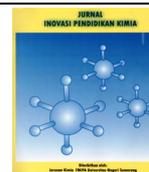




JIPK 17 (2) (2023)

Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia

<http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JIPK>



A Systematic Literature Review: Model Mental pada Konsep-Konsep Kimia

Atikah, Habiddin[✉], Nazriati, Sri Rahayu, dan I Wayan Dasna

Program Studi Pendidikan Kimia, Departemen Kimia, Universitas Negeri Malang
Gedung B19, Jl. Cakrawala No. 5, Malang, Jawa Timur, 65145

Info Artikel

Diterima Pebruari 2023

Disetujui Mei 2023

Dipublikasikan Juli 2023

Keywords:

Model mental
Konsep kimia
Kajian sistematik

Abstrak

Model mental pada konsep kimia seringkali dipahami sebagai pemahaman pebelajar terhadap tiga level representasi kimia. Model mental pebelajar satu dengan yang lainnya berbeda-beda karena pandangan ilmiah mereka terhadap suatu fenomena juga berbeda. Topik mengenai model mental menjadi isu yang penting untuk diteliti karena dapat mempengaruhi fungsi kognitif dan memberikan informasi yang berharga untuk para peneliti tentang konsep yang dimiliki oleh pebelajar. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi, mengkaji, mengevaluasi, dan menafsirkan penelitian dari tahun 2011 – 2021 yang tersedia pada topik model mental dengan pertanyaan penelitian yang relevan. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Systematic Literature Review* (SLR) dengan pertanyaan penelitian yang disajikan dalam artikel review ini adalah faktor-faktor yang mempengaruhi model mental pebelajar, trend kategori model mental yang digunakan pada pembelajaran kimia, serta efektivitas pengukuran model mental dalam pembelajaran kimia. Penelitian *review* ini memberikan gambaran bagi guru mengenai model mental pebelajar dalam memahami materi kimia sehingga dapat merancang pembelajaran yang tepat. Gambaran mengenai model mental pebelajar dapat menjadi dasar bagi guru untuk melakukan perubahan pada berbagai aspek pembelajaran untuk dapat meningkatkan model mental pebelajar.

Abstract

Mental models of chemical concepts are often considered as student's understanding of the three levels of chemical representation. A student's mental model is unique due to their differences in their scientific views of a phenomenon. This topic is an essential issue affecting cognitive function and providing valuable information for researchers about the concepts students possess. This study aimed to identify, review, evaluate, and interpret the mental model of previous studies from 2011 – 2021 using the *Systematic Literature Review* (SLR). The study focused on the factors that influence mental learning models, the trend categories of mental models used in chemistry learning, and the effectiveness of measuring mental models in chemistry learning. This research review provides an overview for teachers regarding student's mental models in understanding chemical concepts so that they can design appropriate learning. This finding can be the basis for teachers to adjust their learning environment in order to improve the student's mental model.

© 2023 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:
E-mail: habiddin_wuni@um.ac.id

p-ISSN 1979-0503

e-ISSN 2503-1244

PENDAHULUAN

Model mental menjadi salah satu topik penelitian yang penting karena dapat mempengaruhi fungsi kognitif dan memberikan informasi penting bagi para peneliti pendidikan sains mengenai konsep yang dimiliki siswa dan mahasiswa (Laliyo, 2011). Selain itu, guru dapat mengetahui bagaimana pemahaman konsep dan kesalahan konsep yang dialami oleh siswa (Amalia *et al.*, 2018). Model mental adalah representasi internal yang dibentuk ketika siswa menghadapi masalah tertentu, dan dapat disimpan dalam memori jangka panjang untuk diaplikasikan ketika mendapat tugas tertentu (McClary & Talanquer, 2011). Serupa dengan pengertian tersebut, model mental juga diartikan sebagai visualisasi dan pemahaman (berupa konsepsi alternatif, prakonsepsi, atau konsepsi intuitif) yang dibangun siswa untuk mewakili ide-ide atau gagasan dari fenomena yang dipelajarinya (Laliyo, 2011). Berdasarkan pengertian tersebut dapat diketahui bahwa model mental merupakan representasi internal yang dibangun oleh seorang individu ketika mengartikan dan memahami konsep atau fenomena baru yang diberikan.

Identifikasi model mental siswa perlu dilakukan sebelum guru merancang desain pembelajaran (Redhana *et al.*, 2020). Model mental siswa yang tidak utuh atau tidak sesuai dengan pemahaman ilmiah dapat mempersulit siswa dalam memahami representasi kimia pada tingkat sub-mikroskopis dan simbolik (Kozma & Russell, 1997). Kurnaz dan Eksi (2015) menyebutkan bahwa model mental seorang individu dapat diketahui dari ekspresi dan tindakan yang mencerminkan pemahamannya terhadap konsep tertentu. Oleh karena itu, setiap pembelajar pasti memiliki model mental yang berbeda-beda karena pandangan ilmiah masing-masing pembelajar terhadap suatu fenomena juga berbeda. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya, instruksi formal (penjelasan guru), buku pelajaran, bahasa, lingkungan sosial, dan intuisi (Lin & Chiu, 2010).

