo (12). Menyelesaikan sekolah di SDN Saptamarga 2 (1982), SMPN 2 (1985), SMAN 1 (1988) di Kota Gorontalo. Meraih gelar Sarjana Pendidikan Kimia, STKIP Negeri Gorontalo (1993), Sejak 1994, bekerja sebagai dosen di Prodi Pendidikan Kimia Universitas Negeri Gorontalo (UNG). Meraih gelar Magister Pendidikan Kimia, IKIP Malang (1999), Magister Manajemen, Universitas Persada Indonesia YAI (2007). Doktor Teknologi Pendidikan, Universitas Negeri Jakarta (2008). Mata kuliah yang diampu, di antaranya ikatan kimia, problematika pembelajaran kimia, strategi pembelajaran kimia, penulisan dan publikasi artikel ilmiah, media pembelajaran. Selain itu, mengampu mata kuliah, dimensi kultural psikologis pendidikan, kurikulum dan teknologi pendidikan, di Prodi S2 Teknologi Pendidikan Program Pasca Sarjana UNG. Sejak 5 tahun terakhir, aktif melakukan penugasan penelitian PDUPT dari DRPM Kemenristekdikti, salah satunya: "karakteristik sosial budaya dan tantangan pemecahan masalah disparitas mutu dan keberlanjutan pembelajaran berbasis kreativitas berpikir transdisiplin, (2018-2019)". Menulis buku, "Penerapan Component Display Theory (CDT) Merrill dalam Pembelajaran Sains (2018)". Karya ilmiah yang telah dipublikasikan (2

LAMPIRAN A

Person

TABLE 18.1 C:\Users\lukma\Google Drive\2 PUBLI ZOU172WS.TXT Jul 25 2021 7: 2AN 2021\3 INPUT: 214 Person 15 Item REPORTED: 214 Person 15 Item 6 CATS WINSTEPS 4.5.5
Person: REAL SEP.: 1.90 REL.: .78 ... Item: REAL SEP.: 6.04 REL.: .97

Person STATISTICS: ENTRY ORDER

MATCH EXP%	26.0	29.1	42.3	23.1	43.4	46.8	26.0	22.2	45.9	27.8	42.3	27.1
EXACT 0BS%	20.0	26.7	33.3	6.7	40.0	40.0	26.7	26.7	26.7	20.0	60.09	20.0
A STATE OF THE PARTY OF THE PAR	.53	.45	.40	.49	.37	.34	.53	.48	.39	.54	.40	.55
PTMEASUR-AL CORR. EXP.	.30	.48	.33	31	.14	.11	.18	.53	.19	.11	.67	.11
	1.74	28	09	4.45	.93	.35	28	12	.15	.63	-1.08	3.28
IT OUTFIT	1.67	.81	.87	3.87	1.49	1.09	.87		86.	7. 10. 10.	.47	
INFIT Q ZSTD	1.39	85	.25	3.46	1.54	.54	69	11	.51	.60	-1.23	3.19
_WINS	1.46		Н	7	Н	H		4	1.17	H	.53	2.32
MODEL.	.18	. 20	.33	. 20	.24	. 26	.18	.19	. 23	.18	.23	.18
MEASURE	.22	.65	.83	57	8.	1.07	. 22	.50	68.	.19	.83	03
COUNT	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
TOTAL	99	72	26	36	78	88	99	89	11	29	76	25
ENTRY NUMBER	1	2	æ	4	2	9	7	80	6	10	1	12

