



### Profil Model Mental Siswa Pada Submateri Hukum Laju Reaksi Dengan Menggunakan Tes Diagnostik Model Mental Pilihan Ganda Dua Tingkat

#### *Student Mental Model Profile on Reaction Rate Legal Submatter Using Two-Level Multiple Choice Mental Model Diagnostic Test*

Oleh:

Santy Shafira Setiawati<sup>1</sup>, Sri Mulyani<sup>1\*</sup>, Fitri Khoerunnisa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Pendidikan Kimia, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

\*Correspondence email: [srimumlyani@upi.edu](mailto:srimumlyani@upi.edu)

#### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh profil model mental siswa pada submateri hukum laju reaksi dengan menggunakan tes diagnostik model mental pilihan ganda dua tingkat (TDM-PGDT). Metode yang digunakan adalah metode penelitian kualitatif deskriptif, dengan partisipan penelitian berjumlah 35 siswa kelas XII IPA di SMAN Kota Cimahi yang telah mempelajari submateri hukum laju reaksi. Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah teknik wawancara dan tes dengan menggunakan TDM-PGDT. Hasil penelitian menunjukkan model mental siswa pada submateri hukum laju reaksi didominasi oleh tipe-00. Artinya pemahaman siswa belum utuh, sehingga siswa belum mampu untuk mempertautkan tiga level representasi kimia. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh persentase sebesar 34,29% siswa dengan model mental tipe-00 yang mendominasi pada konsep orde reaksi. Sedangkan siswa yang mendominasi pada bahasan hukum laju reaksi dengan model mental tipe-00 memiliki persentase sebesar 38,58%. Adapun, pada konsep tetapan laju reaksi didominasi oleh model mental tipe-00 dengan persentase sebesar 42,86%.

#### ABSTRACT

The research aims to obtain a students mental models profile on the rate law of reaction using a two-tier multiple choice mental model diagnostic test (TDM-PGDT). The method used is descriptive qualitative research method, involving 35 students of class XII IPA in senior high school on Cimahi who have studied the rate law of reaction. The data collected by interview and a research instrument diagnostic test (TDM-PGDT). The results showed that the mental model of students in the rate law of reaction was dominated by type-00. This means that students' understanding is not complete, so that students have not been able to link the three levels of chemical representation. Based on the research result, it was dominated by 34.29% students with the type-00 mental model in the concept of reaction order, and also 38.58% students who dominate with type-00 mental model in the discussion of rate law of reaction. Meanwhile, 42.86% of students who dominate with the type-00 mental

#### Info artikel:

Diterima: 11 Juni 2020  
Direvisi: 2 Juli 2020  
Disetujui: 19 Agustus 2020  
Terpublikasi *online*: 10 September 2020  
Tanggal Publikasi: 1 Oktober 2020

#### Kata Kunci:

Model mental  
Hukum laju reaksi

#### Key Words:

Mental models  
Rate law

---

model in the concept of a constant of rate reaction.

---

## 1. PENDAHULUAN

Kimia adalah ilmu yang mempelajari tentang materi dan sifatnya, perubahan materi, serta energi yang menyertai perubahan tersebut (Sappiaile, 2019). Karakteristik khas kimia yaitu dapat dipelajari melalui tiga level representasi meliputi level makroskopik, submikroskopik, dan simbolik. Level makroskopik, merupakan penjelasan mengenai fenomena kimia yang bersifat nyata dan dapat diamati; level submikroskopik, merupakan penjelasan mengenai partikel submikroskopik yang sebenarnya bersifat nyata, namun tidak dapat diamati secara langsung (seperti elektron, molekul, dan atom); dan level simbolik, merupakan penjelasan terkait representasi fenomena kimia (pada tingkat makroskopik) menggunakan bermacam-macam media termasuk model, gambar, aljabar, dan bentuk komputasi. Pemahaman terhadap tiga level representasi kimia dan interkoneksinya diungkapkan sebagai model mental (Handayanti, et. al., 2015).

Model mental merupakan gambaran mengenai suatu konsep didalam pikiran seseorang (misalnya, siswa) yang dapat digunakan untuk menjelaskan situasi atau proses yang sedang terjadi. Bagi siswa, model mental termasuk pada bentuk proses berpikir kognitif, serta dianggap sebagai konstruk penting yang dapat digunakan untuk mengetahui sumber kesalahpahaman (miskonsepsi) dan pola penalaran siswa (Tumay, 2014, hlm.368). Oleh karena itu, perlu adanya analisis terhadap profil model mental siswa yang bertujuan untuk mengidentifikasi pemikiran siswa tentang suatu konsep (Khasanah, et. al., 2016, ).

Profil model mental adalah gambaran umum representasi internal individu dari objek ide, pemikiran, gambar, ataupun model yang ada di pikiran siswa untuk menjustifikasi, menjelaskan, memprediksi, menguji ide-ide baru, dan memecahkan masalah (Wiji, 2014). Model mental berperan penting dalam pembelajaran kimia, karena dapat membantu menjelaskan pemahaman mengenai level makroskopik yang terjadi. Oleh karena itu, diperlukan adanya strategi pembelajaran yang tepat (Sendur, et. al., 2013) agar siswa memiliki model mental yang utuh, salah satunya adalah pembelajaran yang melibatkan multipel representasi.

Akan tetapi, pembelajaran kimia di SMA saat ini dianggap belum efektif karena lebih dominan pada aspek simbolik atau perhitungan, dibandingkan aspek makroskopik dan submikroskopik. Padahal pembelajaran kimia yang mencakup ketiga level representasi sebenarnya akan membuat pemahaman kimia menjadi utuh, dan mengurangi terjadinya konsepsi alternatif atau miskonsepsi. Sementara itu, gambaran mengenai pengetahuan yang dimiliki siswa, termasuk kesulitan dan miskonsepsinya dapat diketahui melalui model mental (Laliyo, 2011).