Beberapa ahli mengklasifikasikan model mental pembelajar ke dalam beberapa kategori. Kurnaz dan Eksi mengelompokkan model mental ke dalam tiga kategori yaitu, model saintifik, model sintetik, dan model inisial (Kurnaz & Eksi, 2015). Selain itu, Lin & Chiu mengelompokkan model mental ke dalam empat kategori yaitu, model ilmiah, model fenomena, model karakter simbol dan model inferensi (Lin & Chiu, 2010). Sementara itu, Jansoon *et al.* (2009) mengelompokkan model mental ke dalam model makroskopik, sub-mikroskopik dan simbolik. Sedangkan Alvarez *et al.*, menganggap mental representasi dibangun menjadi tiga level yaitu model situasi, model konseptual, dan model terformalisasi (Torres, 2003). Pengkategorian terhadap model mental dilakukan menggunakan tes diagnostik yang diberikan kepada pembelajar sesuai dengan materi yang ingin diidentifikasi model mentalnya.

Seorang pembelajar yang mempelajari kimia juga memerlukan pemahaman terhadap model mental. Model mental di dalam mempelajari ilmu kimia seringkali dipahami sebagai pemahaman siswa terhadap tiga level representasi kimia (Jansoon *et al.*, 2009). Seperti yang kita ketahui, kimia adalah materi yang abstrak dan kompleks karena pembelajaran kimia umumnya digambarkan dalam tiga level representasi yang saling berhubungan yaitu makroskopik, sub-mikroskopik, dan simbolik (Treagust *et al.*, 2003). Level makroskopik dalam kimia berarti semua fenomena yang dapat diamati secara langsung, sedangkan level sub-mikroskopik berarti fenomena yang dipahami dalam bentuk partikulat, yaitu atom, ion, dan molekul yang kemudian diterjemahkan menjadi simbol dan rumus kimia (Rahayu & Kita, 2010). Pentingnya memahami konsep kimia dan menghubungkannya dengan tiga level representasi kimia menyebabkan guru harus selalu memperhatikan aspek tersebut agar pembelajaran dapat berjalan efektif. Akan tetapi, penelitian menunjukkan bahwa banyak siswa dan mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep penting dalam kimia (Garnett *et al.*, 1995). Salah satu faktor yang mempengaruhi adalah pembelajaran kimia belum menyajikan ketiga level representasi secara utuh.

Penelitian review mengenai model mental pada konsep kimia ini dipilih karena review artikel yang sudah ada membahas mengenai model mental pada materi sains secara luas mencakup kimia, fisika, dan biologi (Wardah & Wiyarsi, 2020). Oleh karena itu, pada artikel ini review yang dilakukan hanya fokus pada artikel yang membahas mengenai model mental pembelajar pada konsep kimia. Melalui artikel review ini, guru kimia khususnya diharapkan dapat merancang pembelajaran termasuk menentukan model, metode, dan media yang tepat apabila mereka telah memahami pentingnya mengetahui kategori model mental pembelajar dan faktor yang mempengaruhi model mental dengan baik. Selain itu, tren penelitian sebelumnya yang disajikan pada artikel review ini juga dapat mengarahkan peneliti lain untuk melakukan penelitian masa depan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji secara sistematis hasil penelitian terbaru mengenai model mental pembelajar pada berbagai konsep kimia dari tahun 2011 hingga 2021. Artikel yang dikaji mengkategorikan model mental siswa dan mahasiswa pada berbagai konsep kimia serta faktor yang mempengaruhi perbedaan model mental mereka. Beberapa pertanyaan penelitian yang dibuat untuk memandu penelitian disajikan sebagai berikut (a) Faktor-faktor apakah yang mempengaruhi model mental pembelajar dalam mempelajari kimia? (b) Bagaimana trend kategori model mental yang digunakan pada pembelajaran kimia? (c) Bagaimanakah cara peneliti mengidentifikasi model mental dalam pembelajaran kimia?

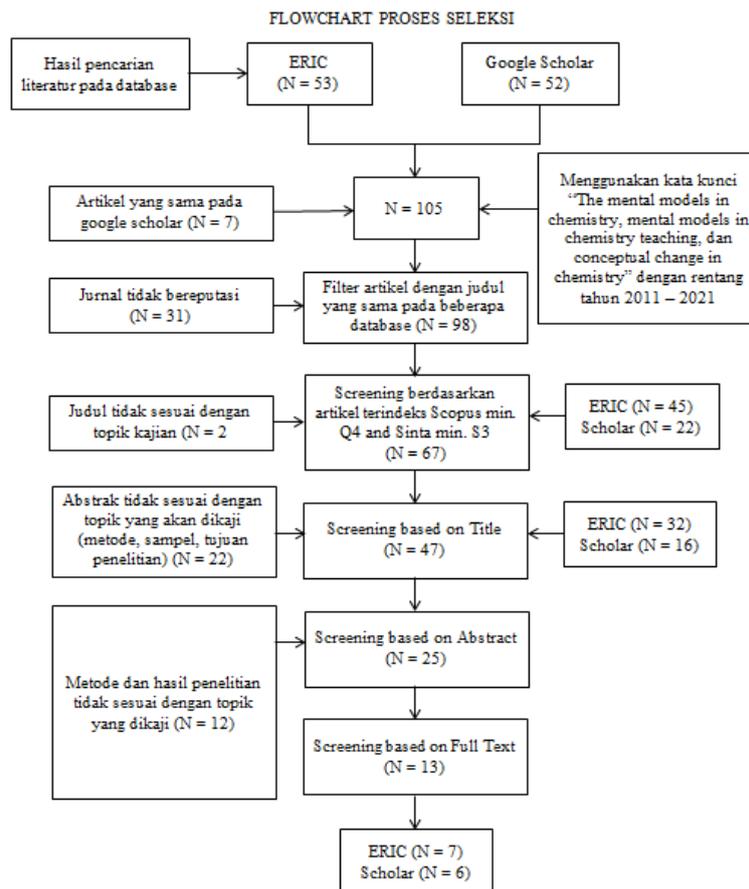
METODE

Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) dengan pencarian artikel secara online pada database ERIC dan *google scholar*. Berdasarkan kata kunci yang digunakan yaitu *the mental models in chemistry*, *mental models in chemistry teaching*, dan *conceptual change in chemistry* didapatkan 105 artikel pada rentang tahun 2011 – 2021. Sesuai dengan tujuan penelitian, teknik *purposive sampling* digunakan untuk menemukan artikel yang sesuai. Proses seleksi artikel yang direview pada penelitian ini disajikan pada Gambar 1.