Lanjutan... Lampiran A

Person STATISTICS: ENTRY ORDER

13 14 15 16 17	SCORF			MODEL	ZH	FIT	OUTETT		DTMFASIR_AI	IR-AL	FYACT	MATCE	
£ 4 5 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1		COUNT	MEASURE	S.E.	MNSQ	ZSTD	MNSQ	P	CORR.	EXP.	085%	EXP%	Person
15 17 17 17 17 17 17 17 17 17 17 17 17 17	76	15	.83	.33	. 86	20	.78	27	.56	40	40 0	F CF	D
15 16 17	74	15	.74	.21	1.16	.53	.97	=	33	43		33 6	. 0
16	99	15	.42	.19	1.32	1.01	1.29	8	5.0	100	2000	21.0	
17	1	15	.61	. 20	.67	92	.58	- 95		46	33 3	25.0	
	75	15	.79	.22	.79	44	.76	*	.27	41	40.0	30.05	. 0
18	74	15	.74	.21	.85	28	.75	39	.61	_	20.00		٠ ۵
19	28	15	.16	.18	1.44	1.34	1.44	1.28	.50	-	20.00	27.8	_ 0
20	67	15	.46	.19	2.05	2.55	2.17	2.34	10		13 3		
21	16	15	. 83	. 23	. 86	20	.78	27	256	-	40.0	42 3	. 0
22	51	15	06	.18	1.23	.79	1.26	85	56	-	6.7		. 0
23	75	15	.79	.22	.84	29	.83	18	18		76.7	39.0	
24	8	15	.35	.18	1.42	1.26	1.85	1.96	40	-	20.0	7=	
25	75	15	.79	. 22	1.58	1.36	1.32	74	.27		40.0	1 6	. 0
56	28	15	.16	. 18	2.26	3.07	2.24	2.87	.17		20.00		
27	80	15	1.07	.26	11.	32	1.19	.49	.10		40.0		
28	28	15	.16	.18	.8	44	.93	160	.01	.54	33.3		
52	63	15	.32	.18	1.37	1.14	1.78	1.88	.52	.52	6.7	=	
30	75	15	.79	.22	. 56	-1.17	.61	72	.67	_	40.0		
31	74	15	.74	.21	.70	74	.67	58	.56	.43	m		•

Lanjutan... Lampiran A

ENTRY ORDER

Person STATISTICS:

Person	Ь	_	Ь.	<u>а</u>	۵	۵		<u>.</u>	a .	Д	Δ.	۵	۵	۵	۵	۵.	Ь	<u>م</u>	Ь	_
EXP%	22.2	27.8	43.4	29.1	27.8	27.8	2 66		24.0		25.9	25.0	29.1	33.6	24.1	29.3	29.3	33.6	25.9	15.2
	13.3	33.3	26.7	40.0	76.7	23.3		23.3	40.0	33.3	40.0	40.0	33.3	20.0	13.3	40.0	26.7	40.0	33.3	6.7
UR-AL EXP.	.48	.54	.37	45	54	24	•	.43	. 52	.51	.52	.46	.45	.43	.55	44	.44	.43	.52	.54
PTMEASUR-AL EXACT	19	.08	.24	44	60	10	1 1	.56	.07	.59	90.	.71	.47	.20	.45	.50	.58	.51	.21	.25
_ <u>P</u>	1.77	51	62	8	40	8	5 6	58	91.	81	41	-1.23	.81	53	1.46	66	57	49	1.70	2.03
OUTFIT MNSQ ZS	1.83		1.27	95	1 10	27.1	c	.67	1.02	.68	.82	.50	1.34	69.	1.50	99	69	.65	1.67	
CNFIT	1.09	- 70	1,0	280	200		† ·	74	63	-1.38	86	-1.69	1.19	1.72	1.50	- 86	- 68	- 86	1 30	-
MNS	11.37	1		•	1.	+	4				1	S.A.	-	1	-	ĺ			۳	1.73
MODEL	19	10	27	200	10	07.	. 18	. 21	.18	.19	.18	. 20	20	7	18	21	1 5	7	21.	.18
MEASURE	202	200	9		00.	£ ;	.16	.74	.32	.39	. 29	5		74	, y	3	9	2	000	22
TOTAL	15	ין ד	7 1	7 5	9 ;	1	15	15	15	15	15	1 7	1 4	4	1 4	1	7	17	ן ד	15
TOTAL	03	8 8	א מ	2 5	7/	56	28	74	63	3	9	7 5	1 5	77	ל ט	1 5	5 6	2 2	t C	4
ENTRY		75	55	# ;	35	36	37	38	36	40	4	7 5	7 5	\$ ¥	‡ ¥	£ 4	 5 £	14/	ş ş	29