Model mental siswa dapat digali melalui pemberian suatu tes, yang disebut sebagai tes diagnostik model mental. Tes diagnostik model mental digunakan sebagai upaya dalam mengukur kemampuan siswa untuk menjelaskan data, memprediksi dan menjelaskan fenomena kimia secara makroskopik dengan melibatkan penalaran pada level submikroskopik menggunakan bahasa simbolik kimia, maka pemberian tes diagnostik model mental diharapkan dapat mengukur pemahaman siswa tentang konsep-konsep kimia (Dewi, et.al., 2015) Salah satu tes diagnostik model mental yang baik digunakan untuk menggali profil model mental siswa adalah tes diagnostik pilihan ganda dua tingkat.

Tes diagnostik pilihan ganda dua tingkat merupakan tes diagnostik yang setiap butir

soalnya terdiri dari dua tingkat. Diagnostik pilihan ganda dua tingkat memiliki beberapa kelebihan yaitu, terdapat bagian yang dapat menguji alasan siswa dalam memilih jawaban pada *tier* pertama, yaitu pada *tier* kedua, yang dianggap mampu secara efektif dan sensitif untuk menilai pembelajaran bermakna pada siswa, mampu untuk mengidentifikasi miskonsepsi dengan waktu singkat, jawaban pada tes diagnostik dua tingkat dianggap lebih mudah untuk dikoreksi dan dianalisis. Selain itu, dapat diaplikasikan pada siswa berjumlah banyak dengan waktu terbatas (Adadan, et. al, 2012).

Penelitian model mental sebenarnya telah dilakukan pada banyak konsep kimia seperti ikatan kimia, pengenceran, partikel materi, asam basa, geometri molekul dan polarisasi, yang biasanya dianggap sebagai konsep abstrak dan sulit (Handayanti, et. al., 2015). Adapun, materi kimia lainnya yang dianggap sulit oleh siswa dan sering mengakibatkan timbul banyaknya miskonsepsi, yaitu materi hukum laju reaksi (Musya'idah, et. al., 2016). Penyebab kesulitan dan timbulnya miskonsepsi siswa saat mempelajari hukum laju reaksi adalah banyaknya hitungan matematis dengan melibatkan persamaan dan stoikiometri, serta memerlukan pemahaman pada tiga level representasi.

Pada studi penelitian sebelumnya diperoleh fakta yaitu masih didapatkan hasil sebagian besar siswa belum dapat membedakan antara persamaan reaksi dengan persamaan laju reaksi ketika siswa diberi soal mengenai hukum laju reaksi (Dewangga, et. al., 2017). Adapun miskonsepsi yang masih banyak ditemukan pada materi hukum laju reaksi yaitu siswa menganggap nilai eksponen atau pangkat dalam hukum laju reaksi dapat secara langsung disimpulkan dari stoikiometri reaksi (Habiddin, et. al., 2019).

Berdasarkan masalah-masalah yang dipaparkan tersebut, maka tujuan penelitian ini untuk memperoleh profil model mental siswa pada submateri hukum laju reaksi dengan menggunakan tes diagnostik model mental pilihan ganda dua tingkat.

## 2. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode penelitian kualitatif deskriptif. Penelitian kualitatif dianggap sebagai metode penelitian yang digunakan untuk meneliti pada kondisi objek alamiah dengan teknik pengumpulan data menggunakan triangulasi, serta analisis data yang bersifat induktif untuk menghasilkan kesimpulan yang umum. Penelitian deskriptif merupakan penelitian yang menggambarkan suatu kondisi yang apa adanya. Oleh karena itu, satu-satunya perlakuan yang diberikan hanyalah penelitian itu sendiri melalui wawancara, observasi dan dokumentasi. Penelitian deskriptif kualitatif adalah penelitian yang ditujukan untuk mendeskripsikan dan menggambarkan fenomena yang bersifat alamiah atau rekayasa manusia dengan lebih memperhatikan kualitas, karakteristik, ataupun keterkaitan antar kegiatan yang ada. Dalam penelitian ini metode penelitian kualitatif ditujukan untuk memperoleh profil model mental siswa pada submateri hukum laju reaksi dengan menggunakan tes diagnostik model mental pilihan ganda dua tingkat.

Partisipan penelitian ini sejumlah 35 siswa kelas XII IPA di SMA Negeri Kota Cimahi yang sebelumnya sudah mempelajari submateri hukum laju reaksi. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berupa tes diagnostik model mental pilihan ganda dua tingkat (TDM-PGDT).

Penelitian ini dilaksanakan dengan melalui beberapa tahap penelitian, yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan dan tahap akhir. Tahap persiapan meliputi kegiatan studi kepustakaan model mental menggunakan jurnal-jurnal referensi sebagai dasar penelitian, analisis kurikulum 2013 pada Kompetensi Dasar (KD) 3.7 Kimia kelas XI, analisis

multipelrepresentasi pada materi hukum laju reaksi yang meliputi orde reaksi, persamaan laju dan tetapan laju reaksi dari berbagai buku *general chemistry* disertai analisis miskonsepsi berdasarkan literatur terkait. Selanjutnya dilakukan perumusan indikator soal berdasarkan pengembangan KD Kimia 3.7 Kelas XI dan kemudian indikator soal tersebut divalidasi oleh para ahli (*expert judgement*). Indikator soal yang sudah valid akan dijadikan sebagai acuan dalam proses pembuatan dan pengembangan instrumen Tes Diagnostik Model Mental Pilihan Ganda Dua Tingkat (TDM-PGDT). Instrumen (TDM-PGDT) yang sudah dikembangkan kemudian divalidasi oleh para ahli (*expert judgement*). Instrumen yang telah valid, kemudian diujicobakan untuk mengetahui reliabilitasnya.