Screening awal dilakukan dengan memfilter jurnal terindeks Scopus min. Q4 dan Sinta 3 sehingga didapatkan 68 artikel yang sesuai. Selanjutnya, dilakukan filter judul sehingga didapatkan 48 artikel yang sesuai dengan topik penelitian. Setelah dilakukan *screening* abstrak, 21 artikel dihapus karena metode, sampel, atau tujuan penelitian tidak sesuai dengan judul dan topik yang dikaji. Analisis isi deskriptif dilakukan untuk menemukan artikel yang sesuai dengan tema kajian yaitu model mental pada konsep kimia. Berdasarkan kajian yang telah dilakukan pada 26 artikel, didapatkan 13 artikel yang sesuai.

Artikel yang telah dikumpulkan selanjutnya dianalisis menggunakan metode analisis deskriptif. Metode ini dilakukan dengan cara menyajikan fakta-fakta yang ada pada masing-masing artikel dan menganalisisnya dengan cara memberikan penjelasan dan pemahaman secukupnya. *Screening* abstrak yang dilakukan menghasilkan 22 artikel dihapus karena tidak sesuai dengan topik yang akan dikaji. Misalnya, metode yang digunakan adalah metode penelitian pengembangan, sampel yang digunakan siswa SMP, dan tujuan penelitian tidak mengidentifikasi profil model mental.

Analisis selanjutnya dilakukan terhadap 26 artikel dengan analisis isi *fullpaper*. Hasilnya menunjukkan bahwa 12 artikel perlu dilakukan penghapusan dikarenakan beberapa faktor. Faktor-faktor yang menyebabkan artikel tidak sesuai dengan topik kajian diantaranya, satu artikel merupakan penelitian pengembangan instrumen untuk mengukur konsep dan miskonsepsi siswa, satu artikel merupakan jenis artikel review, dua artikel tidak fokus pada materi kimia, dan delapan artikel tidak fokus menggambarkan model mental yang dialami siswa. Setelah dilakukan penghapusan didapatkan 13 artikel yang direview secara sistematis untuk dapat menjawab pertanyaan penelitian yang telah dirumuskan. Artikel akhir yang berjumlah 13 tersebut terdiri dari 7 artikel yang berasal dari ERIC dan 6 artikel yang berasal dari *Google Scholar*.



Gambar 1. Sistematika proses seleksi artikel

HASIL DAN PEMBAHASAN**Faktor-faktor yang mempengaruhi model mental**

Model mental adalah ide-ide yang dipikirkan oleh siswa dalam menggambarkan, menjelaskan dan memprediksi fenomena (Jansoon *et al.*, 2009). Serupa dengan pengertian tersebut, model mental juga diartikan sebagai visualisasi dan pemahaman (berupa konsepsi alternatif, prakonsepsi, atau konsepsi intuitif) yang dibangun siswa untuk mewakili ide-ide atau gagasan dari fenomena yang dipelajarinya (Laliyo, 2011). Oleh karena itu, setiap pebelajar pasti memiliki model mental yang berbeda-beda karena pandangan ilmiah masing-masing pebelajar terhadap suatu fenomena juga berbeda. Berdasarkan artikel yang dikaji, ada beberapa faktor yang mempengaruhi model mental diantaranya pengetahuan awal yang berbeda, penggambaran visual terhadap materi kimia, penguasaan representasi kimia, model pembelajaran di sekolah, guru, sumber belajar, dan lingkungan sosial. Faktor-faktor yang mempengaruhi model mental pebelajar dalam memahami konsep kimia disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Faktor-faktor yang mempengaruhi model mental