Lanjutan... Lampiran A

Person STATISTICS: ENTRY ORDER

ENTRY	TOTAL	TOTAL		MODEL	_	NFIT	DUTFIT	FIT	PTMEASUR-AL	UR-AL	EXACT	MATCH	
NUMBER	SCORE	COUNT	MEASURE	S.E.	MINSO	ZSTD MNSQ	MINSO	ZSTD	ZSTD CORR.	EXP.	OBS%	EXP%	Person
51	75	15	.79	.22	.74	65	.71	46	.69	.41	49.0	39.0	Ь
52	11	15	68.	.23	98.	18	.72	38	.49	.39	53.3	42.9	۵
23	8	15	.22	.18	. 98	.05	96.	19	.59	.53	26.7	26.0	Ь
Z	71	15	.61	. 20	.71	62	.65	74	.52	.46	26.7		۵
55	72	15	.65	. 20	7.	-1.42	.50	-1.19	69.	.45	26.7	29.1	۵
26	73	15	69.	.21	*	-2.26	36.	-1.66	.76	.44	46.7	29.3	Ь
23	75	15	.79	. 22	.43	-1.71	.42	-1.31	.65	.41	33.3	39.0	_
28	55	14	.14	.18	2.75	3.82	5.99	3.96	25	.52	14.3		<u>م</u>
29	99	15	.42	.19	. 56	-1.48	.62	-1.02	.63	.50	33.3	21.3	<u>а</u>
8	42	15	-, 35	.18	5.00	2.70	2.43	3.06	53	.53	0.		
61	61	15	.25	.18	1.13	.50	1.07	.32	.50		6.7	26.0	<u>а</u>
62	62	15	. 29	.18	1.31	.99	1.20	8	.40	.52	33.3	25.9	_ _
63	26	15	.09	. 18	1.46	1.39	.53	1.49	,21	_	26.7	26.0	- а
2	79	15	1.00	.25	.76	37	1.04	.27	.16	36	53.3	45.1	- d
65	45	15	26	. 18	1.41	1.24 1	.39	1.14	.22	_	6.7	13.4	_ a
99	63	15	.32	.18	1.46	1.37 1	88	2.05	20	.52	33.3	24.0	- d
19	22	15	-1.34	.30	2.14	1.69 1	.42	11.	.32	.31	53.3	24.9	
89	70	15	.57	. 20	.38	-2.26	.38	1,74	.76	47	0.02	22.9	_
69	4	4	35	18	1 04	2411	36	66	04	51	20.0	22.1	~