Adapun tahap pelaksanaan merupakan tahap pengambilan data. Pengambilan data dilakukan terhadap siswa kelas XII disalah satu SMA Negeri Kota Cimahi yang telah mempelajari submateri hukum laju reaksi. Sementara, tahap akhir penelitian ini berupa analisis data jawaban siswa yang diperoleh pada tahap pelaksanaan. Setiap soal pada tingkat pertama dan kedua akan diberi skor 1 untuk jawaban benar, serta skor 0 untuk jawaban salah. Hasil pemeriksaan pada kedua tingkat soal tersebut lalu dianalisis dengan membandingkan jawaban siswa dengan konsep para ahli berdasarkan buku teks dan jurnal penelitian. Dengan demikian, diperoleh kesimpulan berupa pola yang menggambarkan model mental siswa dan miskonsepsi siswa dalam submateri hukum laju reaksi.

Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah teknik wawancara dan tes dengan menggunakan instrumen yaitu TDM-PGDT. Wawancara dan tes uraian terbuka digunakan dengan tujuan untuk memperoleh informasi mengenai miskonsepsi siswa terhadap submateri hukum laju reaksi (Pratamaa, Subalia, dan Dwijanantia, 2018, hlm.120).

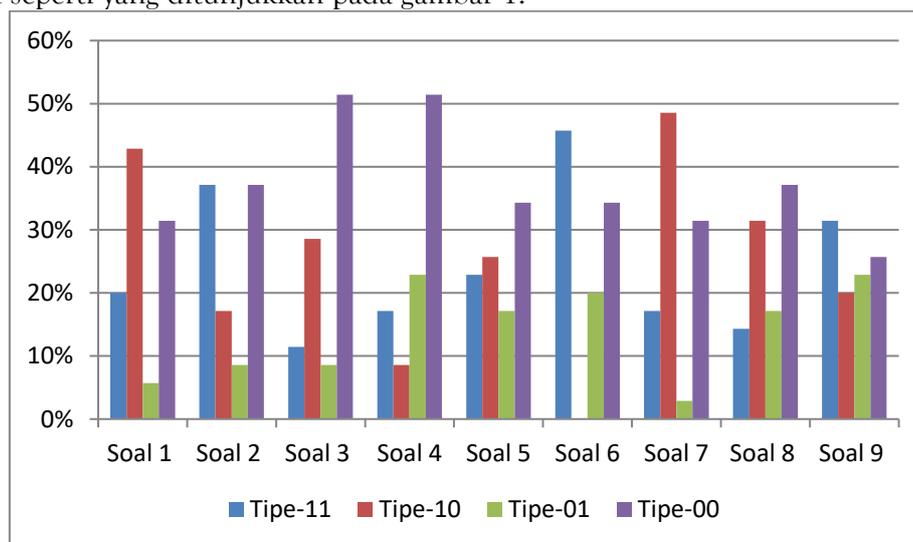
Hasil yang diperoleh dari instrumen dianalisis dengan cara mengkategorikan jawaban siswa yang bertujuan untuk memperoleh profil model mental siswa (Khasanah, 2016, hlm. 187). Pengkategorian atau *coding* diperlukan untuk pengolahan data kualitatif. Data yang didapatkan dikelompokkan dan di analisis lebih dalam terkait pemahaman pada tingkat makroskopik, submikroskopik, dan simbolik serta apakah terdapat miskonsepsi sehingga didapatkan kesimpulan tertentu. Adapun empat kategori model mental siswa sesuai dengan jawaban siswa yang terdapat pada tes diagnostik dua tingkat yang dikategorikan berdasarkan tipe jawaban dominan dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Wiji (2014, hlm.51), yaitu tipe 11 (tipe benar-benar), tipe 10 (yaitu tipe benar-salah), tipe 01 (tipe salah benar), dan tipe 00 (tipe salah salah).

Model mental siswa pada masing - masing butir soal yang telah diketahui, kemudian dibuat persentasenya dengan membandingkan jumlah siswa untuk masing-masing kategori terhadap jumlah seluruh siswa. Setelah selesai mengelompokkan dan menghitung persentase penyebaran siswa pada masing - masing tipe model mental, maka selanjutnya dilakukan penjabaran dan penafsiran terhadap data yang diperoleh untuk mengetahui profil model mental yang dimiliki oleh siswa. Penafsiran yang dilakukan berdasarkan acuan dari pengelompokkan model mental yang diteliti oleh Wiji (2014).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil model mental siswa pada submateri hukum laju reaksi ini mendeskripsikan bagaimana gambaran umum hasil penelitian berupa pemahaman siswa pada submateri hukum laju reaksi ditinjau dari ketiga level representasi kimia. Hal ini karena model mental memberikan gambaran terhadap kontribusi pemahaman kimia pada ketiga representasi kimia (Handayanti, et. al, 2015). Selain itu, melalui model mental maka akan dapat diketahui pemahaman,

kesulitan, dan miskonsepsi dari masing-masing konsep yang digali. Pemahaman siswa dapat dilihat melalui model mental tipe-11, kesulitan dapat dilihat melalui model mental tipe-01 dan tipe-10, sedangkan miskonsepsi dapat dilihat melalui model mental tipe-01, tipe-10, dan tipe-00. Adapun temuan yang diperoleh juga digunakan untuk mendeskripsikan kategori model mental yang dimiliki siswa dan menjelaskan hubungan antara ketiga level representasi kimia dengan kategori model mental yang dimiliki siswa. Secara keseluruhan hasil penelitian menemukan model mental siswa yang diungkap melalui pemberian instrumen TDM-PGDT hukum laju reaksi yang berisi 9 pokok uji soal dengan persentase yang beragam pada tiap pokok uji seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.