No	Rujukan artikel	Faktor-faktor yang mempengaruhi model mental
1	Suja <i>et al.</i> (2021)	Kecenderungan pengajaran konsep kimia secara langsung dari tingkat makroskopik ke tingkat simbolik tanpa mengaitkannya dengan tingkat pemahaman submikroskopis menyebabkan rendahnya model mental saintifik siswa.
2	Wright & Oliver-Hoyo (2020)	Konsepsi alternatif dan hubungan yang tidak akurat antara fenomena kimia dapat menyebabkan model mental kurang berkembang dan terbatas.
3	Batlolona & Souisa (2020)	Model pembelajaran yang digunakan oleh guru merupakan salah satu faktor yang dapat meningkatkan model mental.
4	Bongers <i>et al.</i> (2019)	Cara visualisasi molekul, simulasi perubahan kimia, dan proses komunikasi pada level simbolik mempengaruhi model konseptual dan mental.
5	Redhana <i>et al.</i> (2019)	Perbedaan model mental dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya, instruksi formal (penjelasan guru), buku pelajaran, bahasa, lingkungan sosial, dan instuisi siswa (Lin & Chiu, 2010).
6	Cahya <i>et al.</i> (2019)	Penguasaan konsep sebelumnya secara utuh dalam tiga level representasi dapat membantu mahasiswa dalam membangun model mental.
7	Derman <i>et al.</i> (2019)	Pengalaman individu yang akan membentuk representasi pribadi dan konotasi yang berasal dari desain instruksional pada objek atau fenomena tertentu menjadi faktor yang menentukan model mental pebelajar.
8	Amalia <i>et al.</i> (2018)	Proses belajar yang dialami siswa sangat mempengaruhi model mental yang terbentuk. Proses belajar terdiri dari beberapa faktor, diantaranya guru, sumber belajar, dan model pembelajaran. Model pembelajaran tradisional yang hanya mengacu pada level makroskopis dan simbolik menyebabkan lemahnya model mental siswa.
9	Sunyono & Sudjarwo (2018)	Kemampuan siswa menggambarkan atau memvisualisasikan suatu fenomena submikroskopik dapat memengaruhi model mental yang terbentuk dan memberikan pengalaman belajar yang lebih baik.
10	Nurhayana <i>et al.</i> (2017)	Penyebab terjadinya model mental siswa di dominasi oleh buku dan model mental siswa tidak dipengaruhi oleh keadaan lingkungan sekolah. Penyebab lain yang tidak mendominasi adalah guru, internet, praktikum, diskusi, dan intuisi.
11	Körhasan & Wang (2016)	Kemampuan siswa dalam membangun dan mengatur pengetahuan mereka dalam belajar mempengaruhi model mental mereka.
12	Tümay (2014)	Prakonsepsi yang dimiliki oleh tiap pebelajar akan mempengaruhi pembangunan model mental walaupun kurikulum yang digunakan oleh pebelajar sama.
13	McClary & Talanquer (2011)	Asumsi yang mendasari pebelajar dalam memahami suatu fenomena mempengaruhi model mental yang akan dibangun.

Pengetahuan awal yang berbeda dari masing-masing pebelajar mempengaruhi model mental karena cara pebelajar menghubungkan antara konsep baru dengan konsep yang sudah ada sebelumnya menjadikan konstruksi pemahamannya berbeda-beda (Derman *et al.*, 2019; Körhasan & Wang, 2016; McClary & Talanquer, 2011; Tümay, 2014). Perbedaan pengetahuan dan pengalaman awal siswa ini seringkali dikaitkan dengan pemahaman siswa yang tidak utuh dan dapat berkembang menjadi konsepsi alternatif (Derman *et al.*, 2019). Hal ini disebabkan karena perbedaan kemampuan pebelajar dalam memahami dan menghubungkan ketiga level representasi kimia selama proses pembelajaran yang tidak dilakukan secara utuh. Pemahaman siswa terhadap tiga level representasi kimia khususnya level makroskopik dan simbolik dapat membantu siswa membangun pemahaman dan model mentalnya pada level submikroskopik (Körhasan & Wang, 2016). Oleh karena itu, perbedaan pengetahuan awal dapat menjadikan variasi model mental yang dibangun pebelajar selama proses pembelajaran.

Penggambaran visual pebelajar dalam memahami kimia juga akan berpengaruh pada model mental pebelajar (Bongers *et al.*, 2019; Sunyono & Sudjarwo, 2018). Hal ini menjadikan penelitian yang mengidentifikasi profil model mental pebelajar sebagian besar berupa menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode wawancara dan tes tertulis deskriptif. Pendekatan kualitatif dengan metode interpretif dianggap sesuai untuk mendeskripsikan penelitian model mental secara mendalam karena model mental merupakan representasi internal yang mencerminkan dunia subjektif seseorang dan bersifat pribadi (Tümay, 2014). Sedangkan tes deskriptif dipilih karena melalui tes ini pebelajar akan diminta untuk menggambarkan pemahaman mereka terhadap suatu fenomena tertentu dan akan diwawancarai untuk mendapatkan informasi yang lebih spesifik. Gambar dari pebelajar ini dianggap dapat menggambarkan pemahaman terhadap fenomena pada level submikroskopik karena gambar dapat memfasilitasi proses berpikir (Sunyono & Sudjarwo, 2018). Hal ini juga didukung oleh penelitian yang mengungkapkan bahwa gambar dapat meningkatkan keterlibatan panca indera siswa, memperkaya pengalaman, dan memberikan pengalaman belajar yang lebih baik melalui partisipasi panca indera dalam tubuh (Hsu, 2015).

Penggunaan tes diagnostik model mental secara deskriptif juga mempermudah peneliti dalam mengetahui kemampuan pebelajar menghubungkan tiga level representasi dalam kimia, yaitu mikroskopik, submikroskopik, dan simbolik. Seperti yang sudah dijelaskan dalam beberapa penelitian bahwa penguasaan konsep dalam tiga level representasi dapat membantu pebelajar dalam membangun model mental mereka (Cahya *et al.*, 2019). Kemampuan menghubungkan representasi makroskopis, submikroskopis, dan simbolik juga akan mempermudah pebelajar dalam mempelajari materi lain yang saling berhubungan (Rahmi *et al.*, 2017).