Lanjutan... Lampiran A

Person STATISTICS: ENTRY ORDER

ENTRY	TOTAL	TOTAL	MEASURE	MODEL S.E.	IN	INFIT	OUTFI	TI:	PTMEAS CORR.	PTMEASUR-AL EXACT	DBS%	MATCH EXP%	Person
70	22	15	42	161	1.54	1.52	1.73	1.68	.32	.50	33.3	21.3	Д
2 2	3 5	17	35	18	1.08	.35	66.	8	.64	.53	20.0	13.3	۵
1 5	7 2	1,5	1.00	. 25		19	1.28	.63	.28	.36	53.3	45.1	۵
7 12	20	15	-1.55	36	3.27	-	6.72	3.62	23	.27	66.7	65.7	Д
74	8	15	.50	19		.28	1.11	.41	.04	.48	33.3	22.2	۵
75	36	15	46	.19		2.31	2.55	3.09	.04	.51	20.0	15.2	۵
76	27	15	.13	.18		1.71	1.66	1.77	.22	. 54	40.0	26.0	۵
1	2	15	.65	. 20		.00	.80	31	.57	.45	26.7	29.1	Д,
78	1 00	15	82	.22		88	1.34	.82		.43	26.7	35.0	۵
2 62	76	15	.83	.33		-1.92	44	-1.17		.40	40.0	42.3	۵.
2 00	3	15	00	.18		84	.70	94		.55	26.7	25.4	۵
2 2	17	15	68	. 23		.56	1.44	88.	.12	.39	40.0	42.9	Ь
8	48	15	16	.18	1.53	1.56	1.52	1.49	.33	.55	6.7	18.2	۵
8	73	15	69.	77		77	.69	56	44.	.44	20.0	29.3	Δ.
2	5.15	15	90	18		160	86.	.04	.70	.55	20.0	24.1	Ь
8	25	15	60	18		1.06	1.28	96.	.40	. 55	13.3	26.0	۵
98	99	15	.42	.19	.75	71	.67	8	.75	.50	13.3	21.3	۵
87	62	15	87.	.18 1.	777.4	.15	.93	08	99.	.52	6.7	25.9	Ь
88	28	15	.35	.18	- 700-74	2.15	2.17	2.50	.39	.51	13.3	22.1	۵

Lanjutan... Lampiran A

Person STATISTICS: ENTRY ORDER

ENTRY	TOTAL	TOTAL		MODEL	NI -	NEIT	OUTFIT	FIT	PTMEASUR-AL	UR-AL	EXACT	MATCH	
NUMBER	SCORE	COUNT	MEASURE		MNSQ	ZSTD/MNSQ	MNSQ	ZSTD	CORR.	EXP.	0BS%	EXP%	Person
88	61	15	. 25	.18	.89	24	.83	42	.77	.53	6.7	26.0	р
8	99	15	. 22	. 18	. 59	-1.42	.59	-1.29	.62	.53	33.3	26.0	۵
91	70	15	.57	. 20	.63	-1.13	.53	-1.16	.60	.47	33.3		. a
95	52	15	03	.18	1.40	1.23	1.39	1.20	.58	.55	13.3		۵
93	51	15	86	.18	1.74	2.04	1.72	1.96	.57	.55	0.	24.1	۵
8	69	15	.53	91.	1.17	.59	.95	.03	.55	.48	26.7	24.8	۵
95	Z	15	.03	_		64	.76	71	92.	.55	40.0	25.5	۵
96	4	15	29		1.78	2.11	1.66	1.74	.55	.54	6.7	13.4	۵
16	75	15	.79			89	88.	07	.42	.41	53.3		۵
86	65	15	.39	. 19	.83	43	.74	62	.75	.51	13.3	21.4	۵
8	99	15	.42	19	1.15	.55	1.14	.47	.34	.50	20.0	21.3	_
100	77	15	. 65	. 20	.67	06	.56	86	.61	.45	46.7	29.1	۵
101	36	15	57	. 20	1,61	1.59	1.28	.79	99.	.49	6.7	23.1	4
102	69	15	.53	. 19	.48	-1.77	.73	56	.46	.48	33.3	24.8	<u>а</u>
103	28	15	.16	. 18	1.06	.30	1.01	.15	.73	.54	20.0	27.8	-
104	29	15	.19	. 18	.73	85	.72	80	.74	. 54	33.3	27.8	<u>-</u>
105	29	15	.19	. 18	1.64	1.82	1.77	1.97	.36	. 54	26.7	27.8	- а
106	2	15	.35	. 18	1.04	.22	.95	-, 02	.48	.51	20.0	22.1	_
107	67	15	. 46	19	1.21	70	1 50	1,22	20	49	20.0	21.2	-