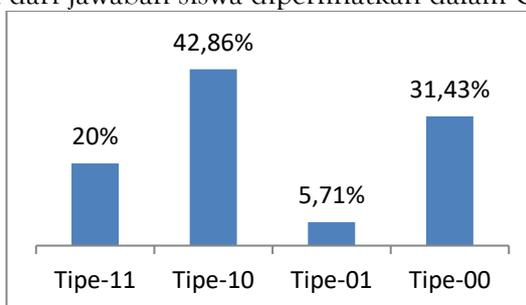


Gambar 1. Persentase Model Mental Siswa pada Seluruh Pokok Uji.

a. **Pengolahan dan Interpretasi Data Hasil Penelitian pada Konsep Orde Reaksi**

Untuk mengetahui model mental siswa pada konsep orde reaksi maka digunakan 5 pokok uji. Pada 5 pokok uji ini meliputi 1 pokok uji penentuan orde reaksi terhadap salah satu pereaksi yang bernilai bilangan bulat dan 1 pokok uji penentuan orde reaksi terhadap salah satu pereaksi yang bernilai pecahan; 1 pokok uji mengenai penentuan orde reaksi total, serta 2 pokok uji mengenai penentuan grafik laju reaksi terhadap konsentrasi pereaksi yang sejalan dengan orde reaksinya.

- Konsep Orde Reaksi pada Fenomena Reaksi antara  $\text{HgCl}_2$  dan ion  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$   
 Pada pokok uji nomor 1 siswa diminta untuk menentukan orde reaksi terhadap pereaksi ion  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ . Setelah dilakukan pengolahan terhadap jawaban siswa, model mental yang muncul dari jawaban siswa diperlihatkan dalam Gambar 4.2 berikut.

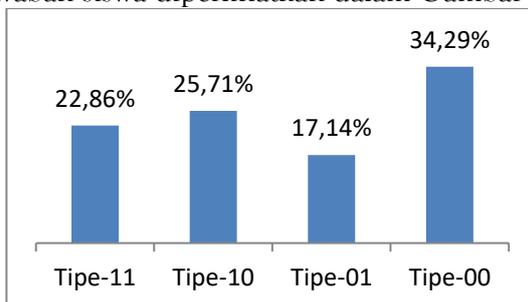


Gambar 2. Persentase Model Mental Siswa pada Konsep Orde Reaksi melalui Fenomena Reaksi antara  $\text{HgCl}_2$  dan ion  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ .

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh model mental siswa yang

mendominasi pada pokok uji nomor 1 adalah model mental tipe-10. Siswa yang memiliki model mental tipe-10 dianggap hanya mampu menentukan orde reaksi terhadap ion  $C_2O_4^{2-}$  melalui hitungan matematis, namun kesulitan menemukan alasannya terkait penjelasan orde reaksi terhadap ion  $C_2O_4^{2-}$  secara submikroskopik. Sebagian besar siswa menganggap orde reaksi terhadap ion  $C_2O_4^{2-}$  dapat ditentukan ketika konsentrasi ion  $C_2O_4^{2-}$  tidak berubah, sementara konsentrasi pereaksi lainnya, yaitu konsentrasi  $HgCl_2$  meningkat. Alasan yang diberikan menunjukkan pemahaman terhadap konsep orde yang salah, sementara itu konsep yang benar terkait orde reaksi ion  $C_2O_4^{2-}$  yaitu ketika konsentrasi ion  $C_2O_4^{2-}$  meningkat, sementara konsentrasi pereaksi lainnya tidak berubah. Setelah itu, ditentukan seberapa besar peningkatan lajunya akibat dari peningkatan konsentrasi ion  $C_2O_4^{2-}$ . Selain itu, siswa juga menganggap ketika konsentrasi ion  $C_2O_4^{2-}$  meningkat dua kalinya, maka jumlah partikel dan frekuensi tumbukkan antar partikel ion  $C_2O_4^{2-}$  juga akan menjadi dua kali lebih banyak, sehingga lajunya meningkat dua kalinya. Maka, orde reaksi terhadap ion  $C_2O_4^{2-}$  adalah dua. Meskipun jawaban orde reaksi terhadap ion  $C_2O_4^{2-}$  benar, namun alasan yang dipilih menunjukkan bahwa pemahaman siswa belum utuh.

- Konsep Orde Reaksi melalui Fenomena Reaksi antara  $CHCl_3$  dan  $Cl_2$   
Pada pokok uji nomor 5 siswa diminta untuk menentukan orde reaksi terhadap pereaksi  $Cl_2$ . Setelah dilakukan pengolahan terhadap jawaban siswa, model mental yang muncul dari jawaban siswa diperlihatkan dalam Gambar 3 berikut.

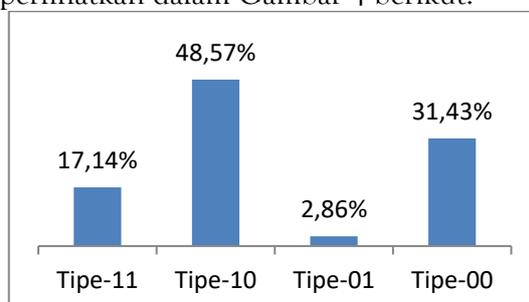


**Gambar 3.** Persentase Model Mental Siswa pada Konsep Orde Reaksi melalui Fenomena Reaksi antara  $CHCl_3$  dan  $Cl_2$ .