Faktor lain yang dapat mempengaruhi model mental pebelajar adalah penggunaan model pembelajaran tertentu yang memfasilitasi pebelajar dalam mengembangkan model mental ilmiah. Berbagai penelitian telah dilakukan dengan tujuan utama adalah untuk menjelaskan, mendeskripsikan, menyelidiki, mengkasifikasikan, dan meningkatkan model mental pebelajar melalui model pembelajaran tertentu. Akan tetapi, selama 10 tahun terakhir hanya ditemukan satu penelitian oleh Batlolona & Souisa (2020) yang bertujuan untuk meningkatkan model mental siswa menggunakan model pembelajaran *Problem-Based Learning* (PBL). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan model pembelajaran berbasis problem (PBL) dapat meningkatkan model mental siswa daripada model konvensional yang selama ini digunakan. Minimnya jumlah penelitian yang bertujuan untuk meningkatkan model mental pebelajar melalui pembelajaran tertentu dapat menjadi peluang bagi peneliti mendatang yang akan melakukan penelitian model mental.

Instruksi guru, sumber belajar (Amalia *et al.*, 2018), dan lingkungan sosial (Lin & Chiu, 2010; Nurhayana *et al.*, 2017) juga akan mempengaruhi model mental pebelajar dalam mempelajari kimia. Peran guru sangat penting dalam membangun model mental pebelajar di sekolah karena guru bertugas untuk memfasilitasi siswa ketika memahami suatu konsep (Nurhayana *et al.*, 2017). Guru sangat berperan dalam pemahaman konsep pebelajar karena guru bertugas untuk memperkuat pemahaman pebelajar. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Amalia *et al.* (2018), penggunaan model belajar *cognitive apprenticeship* tepat digunakan pada pembelajaran kimia karena pada tahap permodelan guru dapat memperkuat pemahaman sub-mikroskopik siswa. Oleh karena itu, guru harus menemukan strategi, metode, dan model pembelajaran yang tepat agar pebelajar tidak mengembangkan model mental non-ilmiah dan konsepsi alternatif selama proses pembelajaran. Sumber belajar juga mempengaruhi model mental pebelajar karena merupakan sumber utama pengetahuan, salah satunya buku. Buku dapat menjadi penyebab kesalahan konsep pada pebelajar karena kebanyakan buku hanya menyajikan representasi simbolik dan mikroskopik saja (Nurhayana *et al.*, 2017). Faktor lain yang berpengaruh terhadap model mental dalam presentase yang lebih sedikit adalah lingkungan sosial. Penelitian yang dilakukan oleh Lin & Chiu (2010) mengungkapkan bahwa terdapat siswa yang membangun model mentalnya melalui siaran berita di televisi tentang penyiraman asam sulfat oleh seseorang kepada siswa di pintu masuk sekolah. Hal ini dapat mempengaruhi model mental siswa bahwa sifat asam pada larutan asam sulfat bisa berbahaya.

Kategori model mental pebelajar

Identifikasi terhadap model mental menghasilkan berbagai kategori yang menggambarkan keadaan model mental masing-masing pebelajar. Penelitian yang dilakukan terhadap model mental pebelajar biasanya fokus terhadap pengkategorian model mental yang dimiliki oleh pebelajar. Kategori ini dibuat sesuai dengan data penelitian yang biasanya berbentuk deskripsi model mental masing-masing pebelajar. Data tersebut dilakukan pengkodean sehingga dihasilkan beberapa kategori yang menggambarkan model mental secara keseluruhan. Pengkategorian ini didasarkan pada teori model mental yang telah diungkap oleh beberapa ahli. Beberapa kategori model mental yang terlihat dalam artikel review disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Kategori model mental berdasarkan beberapa teori yang berbeda

Rujukan artikel	Teori model mental	Kategori model mental
Suja <i>et al.</i> (2021)	Sendur <i>et al.</i> (2010)	<i>Scientifically Correct</i> (SC), apabila jawaban pada ketiga level representasi kimia benar <i>Partially Correct</i> (PC), apabila jawaban pada ketiga level representasi kimia ada yang benar dan salah <i>Specific Misconceptions</i> (SM), apabila jawaban pada ketiga level representasi kimia salah
Wright & Oliver-Hoyo (2020)	-	Model molekul adalah dinamis Model molekul adalah statis Model ikatan adalah dinamis Model energi luar Model energi dalam.
Batlolona & Souisa (2020)	Park & Light (2009)	<i>Early Mental Model</i> , siswa tidak mampu menjawab dan menjelaskan konsep serta secara ilmiah tidak dapat diterima karena tidak memiliki konsep apapun
Sunyono & Sudjarwo (2018)		<i>Intermediate Mental Model 1</i> , siswa mampu menjawab konsep dan mulai membentuk model serta secara ilmiah mulai mendekati kebenaran <i>Intermediate Mental Model 2</i> , siswa mampu menjawab konsep dan bisa memberikan penjelasan yang sebagian benar serta secara ilmiah mulai mendekati kebenaran <i>Intermediate Mental Model 3</i> , siswa mampu menjawab dan menjelaskan konsep dengan benar serta secara ilmiah mendekati kebenaran <i>Target Mental Model</i> , siswa mampu menjawab dan menjelaskan konsep dengan benar serta secara ilmiah dapat diterima
Bongers <i>et al.</i> (2020)	Johnson-Laird (1983)	Model statis, siswa hanya berfokus pada level simbolik dan pola sederhana Model dinamis, siswa dapat menjelaskan fenomena baik sebagai proses maupun partikel bergerak
Redhana <i>et al.</i> (2019)	Kurnaz & Eksi (2015)	<i>Scientific Mental Model</i> , persepsi sesuai dengan pengetahuan ilmiah <i>Synthetic Mental Model</i> , persepsi sebagai sesuai dengan pengetahuan ilmiah
Amalia <i>et al.</i> (2018)		<i>Initial Mental Model</i> , persepsi sama sekali tidak sesuai dengan pengetahuan ilmiah
Cahya <i>et al.</i> (2019)	-	Model saintifik derajat disosiasi Model tanpa pengertian disosiasi Model kesalahan jumlah mol awal
Derman <i>et al.</i> (2019)	-	Tidak memiliki kategori model mental
Nurhayana <i>et al.</i> (2017)	Lin & Chiu (2009)	Tidak Memiliki Model Model Ilmiah Model Fenomena Model Karakter Simbol Model Inferensi
Körhasan & Wang	-	<i>Scientific Model of Atomic Spectra</i> (SMAS)