Lanjutan... Lampiran A

Person STATISTICS: ENTRY ORDER

ENTRY	TOTAL	TOTAL	MEASURE	MODEL S.E.	NI IN	INFIT Q ZSTD	OUTFIT MNSQ ZS		PTMEASUR-AL EXACT CORR. EXP. 085%	JR-AL EXP.	EXACT 0BS%	MATCH EXP%	Person
100	00	15	1 07	.76	76.	T E	1.08	.33	.28	.34	20.0	46.8	0
100	000	1 4	1 43	35	83	04	.53	50	.57	.26	73.3	61.0	0
110	8	1 ,	1. 07	2.5	79	27	69.	35	.49	.34	53.3	46.8	0
111	8 8	1 7	1.43	.35		04	.53	50	.57	.26	73.3	61.0	0
117	2	15	1.43	.35		.36	1.06	.33	.25	.26	66.7	61.0	0
113	8	15	1.14	. 28		70	69.	31	.55	.32	53.3		0
114	80	15	1.07	. 26		27	69.	35	.49	.34	53.3		0
115	84	15	1.43	.35		04	.53	50	.57	.26	73.3		_
116	8	15	1.14	. 28		07	69.	31	.55	.32	53.3	50.1	_
117	8	15	1.43	.35		1.20	1.95	1,23	.21	.26	73.3		_
118	78	15	1.43	.35		04		50	.57	. 26	73.3		_
119	78	15	.57	. 20		.82	H	1.49	.40	.47	20.0	22.9	_
130	08	1,5	2.94	86		.30	.64	.10	.25	.10	93.3		_
121	8 8	1,5	1.22	30		.21	.98	.19	.26	.30	53.3	53.5	_
133	7 17	15	19	200		24	-	.65	.38	.46	13.3	1 25.0	_
131	1 0	15	1.07	36		56	.52	74	.65	.34	66.7	46.8	0
124	3 2	15	69	. 21		55	.74	4.		.44	20.6	29.3	0
135	2 3	15	.8	1811	11.53	1.56	1.58	1.64	_	.55	9.	25.5	0
126	78	15	8	. 24		1.23	1.17	.47	.50	.37	46.7	43.4	0

Lanjutan... Lampiran A

Person STATISTICS: ENTRY ORDER

ENTRY	TOTAL	TOTAL		MODEL	н	NFIT	DUTFI	113	PTMEAS	PTMEASUR-AL EXACT	EXACT	MATCH	
NUMBER	SCORE	COUNT	MEASURE	S.E.	MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD	CORR.	EXP.	OBS%	EXP%	Person
127	1	15	.89	.33	1	.16	1.40	.83	.34	.39	40.0	42.9	0
128	88	15	2.30	19.	.65	02	.44	. ×	.47	.14	86.7	88.2	0
129		15	10	.18	1	.16	86.	8	98.	.55	13.3	22.3	0
130		15	1.14	. 28	-	.52	1.01	.33	.34	.32	40.0	50.1	0
131		15	1.22	.30	i	.43	.93	.13	.39	.30	53.3	53.5	0
132		15	1.00	.25		29	.65	48	19.	.36	53.3	45.1	0
133		15	1.43	.35	i.	.40	.80	03	.49	.26	73.3	61.0	0
134		15	1.07	. 26	H	1.46	2.05	1.50	.32	.34	53.3		0
135		15	69.	.21	1	.28	1.14	4	.34	44	40.0	29.3	0
136		15	1.22	.30		33	.59	48		.30	73.3		0
137		15	1.22	.30		20	95.	54		.30	60.09		0
138		15	1.56	.39		43	.45	58		.24	86.7	4.	0
139		15	1.56	.39	-	43	.45	58		.24	86.7	71.2	0
140		15	1.22	.30	_	20	.56	52	.64	.30			0
141		1.5	.83	. 23	3,	.02	1.20	. 53	.41	.40			0
142		15	1.00	.25		19	.75	-, 25	.58	.36			0
143		15	1.43	.35	_	60.	.7	16	.52	.26	86.7	61.0	0
144		15	1.56	.39		43	.45	58	.61	.24	86.7	71.2	0
1		1		-	_	70	_	90	69	26	63.3	6,7	C