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh model mental siswa yang mendominasi pada pokok uji nomor 5 adalah model mental tipe-00. Artinya, siswa belum mampu menentukan orde reaksi terhadap pereaksi  $Cl_2$  (level simbolik) dan belum mengetahui konsep penentuan orde reaksi terhadap suatu pereaksi (level submikroskopik). Sebagian besar siswa yang memiliki model mental tipe-00 menganggap orde reaksi terhadap  $Cl_2$  pada fenomena reaksi antara  $CHCl_3$  dan  $Cl_2$  dapat ditentukan ketika tekanan gas  $Cl_2$  tidak berubah, akan tetapi tekanan gas pereaksi lainnya yang meningkat. Hal ini menunjukkan kekeliruan dalam pemahaman siswa terhadap konsep orde reaksi, yaitu dalam menentukan orde reaksi pada suatu pereaksi. Konsep yang benar terkait penentuan orde reaksi yaitu, orde reaksi terhadap  $Cl_2$  ditentukan ketika tekanan  $Cl_2$  diperbesar sementara tekanan pereaksi lain tidak berubah (Silberberg, 2015). Secara simbolik siswa juga masih kesulitan dalam menentukan orde reaksi  $Cl_2$ , hal ini dimungkinkan karena kemampuan hitungan matematis siswa yang kurang. Sebab, orde reaksi terhadap  $Cl_2$  berupa pecahan, besar kemungkinan hal tersebut menyebabkan siswa kesulitan

dalam menentukan orde reaksinya.

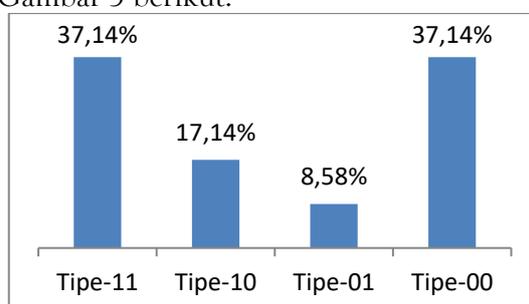
- Konsep Orde Reaksi melalui Fenomena Reaksi antara  $\text{NO}_2$  dan  $\text{CO}$   
Pada pokok uji nomor 7 siswa diminta untuk menentukan orde reaksi totalnya. Setelah dilakukan pengolahan terhadap jawaban siswa, model mental yang muncul dari jawaban siswa diperlihatkan dalam Gambar 4 berikut.



**Gambar 4.** Persentase Model Mental Siswa pada Konsep Orde Reaksi melalui Fenomena Reaksi antara  $\text{NO}_2$  dan  $\text{CO}$ .

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh model mental siswa yang mendominasi pada pokok uji nomor 7 adalah model mental tipe-10. Sebagian besar ditafsirkan siswa hanya mampu menentukan orde reaksi total melalui perhitungan (level simbolik), namun belum mampu memberikan penjelasan terkait penentuan orde reaksinya (level submikroskopik). Adapun 14,11% siswa diantaranya masih menganggap orde reaksi sama dengan koefisien stoikiometri, sedangkan konsep yang tepat adalah tidak ada cara untuk memprediksi orde reaksi dari persamaan kimia dan orde reaksi harus ditentukan secara eksperimental (Whitten, *et. al.*, 2014). Selain itu, orde nol pada  $\text{CO}$  disebabkan karena terdapat variabel lain yang belum diketahui yang mempengaruhi waktu reaksinya sehingga waktu reaksinya tidak berubah.

- Konsep Orde Reaksi pada Penentuan Grafik Hubungan Laju terhadap Konsentrasi Pereaksi melalui Fenomena Reaksi antara  $\text{HgCl}_2$  dan  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$   
Pada pokok uji nomor 2, siswa diminta untuk dapat menentukan grafik yang menunjukkan hubungan antara laju reaksi dengan konsentrasi pereaksi yang sejalan dengan orde reaksi terhadap pereaksi ion  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ . Setelah dilakukan pengolahan terhadap jawaban siswa, model mental yang muncul dari jawaban siswa diperlihatkan dalam Gambar 5 berikut.



**Gambar 5.** Persentase Model Mental Siswa dalam Konsep Orde Reaksi pada Penentuan Grafik Hubungan Laju terhadap Konsentrasi Pereaksi melalui Fenomena Reaksi antara  $\text{HgCl}_2$  dan  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ .

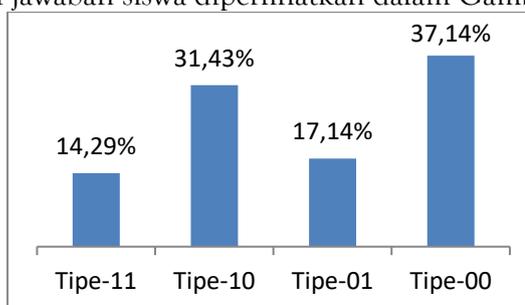
Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh model mental siswa yang mendominasi pada pokok uji nomor 2 adalah model mental tipe-11 dan tipe-00.

Hal ini menunjukkan bahwa siswa yang memahami konsep secara utuh dengan siswa yang tidak memahami konsep jumlahnya sama banyak. Siswa yang memiliki model mental tipe-11 ditafsirkan sudah memperoleh orde reaksi terhadap pereaksi ion  $C_2O_4^{2-}$  dengan benar, yaitu orde dua, sehingga grafik yang akan tergambar adalah grafik dengan plot garis membentuk kurva lengkung ke atas (Silberberg, 2015). Siswa dengan model mental tipe-11 diinterpretasikan telah memahami grafik, yaitu menunjukkan laju yang meningkat secara eksponensial terhadap konsentrasi ion  $C_2O_4^{2-}$  (Silberberg, 2015).

Sementara itu, siswa dengan model mental tipe-00 ditafsirkan belum memahami konsep pada tiga level representasi dan belum dapat mengaitkannya. Sebagian besar siswa dengan model mental tipe-00 memilih jawaban dan alasan yang tidak saling berhubungan. Adapun opsi jawaban yang paling banyak dipilih adalah opsi yang menunjukkan plot garis lurus diagonal. Grafik tersebut seharusnya merupakan grafik yang tepat untuk menunjukkan laju yang berbanding lurus terhadap konsentrasi, atau untuk reaksi orde satu. Sedangkan, orde reaksi total yang tepat adalah dua (Silberberg, 2015, hlm.684). Ketidapahaman siswa secara utuh pada konsep orde reaksi juga menyebabkan banyak siswa menganggap grafik yang dipilihnya menggambarkan kondisi ketika jumlah partikelnya meningkat tiga kalinya maka lajunya akan meningkat empat kalinya.