Rujukan artikel	Teori model mental	Kategori model mental
(2016)		<i>Primitive Scientific Model of Atomic Spectra</i> (PSMAS) <i>No Photon Model</i> (NPM) <i>Orbit Model</i> (OM)
Tümay (2014)	-	<i>Scientific mental model</i> <i>Faulty mental model</i>
McClary & Talanquer (2011)	Mengadopsi Lin & Chiu (2009) Vosniadou (1994)	Model A, keasaman sebagai sifat intrinsik zat Model B, asam sebagai zat yang kehilangan hidrogen atau proton Model C, asam sebagai zat yang menyumbangkan proton Model D, asam sebagai zat yang menerima elektron

Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa teori yang paling banyak digunakan adalah teori pada penelitian Park & Light serta Kurnaz & Eksi. Model mental oleh Park & Light dapat dikategorikan menjadi beberapa jenis yaitu *early mental model*, *intermediate mental model* (1, 2, 3), dan *target mental model* (Batlolona & Souisa, 2020; Sunyono & Sudjarwo, 2018). Sedangkan Kurnaz & Eksi mengkategorikan mental model kedalam tiga jenis yaitu model mental saintifik, model mental sintetik, dan model mental inisial (Amalia *et al.*, 2018; Redhana *et al.*, 2020). Kategori lain yang digunakan dalam penelitian adalah teori model mental oleh Sendur *et al.*, Johnson-Laird, Lin & Chiu, Vosniadou. Dari tahun ke tahun trend kategori model mental lebih banyak mengadopsi teori Kurnaz & Eksi, Park & Light, serta Sendur *et al.* Hal ini karena kategori yang diberikan pada teori ini jelas dan dapat diimplementasikan pada berbagai konsep kimia yang ingin diidentifikasi oleh peneliti.

Beberapa artikel tidak menggunakan teori manapun, melainkan peneliti mengembangkan kategori model mental sendiri sesuai dengan konsep kimia yang diidentifikasi. Penelitian yang dilakukan pada tahun 2014 tentang tekanan uap mengkategorikan model mental menjadi *scientific* dan *faulty mental model* (Tümay, 2014). Penelitian lain pada tahun 2016 yang mengidentifikasi model mental konsep spektrum atom mengkategorikan model mental menjadi *Scientific Model of Atomic Spectra* (SMAS), *Primitive Scientific Model of Atomic Spectra* (PSMAS), *No Photon Model* (NPM), dan *Orbit Model* (OM) (Körhasan & Wang, 2016). Sedangkan pada tahun 2019 penelitian tentang konsep tetapan kesetimbangan dan derajat disosiasi mengkategorikan model mental menjadi model saintifik derajat disosiasi, model tanpa pengertian disosiasi, dan model kesalahan jumlah mol awal (Cahya *et al.*, 2019). Penelitian yang terbaru tahun 2020 pada konsep spektroskopi IR juga mengkategorikan model mental menjadi molekul adalah dinamis, molekul adalah statis, ikatan adalah dinamis, energi luar, dan energi dalam (Wright & Oliver-Hoyo, 2020). Berdasarkan trend tersebut maka pengkategorian model mental dapat disesuaikan dengan konsep yang akan diidentifikasi profil model mentalnya. Pengkategorian model mental tidak harus menggunakan kategori pada teori yang sudah ada.

Satu artikel yang direview memperlihatkan bahwa hasil penelitian tidak menunjukkan kategori model mental pebelajar. Hal ini karena tujuan penelitian tidak berfokus pada klasifikasi atau pengkategorian model mental pebelajar. Tujuan penelitian yang dilakukan oleh Derman *et al.* adalah untuk mengetahui preferensi calon guru kimia terhadap representasi visual dari model pengajaran struktur atom (Derman *et al.*, 2019). Oleh karena itu, hasil penelitian hanya menunjukkan bagaimana elemen visual dan simbolik mahasiswa calon guru kimia dari struktur atom. Kesimpulannya didapatkan bahwa model atom yang terdapat pada buku teks dan yang diajarkan oleh dosen sangat mempengaruhi penggambaran calon guru kimia mengenai struktur atom.

Cara peneliti mengidentifikasi model mental

Identifikasi profil model mental pebelajar sangat penting dilakukan oleh pengajar karena hasilnya dapat mengetahui level pemahaman pebelajar, kesulitan, dan juga miskonsepsi yang dialami pebelajar (Amalia *et al.*, 2018). Penemuan mengenai model mental pebelajar dapat digunakan oleh guru mengembangkan kegiatan pembelajaran (Bongers *et al.*, 2019) dan menemukan model pembelajaran yang tepat untuk meremidiasi model mental sintetik dan inisial yang terjadi pada pebelajar (Redhana *et al.*, 2020). Penelitian oleh Batlolona & Souisa (2020) yang sudah menerapkan model pembelajaran tertentu dalam mempelajari konsep konduktivitas air telah dilakukan dan terbukti dapat meningkatkan model mental yang terjadi pada pebelajar daripada menggunakan model konvensional. Selain itu identifikasi model mental terhadap calon guru kimia juga sangat penting karena kedepannya mereka harus membelajarkan konsep kimia yang mencakup tiga level representasi kepada pebelajar dan hubungan diantara ketiganya sehingga mereka harus memiliki model konseptual yang baik (Suja *et al.*, 2021). Pentingnya mengidentifikasi model mental yang telah dipaparkan pada beberapa penelitian tersebut telah membuktikan bahwa model mental pebelajar sangat berperan dalam proses pembelajaran kimia.