Lanjutan... Lampiran A

Person STATISTICS: ENTRY ORDER

ENTRY NUMBER	TOTAL	TOTAL	MEASURE	NODEL S.E.	INSO	NFIT ZSTD	OUTFIT MNSQ ZS	TI:	PTMEASUR-AI	UR-AL EXP.	EXACT 0BS%	MATCH EXP%	Person
146	85	15	1.56	.39	1	22	.56	38	.42	.24	73.3	71.2	0
147	8 8	15	1.56	.39		43	.45	58	.61	.24	86.7	71.2	0
148	2 2	15	1.43	.35	H	.26	.64	-, 28	.58	.26	73.3	61.0	0
149	87	15	1.96	.52		27	.43	47	.48	.18	80.0	83.5	0
150	87	15	1.96	.52	H	.38	.75	. 02	.41	.18	86.7	-	0
151	83	15	1.22	.30	H	.70	66.	. 22	,43	.30	2.99	53.5	0
152	79	15	1.00	.25		19	.75	25	.58	.36	40.0		0
153	82	15	1.22	.30		48	.85	.00	.45	.30	60.09		0
154	87	15	1.96	.52		40	.32	89	.64	.18	80.0		0
155	79	15	1.00	. 25	Г	.17	1.88	1.37	90.	.36	33.3		0
156	85	15	1.56	.39		43	.45	58	.61	.24	1.98		0
157	83	15	1.32	.32		.19	.75	14	.47	.28	1.99	•	0
158	87	15	1.96	.52		27	.43	47		.18	80.0		0
159	8	15	1.43	.35		160.	.71	16		.26	86.7	•	0
160	75	15	.79	.22	Н	99.	1.16	.47		.41	33.3	39.0	0
161	87	15	1.96	.52	.47	40	.32	68	.64	.18	0.08	83.5	0
162	83	15	1.32	.32		29	.58	-,45	65.	.28	80.0		0
163	98	15	1.73	4.	Va. 15	76	.28	90	17.	.21	0.08	76.7	0
164	87	15	1.96	.53	10.	40	.32	68	.64	.18	80.0	83.5	0

Lanjutan... Lampiran A

Person STATISTICS: ENTRY

ENTRY	TOTAL	TOTAL		MODEL	INFI	FIT	OUTFIL	FIT	PTMEASUR-AL	UR-AL	EXACT	MATCH	
NUMBER	SCORE	COUNT	MEASURE	S.E.	MNSO	ZSTD	MNSQ	ZSTD	CORR.	EXP.	0BS%	EXP%	Person
165	72	15	.65	. 20	.83	36	1.37	.87	.50	.45	40.0	79.1	0
166	75	15	.79	.22	1.01	.15	.81	23	.61	41	53.3		0 0
167	9	15	.22	.18	.47	-2.00	.54	-1.50	.48	53	40.0	26.0	0 0
168	71	15	.61	.20	.62	-1.12	.74	49	99.	46	26.7	25.0	0 0
169	72	15	.65	.20	.50	2	.53	-1.08	.74	.45	33.3		00
170	26	15	60.	.18	1.13	.50	1.03	.21	.63	.55	20.0	26.0	0
171	79	15	1.00	.25	.72	48	69.	38	.55	.36	66.7		0
172	89	15	. 50	.19	1.13	.47	.89	13	.58	.48	40.0	22.2	0
173	79	15	1.00	. 25	.72	48	69.	38	.55	.36	66.7	5	0
174	81	15	1.14	. 28	.84		.61	48	.59	.32	66.7	50.1	0
175	72	15	.65	.20	. 50	1.57	.53	-1.08	.74	.45	33.3	29.1	0
176	71	15	.61	. 20	.47	-1.75	.50	-1.25	.70		33.3	25.0	0
177	26	15	. 83	.23	72	-1.19	.57	79	.62	.40	66.7		0
178	74	15	.74	. 21	1.87	9			.41	.43	40.0	m.	0
179	75	15	.79	. 22	.49	1.45	.55	88	69.	.41		6	0
180	56	15	-1.04	. 25	1.11	.39	.83	15	.47	.38	53.3	4	0
181	72	15	. 65	. 20	. 50	1.57	.53	-1.08	.74	.45	33.3	29.1	0
182	71	15	.61	. 20	.79	53	.72	-, 53	69.	.46	26.7	25.0	0
183	75	15	.79	100	67	197 -	64	- 64	28	41	16 7	30 0	C