- Konsep Orde Reaksi pada Penentuan Grafik Hubungan Laju ( $1/t$ ) terhadap Konsentrasi melalui Fenomena Reaksi antara  $NO_2$  dan  $CO$

Pada pokok uji nomor 8 siswa diminta untuk menentukan grafik yang menunjukkan hubungan antara laju ( $1/t$ ) terhadap konsentrasi pereaksi yang sejalan dengan orde reaksi  $CO$ , dengan data percobaan yang diberikan adalah data dari waktu reaksinya. Setelah dilakukan pengolahan terhadap jawaban siswa, model mental yang muncul dari jawaban siswa diperlihatkan dalam Gambar 6 berikut.



**Gambar 6.** Persentase Model Mental Siswa dalam Konsep Orde Reaksi pada Penentuan Grafik Hubungan Laju ( $1/t$ ) terhadap Konsentrasi melalui Fenomena Reaksi antara  $NO_2$  dan  $CO$ .

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh model mental siswa yang mendominasi pada pokok uji nomor 8 adalah model mental tipe-00. Artinya, masih banyak siswa yang belum mampu menentukan dan menjelaskan grafik yang menunjukkan hubungan laju ( $1/t$ ) terhadap konsentrasi yang sejalan dengan orde reaksi  $CO$ . Besar kemungkinan hal ini terjadi karena siswa tidak paham ketika data percobaan yang diberikan bukanlah laju awalnya akan tetapi waktu reaksinya. Sebagian siswa dengan model mental tipe-00 dianggap sudah memahami konsep orde reaksi, yaitu orde reaksi harus ditentukan berdasarkan percobaan (Whitten, et. al., 2014) dengan bantuan hitungan matematis, sehingga mampu untuk

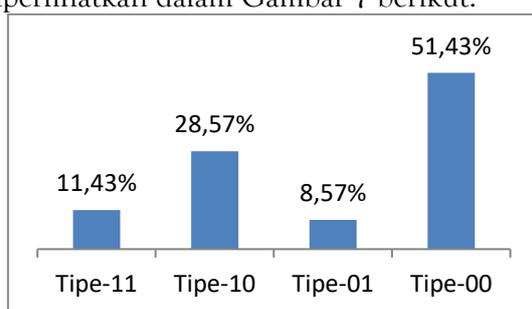
memberikan alasan terkait grafik yang dipilih sebagai jawaban. Akan tetapi, besar kemungkinan siswa masih mengalami kekeliruan dalam menentukan orde reaksi terhadap CO, dan menganggap bahwa orde reaksi CO adalah dua. Oleh karena penentuan orde reaksi CO yang salah, akhirnya mengakibatkan grafik yang dipilih sebagai jawaban serta alasan yang dipilih juga tidak tepat, meskipun keduanya saling berhubungan. Sebab, jawaban dan alasan yang dipilih merupakan jawaban dan alasan yang sesuai untuk orde reaksi terhadap NO<sub>2</sub>.

**b. Pengolahan dan Interpretasi Data Hasil Penelitian pada Bahasan mengenai Hukum Laju Reaksi**

Untuk mengetahui model mental siswa pada bahasan mengenai hukum laju reaksi maka digunakan 2 pokok uji. Pada 2 pokok uji tersebut meliputi 1 pokok uji mengenai penentuan hukum laju reaksinya serta 1 pokok uji lainnya mengenai penentuan laju reaksinya (untuk menafsirkan ketepatan dalam menentukan hukum laju reaksinya).

- Penentuan Hukum Laju Reaksi melalui Fenomena Reaksi antara HgCl<sub>2</sub> dan ion C<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>2-</sup>

Pada pokok uji nomor 3 siswa diminta untuk menentukan hukum laju reaksinya. Setelah dilakukan pengolahan terhadap jawaban siswa, model mental yang muncul dari jawaban siswa diperlihatkan dalam Gambar 7 berikut.



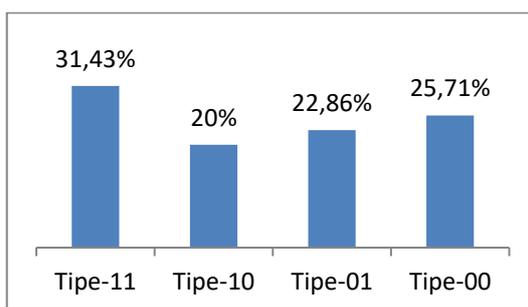
**Gambar 7.** Persentase Model Mental Siswa pada Bahasan mengenai Hukum Laju Reaksi melalui Fenomena Reaksi antara HgCl<sub>2</sub> dan ion C<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>2-</sup>.

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh model mental siswa yang mendominasi pada pokok uji nomor 3 adalah model mental tipe-00. Siswa dengan model mental tipe ini belum memahami hubungan yang dapat dijelaskan melalui hukum laju reaksi atau makna dari hukum laju reaksi, yaitu ekspresi hukum laju dapat digunakan untuk menggambarkan kebergantungan laju terhadap konsentrasi (Whitten, et. al., 2014). Sebagian siswa masih belum memahami hukum laju reaksi secara utuh, misalnya ia sudah mengetahui adanya pengaruh suhu yang mempengaruhi laju reaksi yang dapat dinyatakan dalam konstanta laju reaksi serta adanya variabel lain yang dapat mempengaruhi laju reaksi. Akan tetapi, siswa belum memahami hukum laju reaksi juga menyatakan adanya pengaruh konsentrasi yang memengaruhi laju reaksi. Selain itu, siswa tidak mampu menentukan hukum laju reaksi secara simbolik serta tidak mampu menghubungkan jawaban dengan alasan.