Tabel 3. Instrumen pengumpulan data pada artikel yang dikaji

Rujukan artikel	Instrumen pengumpulan data
Suja <i>et al.</i> (2021)	Tes objektif pilihan ganda <i>three-tier</i> dengan 10 item soal
Wright & Oliver-Hoyo (2020)	Wawancara satu-per-satu, semi-terstruktur, dan berpikir keras
Batlolona & Souisa (2020)	Tes diagnostik dengan wacana dan tiga pertanyaan
Bongers <i>et al.</i> (2020)	Lembar kerja yang berisi tiga pertanyaan dan wawancara semi-terstruktur
Redhana <i>et al.</i> (2019)	Tes diagnostik model mental <i>two-tier</i> dengan 10 item soal
Cahaya <i>et al.</i> (2019)	Tes diagnostik model mental berbentuk pertanyaan terbuka pada konsep kesetimbangan kimia dan wawancara semi terstruktur
Derman <i>et al.</i> (2019)	Tes diagnostik menggambar struktur atom kepada kelompok pertama dan Quisioner untuk kelompok kedua
Amalia <i>et al.</i> (2018)	Tes diagnostik mental model dengan 4 pertanyaan dan instrumen panduan wawancara
Sunyono & Sudjarwo (2018)	Tes mental model dan wawancara
Nurhayana <i>et al.</i> (2017)	Instrumen tes diagnostik pilihan ganda dua tingkat, wawancara, observasi dan studi dokumentasi
Körhasan & Wang (2016)	Wawancara dengan empat pertanyaan yang ditanyakan satu per satu pada masing-masing partisipan
Tümay (2014)	Tes berbasis konsep dengan satu pertanyaan deskriptif dan 6 tugas perbandingan kualitatif dan instrumen wawancara semi-terstruktur
McClary & Talanquer (2011)	Instrumen quisioner dengan tiga bagian: prediksi, penjelasan, dan membenaran dan wawancara

Identifikasi model mental dapat dilakukan dengan beberapa jenis instrumen, diantaranya wawancara, quisioner, instrumen diagnostik baik deskriptif, *two-tier* maupun *three-tier*. Model mental dapat tergambarkan dengan jelas jika peneliti melakukan tes deskriptif diikuti dengan wawancara terstruktur. Tes diagnostik deskriptif dilakukan untuk memetakan mental model yang dimiliki oleh pebelajar. Pertanyaan pada tes diagnostik dirancang untuk mengungkapkan struktur kognitif peserta dan mendorong mereka untuk secara konseptual menjelaskan fenomena dalam kimia (Körhasan & Wang, 2016). Tes ini disusun berdasarkan observasi, wawancara, dan penelitian pendahuluan yang telah dilakukan sebelum penelitian utama (Tümay, 2014). Sedangkan wawancara dilakukan untuk mempertajam kredibilitas jawaban yang diberikan oleh siswa. Beberapa penelitian juga melakukan wawancara pada guru kimia dengan tujuan untuk mendukung penyebab terbentuknya model mental siswa dari sisi proses belajar-mengajar (Nurhayana *et al.*, 2017). Sebaran penggunaan instrumen dalam penelitian model mental 10 tahun terakhir disajikan pada Tabel 3.

Pengukuran model mental pebelajar berhubungan erat dengan representasi pribadi terhadap suatu fenomena tertentu. Oleh karena itu, instrumen yang digunakan dalam penelitian dan analisis data yang dilakukan dalam melaporkan hasil penelitian harus dapat menggambarkan model mental pebelajar secara mendalam dan menyeluruh. Penelitian dalam 10 tahun terakhir didominasi oleh penggunaan tes diagnostik dan wawancara dalam mengumpulkan data model mental siswa. Banyaknya penelitian yang menggunakan instrumen ini membuktikan bahwa tes dan wawancara mampu menggambarkan profil model mental secara jelas dan menyeluruh.

SIMPULAN

Perbedaan model mental oleh masing-masing individu pebelajar dipengaruhi oleh berbagai faktor. Berdasarkan tiga belas artikel yang dianalisis, empat artikel menyebutkan pengaruh perbedaan kemampuan awal dan proses pembelajaran yang tidak dilakukan secara utuh, tiga artikel menyebutkan pengaruh penggambaran visual terhadap materi kimia, dua artikel menyebutkan pengaruh kemampuan memahami dan menghubungkan ketiga level representasi kimia, satu artikel menyebutkan pengaruh model pembelajaran di sekolah, dan tiga artikel menyebutkan pengaruh guru, sumber belajar, serta lingkungan sosial. Trend kategori model mental dari tahun ke tahun lebih banyak mengadopsi teori Kurnaz & Eksi, Park & Light, serta Sendur *et al.* berdasarkan hasil analisis, dua artikel mengadopsi teori Kurnaz & Eksi, dua artikel mengadopsi teori Park & Light, dan satu artikel mengadopsi teori Sendur *et al.* Hal ini karena kategori yang diberikan pada teori ini jelas dan dapat diimplementasikan pada berbagai konsep kimia yang ingin diidentifikasi oleh peneliti. Pengukuran model mental siswa dapat dilakukan secara menyeluruh apabila instrumen yang digunakan dalam penelitian dan analisis data yang dilakukan