Lanjutan... Lampiran A

ENTRY ORDER

Person STATISTICS:

ENTRY	TOTAL	TOTAL	MEASIRE	MODEL S. F.	NI	FIT	MNSQ ZS	FIT	PTMEASUR-AL EXACT CORR. EXP. 085%	JR-AL EXP.	EXACT 0BS%	MATCH EXP%	Person
NUMBER	SCORE	- COOM	ווראסמור		_	+			1 - 1 - 1 - 1	+		1	
1 1 1 1 1 1			80	25	98	12	.84	07	.54	.36	53.3	45.1	0
184						4	11	1 50	.78	.45	46.7	29.1	0
185				97.	74.	-	1.	7.70	70	10	60 0	42.3	0
186				.33	.49	4	.44	-1.18	61:		200	21 2	
187	99	15	.42	.19	1.10	.42	1.18	.56	.41	195.	33.5	20.17	
100				. 20	. 50	-1.57	.53	-1,08	.74	.45	33.3	17.67	
700				19	1.14	.51	1.46	1.15	.39	49	13.3	-	0
183				5	1 31	83	1.04	.24		.41	53.3	39.0	0
130					17.1		53	20		.34	53.3	46.8	0
191				. 70	+/.	1	70.			2	20 0	16.8	0
192				. 26	69.	1	.58	59	/5.	+0.	0.00		
193				. 23	99.	92	.49	95	.71	.39	99.99	47.3	
100				.,	11.20	.59	2.21	1.88	.16	.40	40.0		0
* -				1 2	12 50	-	7 53	3 48	.04	.55	6.7	22.3	0
195				Ť	00:7	1	1		53	77	53 3	46.8	0
196				77.	5/ . 15	36	79.	00	76.	5	1:		
197				.2	25. 3	-1.32	.45	-1.18	.73	.41	53.3		
100					31.68	68	.55	81	69.	.39	60.09	45.9	0
100				2	77	1	.60	63	.63	.37	53.3	43.4	0
4					1 0		2 61	7 66	17	.46	6.7	25.0	0
1 20				7.	011.0	100	4	} !	Ţ		5	15 61	-
1 20				.2		1.12	1.17	.4/	.4.	46	000		
00				7.	2 1.38	.99	1.10	.36	4.	.41	40.0	39.6	- o

tahun terakhir), menggunakan Rasch model, di antaranya adalah: "Analytic approach of response pattern of diagnostic test items in evaluating students' conceptual understanding of characteristics of particle of matter" (Journal of Baltic Science Education). "The Prevalence of Students and Teachers' Ideas about Global Warming and the Use of Renewable Energy Technology" (Journal of Environmental Accounting and Management), "Implementation of Four-Tier Multiple-Choice Instruments Based on the Partial Credit Model in Evaluating Students' Learning Progress" (European Journal of Educational Research). Tak hanya meneliti, penulis juga aktif sebagai narasumber di berbagai pelatihan dan seminar. Aktif melakukan kegiatan pengabdian masyarakat, dan salah satu reviewer penelitian bersertifikat nasional dari Kemenristekdikti, sejak 2016. Terlibat aktif dalam membangun komunitas riset di daerah (Gorontalo), dan bekerja sama dengan perguruan tinggi swasta, melakukan workshop pengembangan kapasitas dosen dalam meneliti dan menulis karya ilmiah. Pernah menjabat Kepala Bappeda (2008) dan Kepala Dinas Pendidikan (2009) di Kabupaten Bone Bolango, Sekretaris LP3M dan LPPM UNG (2012-2019). Sejak Oktober 2021, dipercaya menjadi salah tenaga ahli bidang akademik, penelitian dan pengabdian masyarakat di Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi (LLDIKTI) Wilayah XVI Suluttenggo.