Berdasarkan hasil analisis, siswa dengan model mental tipe-00 memiliki faktor kesalahan pada pemahaman yang berbeda-beda. Pertama, siswa masih mengalami miskonsepsi dalam menentukan orde reaksi terhadap masing-masing pereaksi karena menganggap orde reaksi dapat ditentukan secara langsung berdasarkan koefisien stoikiometrinya. Sementara konsep yang seharusnya adalah orde reaksi harus ditentukan berdasarkan percobaan (Whitten, et. al., 2014).

Kedua, masih banyak siswa yang belum dapat membedakan hukum laju reaksi dengan rumusan laju reaksi. Selain itu, siswa juga masih kesulitan untuk membedakan makna dari hukum laju reaksi dengan makna dari rumusan laju reaksi.

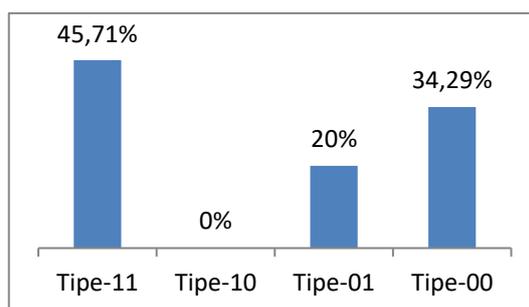
- Penentuan Laju Reaksi melalui Fenomena Reaksi antara  $\text{NO}_2$  dan  $\text{CO}$   
 Pada pokok uji nomor 9 siswa diminta untuk menentukan laju reaksinya ketika konsentrasi pereaksi diubah, sehingga dapat terlihat ketepatan siswa terhadap hukum laju reaksi yang ditentukannya. Setelah dilakukan pengolahan terhadap jawaban siswa, model mental yang muncul dari jawaban siswa diperlihatkan dalam Gambar 8.



**Gambar 8.** Persentase Model Mental Siswa pada Penentuan Laju Reaksi melalui Fenomena Reaksi antara  $\text{NO}_2$  dan  $\text{CO}$

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh model mental siswa yang mendominasi pada pokok uji nomor 9 adalah model mental tipe-11. Siswa dengan model mental tipe-11 ditafsirkan sudah mampu menentukan jawaban dan menjelaskan alasan dengan tepat. Siswa yang memiliki model mental tipe-11 dapat menentukan nilai laju reaksinya ketika masing-masing konsentrasi pereaksi berubah melalui hitungan matematis. Siswa dianggap telah memahami penggambaran hukum laju dapat digunakan untuk menghitung laju reaksi dengan meninjau konstanta laju dan konsentrasi. Selain itu, dapat diinterpretasikan siswa telah menentukan hukum laju reaksinya dengan tepat, yaitu  $r=k[\text{NO}]^2$ . Oleh karena itu, siswa juga mampu memberikan kesimpulan berupa nilai laju reaksinya dengan tepat.

- c. **Pengolahan dan Interpretasi Data Hasil Penelitian pada Konsep Tetapan Laju Reaksi**  
 Untuk mengetahui model mental siswa pada konsep tetapan laju reaksi maka digunakan 2 pokok uji. Pada 2 pokok uji tersebut meliputi 1 pokok uji terkait penentuan harga tetapan laju reaksinya dengan adanya faktor suhu yang memengaruhinya serta 1 pokok uji lainnya mengenai penentuan nilai dan satuan tetapan laju reaksi.
- Subkonsep Penentuan Harga Tetapan Laju Reaksi melalui Fenomena Reaksi antara  $\text{CHCl}_3$  dan  $\text{Cl}_2$   
 Pada pokok uji nomor 6, siswa diminta untuk menentukan harga dari variabel yang terdapat dalam hukum laju reaksinya ketika ada pengaruh suhu. Setelah dilakukan pengolahan terhadap jawaban siswa, model mental yang muncul dari jawaban siswa diperlihatkan dalam Gambar 9 berikut.

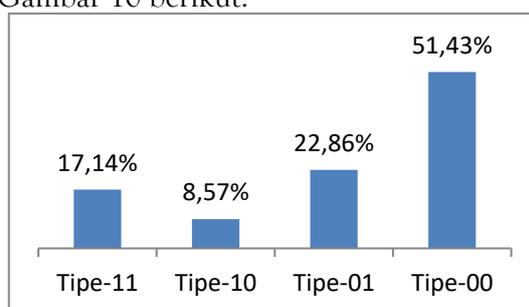


**Gambar 9** Persentase Model Mental Siswa pada Subkonsep Penentuan Harga Tetapan Laju Reaksi melalui Fenomena Reaksi antara  $\text{CHCl}_3$  dan  $\text{Cl}_2$ .

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh model mental siswa yang mendominasi pada pokok uji nomor 6 adalah model mental tipe-11. Siswa dengan model mental ini ditafsirkan sudah memahami pada suatu reaksi yang diketahui bentuk hukum laju reaksinya secara umum, dan ketika pada reaksi tersebut suhunya dinaikkan, maka pengaruhnya terhadap hukum laju reaksinya adalah harga konstanta laju reaksinya akan meningkat. Hal tersebut disebabkan oleh frekuensi tumbukkan dan jumlah partikel yang bereaksinya semakin banyak. Oleh karena itu, dapat diinterpretasikan siswa sudah memahami konsep tetapan laju, yaitu harga konstanta laju reaksi dapat berubah dengan adanya perubahan suhu, hal tersebut menandakan bahwa suhu dapat mempengaruhi laju (Brown, dkk., 2012, hlm.565).