dalam melaporkan hasil penelitian dipilih secara tepat. Penelitian dalam 10 tahun terakhir didominasi oleh instrumen tes diagnostik yang dilakukan pada sepuluh penelitian dan wawancara dalam mengumpulkan data model mental siswa yang dilakukan pada delapan penelitian. Sebanyak enam penelitian juga dilakukan dengan menggabungkan instrumen tes dan wawancara. Hal ini membuktikan bahwa penggabungan tes diagnostik dan wawancara mampu menggambarkan profil model mental secara jelas dan menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, F. R., Ibnu, S., Widarti, H. R., & Wuni, H. 2018. Students' Mental Models of Acid and Base Concepts Taught Using the Cognitive Apprenticeship Learning Model. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(2): 187–192
- Batlolona, J. R., & Souisa, H. F. 2020. Problem-Based Learning: Students' Mental Models on Water Conductivity Concept. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 9(2): 269–277
- Bongers, A., Northoff, G., & Flynn, A. B. 2019. Working with Mental Models to Learn and Visualize a New Reaction Mechanism. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(3): 554–569
- Cahaya, A. P., Prodjosantoso, A. K., & Wiyarsi, A. 2019. Model Mental Calon Guru Kimia pada Konsep Tetapan Kesetimbangan dan Derajat Disosiasi. *Jurnal Kependidikan*, 3(1): 249–262
- Derman, A., Koçak, N., & Eilks, I. 2019. Insights into Components of Prospective Science Teachers' Mental Models and Their Preferred Visual Representations of Atoms. *Education Sciences*, 9(2): 1–19
- Garnett, P. J., Garnett, P. J., & Hackling, M. W. 1995. Students' Alternative Conceptions in Chemistry: A Review of Research and Implications for Teaching and Learning. *Studies in Science Education*, 25(1): 69–96
- Hsu, L. 2015. Modelling Determinants for the Integration of Web 2.0 Technologies into Hospitality Education: A Taiwanese Case. *Asia-Pacific Education Researcher*, 24(4): 625–633
- Jansoon, N., Cooll, R. K., & Somsook, E. 2009. Understanding Mental Models of Dilution in Thai Students. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(2): 147–168
- Körhasan, N. D., & Wang, L. 2016. Students' Mental Models of Atomic Spectra. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(4): 743–755
- 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
- Kurnaz, M. A., & Eksi, C. 2015. An Analysis of High School Students' Mental Models of Solid Friction in Physics. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 15(3): 787–795
- Laliyo, L. A. R. 2011. Model Mental Siswa Dalam Memahami Perubahan Wujud Zat. *Jurnal Penelitian Dan Pendidikan*, 8(1): 1–12
- Lin, J. W., & Chiu, M. H. 2010. The Mismatch Between Students' Mental Models of Acids/Bases and Their Sources and Their Teacher's Anticipations Thereof. *International Journal of Science Education*, 32(12): 1617–1646
- McClary, L., & Talanquer, V. 2011. College Chemistry Students' Mental Models of Acids and Acid Strength. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(4): 396–413
- Nurhayana, N., Lukum, A., & Rumape, O. 2017. Deskripsi Model Mental Siswa pada Konsep Asam Basa di Kelas XII SMAN 3 Gorontalo. *Jurnal Entropi*, 12(2): 141–148
- Rahayu, S., & Kita, M. 2010. An Analysis of Indonesian and Japanese Students' Understandings of Macroscopic and Submicroscopic Levels of Representing Matter and its Changes. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(4): 667–688
- Rahmi, C., Katmiati, S., Wiji, & Mulyani, S. 2017. Students' Mental Models on the Solubility and Solubility Product Concept. *AIP Conference Proceedings*, 1848 (May 2017)
- Redhana, I. W., Sudria, I. B., Suardana, I. N., Suja, I. W., & Putriani, V. D. 2020. Students' Mental Models in Acid-Base Topic. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(4)

- Suja, I. W., Sudiana, I. K., Redhana, I. W., & Sudria, I. B. N. 2021. Mental Model of Prospective Chemistry Teachers on Electrolyte and Nonelectrolyte Solutions. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1115(1): 012064
- Sunyono, S., & Sudjarwo, S. 2018. Mental Models of Atomic Structure Concepts of 11th Grade Chemistry Students. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 19(1)
- Torres, T. 2003. *a Cognitive Model To Analyse Physics and Chemistry Problem- Solving Skills: Mental Representations Implied in Solving Actions*. 730–746
- Treagust, D. F., Chittleborough, G., & Mamiala, T. L. 200). The Role of Submicroscopic and Symbolic Representations in Chemical Explanations. *International Journal of Science Education*, 25(11): 1353–1368
- Tümay, H. 2014. Prospective Chemistry Teachers' Mental Models of Vapor Pressure. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(3): 366–379
- Wardah, A. C., & Wiyarsi, A. 2020. A systematic review: How are Mental Model of Chemistry Concepts? *Universal Journal of Educational Research*, 8(2): 332–345
- Wright, L. C., & Oliver-Hoyo, M. T. 2020. Student Assumptions and Mental Models Encountered in IR Spectroscopy Instruction. *Chemistry Education Research and Practice*, 21(1): 426–437