Mengevaluasi pengaruh dari suatu inovasi pedagogis (dalam desain *pre-posttest*) sering kali dilakukan dengan cara mencari perbedaan yang signifikan pada suatu ukuran konten tertentu. Meskipun jenis penelitian ini dapat memberikan informasi berharga tentang ada atau tidaknya pengaruh, tetapi memiliki "keterbatasan" dalam menjelaskan rincian tentang sifat dari pengaruh dimaksud. Padahal, besarnya ukuran perubahan *pre-posttest* yang biasa disebut sebagai "hasil pembelajaran" (termasuk perubahan konseptual siswa) dapat memberikan informasi tambahan yang penting untuk peneliti pemula, guru, dan mahasiswa (calon guru) dalam mengembangkan analisis dan interpretasi hasil penelitiannya. Buku ini menyajikan cara mengatasi "keterbatasan" dimaksud menggunakan pemodelan Rasch.

Tiga aspek penting yang dibahas dalam buku ini adalah *pertama*, tahapan pengembangan instrumen diagnostik tiga tingkat, mengadaptasi rekomendasi Mark Wilson. *Kedua*, penerapan inovasi pembelajaran inkuiri berkonteks *socio-scientific issue* sebagai perlakuan yang diharapkan menjadi penyebab perubahan konseptual siswa. *Ketiga*, penggunaan teknik analisis *stacking* dan *racking* Rasch model untuk mendiagnosis perubahan ukuran kemampuan penguasaan konseptual dan perubahan ukuran tingkat kesulitan item *pre-posttest* siswa. Bagian mendiagnosis dalam pengertian ini adalah memeriksa sekaligus mengestimasi besarnya perubahan konseptual *pre-posttest* siswa, sehingga sifat perubahan konseptual, siswa dapat diidentifikasi, dirinci, dan dijelaskan hingga di level individu siswa dan item.

Mengapa mendiagnosis perubahan konseptual siswa itu penting? Perubahan konseptual siswa adalah akibat yang diharapkan terjadi pada struktur pemahaman siswa karena dipengaruhi oleh penerapan suatu inovasi pembelajaran. Struktur pemahaman yang dimaksudkan adalah struktur pengetahuan yang ilmiah. Namun, tidak semua inovasi pembelajaran dapat menyebabkan perubahan konseptual, karena siswa sudah memiliki pengetahuan yang sudah dipahami sebelumnya, menurut caranya sendiri yang cenderung mengandung miskonsepsi dan bersifat laten (tahan lama). Melalui buku ini, pembaca dapat memperoleh informasi tentang bagaimana mendiagnosis dengan teknik stacking dan racking. Ini merupakan salah satu cara yang relatif efektif, terukur, dan akurat (presisi) untuk menemukan bentuk pemahaman dan cara belajar siswa yang "menyimpang", apalagi bila diagnosis dilakukan pada siswa dalam jumlah yang besar. Hasil analisisnya dapat digunakan sebagai feedback dalam mengevaluasi efektivitas inovasi pembelajaran.

Penerbit Deepublish (CV BUDI UTAMA)

Jl. Kaliurang Km 9,3 Yogyakarta 55581

Tolo/Fax: (0274) 4533427

Telp/Fax : (0274) 4533427 Anggota IKAPI (076/DIY/2012)

cs@deepublish.co.id

Penerbit Deepublish

@penerbitbuku_deepublish
 www.penerbitdeepublish.com