- Subkonsep Penentuan Nilai dan Satuan Tetapan Laju Reaksi melalui Fenomena Reaksi  $\text{HgCl}_2$  dan  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$

Subkonsep penentuan nilai dan satuan tetapan laju reaksi melalui fenomena reaksi antara  $\text{HgCl}_2$  dan  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  terdapat dalam pokok uji nomor 4. Setelah dilakukan pengolahan terhadap jawaban siswa, model mental yang muncul dari jawaban siswa diperlihatkan dalam Gambar 10 berikut.



**Gambar 10.** Persentase Model Mental Siswa pada Subkonsep Penentuan Nilai dan Satuan Tetapan Laju Reaksi melalui Fenomena Reaksi  $\text{HgCl}_2$  dan  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh model mental siswa yang mendominasi pada pokok uji nomor 4 adalah model mental tipe-00. Siswa yang memiliki model mental tipe-00 belum mampu memberikan kesimpulan dan menjelaskan alasan dengan tepat. Sebagian besar siswa dengan model mental tipe-00 memilih jawaban dan alasan yang menunjukkan ketidakpahaman siswa pada konsep tetapan laju reaksi, sehingga akhirnya tidak mampu menentukan nilai tetapan laju reaksi melalui hitungan matematis. Sementara itu, konsep yang benar adalah nilai tetapan laju reaksi dapat diketahui dengan menentukan orde reaksi terlebih dahulu menggunakan data eksperimen (Whitten, et. al., 2014).

Berdasarkan hasil penelitian ditemukan masih banyak siswa yang belum mampu menentukan orde reaksi terhadap masing-masing pereaksi, sehingga tidak mampu juga untuk menentukan hukum laju reaksinya dan pada akhirnya, siswapun tidak mampu menghitung nilai tetapan laju reaksinya dengan tepat.

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan interpretasi data dari model mental 35 siswa di salah satu SMA Negeri di kota Cimahi pada submateri Hukum Laju Reaksi dengan menggunakan Tes Diagnostik Model Mental Pilihan Ganda Dua Tingkat (TDM-PGDT), maka dapat ditarik kesimpulan bahwa profil model mental siswa yang terungkap adalah sebagai berikut: (1) Model mental siswa untuk konsep orde reaksi didominasi oleh tipe-00, artinya masih banyak siswa yang belum memahami konsep orde reaksi dalam tiga level representasi; (2) Model mental siswa mengenai hukum laju reaksi didominasi oleh tipe-00, artinya masih banyak siswa yang belum memahami bahasan mengenai hukum laju reaksi secara utuh. (3) Model mental siswa untuk konsep tetapan laju reaksi didominasi oleh tipe-00, artinya masih banyak siswa yang belum memahami konsep tetapan laju reaksi dalam tiga level representasi.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia.

#### 6. REFERENSI

- Adadan, E. & Savaci, F. (2012). "An Analysis of 16-17-Year-Old Students' Understanding Concepts Using a Two-Tier Diagnostic Instrument". *International Journal of Science Education*, 3(4): 513-544.
- Dewi, K. M., Suja, I. W., & Sastrawidana, I. D. K. (2018). Model Mental Siswa Tentang Termokimia. *Jurnal Pendidikan Kimia Undiksha*, 2(2), 45-52.
- Dewangga, D. Y., & Suyono. (2017). "Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing yang Dipadukan dengan Model Connected untuk Membangun Konsep Laju Reaksi". *Journal of Chemical Education*. 6(2): 275-280.
- Habiddin & Page, E.M. (2019). "Development and Validation of a Four-Tier Diagnostic Instrument for Chemical Kinetics (FTDICK)". *Indonesia Journal Chemistry*. 19(3): 720-736.
- Handayanti, Y., Setiabudi, A., & Nahadi. (2015). "Analisis Profil Model Mental Siswa SMA pada Materi Laju Reaksi. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA*", 1(1): 107-122.
- Khasanah, N., Wartono, & Yuliati, L. (2016). "Analysis of Mental Model of Students Using Isomorphic Problems in Dynamics of Rotational Motion Topic". *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. 5(2): 186-191.
- Laliyo, L.A.R. (2011). "Model Mental Siswa dalam Memahami Perubahan Wujud Zat". *Jurnal Penelitian dan Pendidikan*. 8(1): 1-12.
- Musya'idah, Effendy, & Santoso, A. (2016). "POGIL, Analogi Model FAR, KBI, dan Laju Reaksi". *Jurnal pendidikan IPA*. 1: 671-680.
- Pratamaa, B.A., Subalia, B., & Dwijanantia, P. (2018). "Developing Two-Tier Essay for Diagnostic Test Instrument to Identify Student Learning Difficulty". *Jurnal Pendidikan Sains*. 7(2): 117-128.
- Sappaile, N. (2019). Hubungan pemahaman konsep perbandingan dengan hasil belajar

- kimia materi stoikiometri. *Jurnal Ilmu Pendidikan (JIP) STKIP Kusuma Negara*, 10(2), 58-71.
- Sendur, G. & Toprak, M. (2013). "The Role of Conceptual Change Texts to Improve Students' Understanding of Alkenes". *Chemistry Education Research and Practice*. 14(4): 431-449.
- Silberberg. (2015). *Chemistry: The Molecular Nature of Matter and Change, Seventh Edition*. Newyork: McGraw-Hill Education.
- Tan, K.C.D. dkk. (2002). "Development and Application of a Two-Tier Multiple Choices Instrument to Assess High School Students' Understanding of Inorganic Chemistry Qualitative Analysis". *Journal of Research in Science Teaching*. Vol XXXIX: 283-301.
- Tumay, H. (2014). "Prospective Chemistry Teachers' Mental Models of Vapor Pressure". *Journal of The Royal Society of Chemistry*. Vol XV: 366-379.
- Whitten, K. W., Davis, R. E., Peck, M. L., & Stanley, G. G. (2014). *Chemistry 10th Edition*. USA: Brooks/Cole Cengage Learning