

VALIDITAS MODEL PEMBELAJARAN KIMIA BERBASIS MULTIPLE REPRESENTASI UNTUK MENINGKATKAN MODEL MENTAL SISWA PADA TOPIK STRUKTUR ATOM

Sunyono¹⁾

¹⁾Prodi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Lampung, Alamat: Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Gedongmeneng Bandar Lampung (sunyono_ms@yahoo.com) .

ABSTRACT

This research has been conducted to obtain the feasibility or validity of learning model based on multiple representations that has been developed. The development of this model is done to enhance learning model *SiMaYang*, to be applied to high school students by integrating scientific approach into the model *SiMaYang*, hereinafter called *SiMaYang* type 2. The study was conducted through field surveys in advance to obtain a picture of the learning needs of the chemical, further will be designed the model and the learning device. The results of the development of model of learning and teaching tools were tested by experts to obtain the validity/feasibility of the developed model. Test of experts were conducted by 5 people relevant experts. The results of the research showed that (1) *SiMaYang* learning model of type 2 is a high school chemistry teaching model based on multiple representations that have characteristics consistent with the foundation of constructivism learning theory, the theory of information processing, and dual coding theory. The purpose of this model is to teach abstract concepts, and it is associated with a macro phenomenon, sub-micro, and symbolic, and teaches skills in building a mental model to optimize the ability of imagination. Phases of the *SiMaYang* learning model has a characteristic of collaborative, cooperative, and imaginative. (2) The validity/feasibility of *SiMaYang* learning model of type 2 was high, where the results of the expert appraisal indicates that the content validity and construct validity of the model *SiMaYang* type 2 has a high category.

Key Words: *SiMaYang Model, Validity, Mental Models.*

PENDAHULUAN

Berdasarkan karakteristik dari ilmu kimia, pembelajaran kimia sudah seharusnya dilaksanakan dalam rangka peningkatan keterampilan berpikir melalui pemecahan masalah yang berkaitan dengan fenomena kimia. Pemecahan masalah tersebut dapat dilakukan melalui penyelesaian masalah yang bersifat nyata. Masalah-masalah nyata itu dapat bersifat nyata kasat mata dan dapat pula bersifat nyata namun tidak kasat mata, sebagaimana dinyatakan oleh Johnstone bahwa fenomena kimia meliputi tiga level, yaitu makroskopik yang bersifat nyata kasat mata, submikroskopik yang bersifat nyata tetapi tidak kasat mata (abstrak), dan simbolik (Johnstone, 2006). Penyelesaian masalah tentang fenomena kimia dalam pembelajaran akan dapat memberikan siswa beberapa keuntungan. Pertama, siswa dapat lebih memahami adanya hubungan yang erat antara kimia dengan situasi, kondisi, dan kejadian di lingkungan sekitarnya. Kedua, siswa akan terampil dalam menyelesaikan masalah secara mandiri melalui proses berpikir tingkat tinggi. Ketiga, siswa dapat membangun konsep kimia secara mandiri sehingga rasa percaya diri untuk berpikir sains dapat ditumbuhkan. Pada kenyataannya cara guru membelajarkan materi kimia di sekolah masih tradisional, yaitu dengan memfokuskan pembelajaran pada pelatihan menuliskan rumus molekul, pelatihan hitungan kimia, dan menghafal reaksi. Berkenaan dengan ini Liliarsari mengatakan bahwa dalam kimia di Indonesia umumnya masih menggunakan pendekatan tradisional, yaitu siswa dituntut lebih banyak mempelajari konsep-konsep dan prinsip-prinsip sains secara verbalistik (Liliarsari, 2007).

Berdasarkan hal di atas, pembelajaran kimia sebaiknya menggunakan pendekatan yang menekankan pada tiga level fenomena kimia. Dalam hal ini, pemahaman seseorang terhadap kimia ditentukan oleh kemampuannya mentransfer dan menghubungkan antara fenomena makroskopik, submikroskopik, dan simbolik (Sunyono, 2012). Upaya pemecahan masalah kimia sebagai salah satu keterampilan berpikir tingkat tinggi akan lebih mudah dilakukan, jika pembelajaran kimia dilaksanakan dengan melatih siswa menggunakan kemampuan representasi secara ganda (*multiple*).

Kunci pokok dalam pemecahan masalah kimia, sebenarnya adalah pada kemampuan merepresentasikan fenomena kimia pada level submikroskopik (Treagust, et al., 2003). Namun kenyataannya, berbagai hasil penelitian juga menunjukkan bahwa umumnya siswa bahkan pada siswa yang performansinya bagus dalam ujian mengalami kesulitan dalam memahami ilmu kimia akibat ketidakmampuan memvisualisasikan struktur dan proses pada level submikroskopik dan tidak mampu menghubungkannya dengan level fenomena kimia yang lain (Treagust, 2008).

Berdasarkan hasil studi pendahuluan yang telah dilakukan diperoleh bahwa pembelajaran kimia yang berlangsung selama ini belum mampu memfasilitasi siswa/mahasiswa dalam belajar untuk mencapai kemampuan dalam merepresentasikan ketiga level fenomena kimia (Sunyono, dkk. 2011). Kemampuan tersebut direpresentasikan sebagai model mental. Hasil studi tersebut menunjukkan bahwa model mental siswa/mahasiswa belum dibangun secara baik, sehingga masih didominasi oleh level makroskopik. Model mental siswa/mahasiswa tersebut tercermin dari ketidakmampuan sebagian besar siswa/mahasiswa (82,15%) dalam menginterpretasikan gambar submikroskopik untuk mengidentifikasi perubahan-perubahan kimia yang terjadi. Siswa cenderung lebih banyak menggunakan transformasi makroskopik ke simbolik atau sebaliknya, namun tidak mampu dalam mentransformasikan level makroskopik dan simbolik ke level submikroskopik. Kesulitan-kesulitan siswa dalam mentransformasikan ketiga level fenomena kimia tersebut disebabkan belum dilatihnya mereka dalam belajar dengan representasi level submikroskopik dan pembelajaran kimia yang berlangsung cenderung memisahkan ketiga level fenomena kimia (Sunyono, dkk. 2011). Berkaitan hal tersebut Coll (2008) menyatakan bahwa kemampuan siswa untuk mengoperasikan atau menggunakan model mental mereka dalam rangka menjelaskan peristiwa-peristiwa yang melibatkan penggunaan model visual, sangat terbatas, sehingga perlu adanya latihan menginterpretasikan gambar visual submikro melalui pembelajaran yang melibatkan 3 level fenomena kimia. Peneliti lain seperti Devetak, et al. (2009). menemukan bahwa siswa yang belum pernah di latih dengan representasi eksternal akan mengalami kesulitan dalam menginterpretasikan struktur submikro dari suatu molekul.

Hasil penelitian tersebut menunjukkan adanya kesulitan siswa dalam menginterkoneksi ketiga level fenomena kimia. Adanya kesulitan tersebut menandakan siswa masih belum mampu membangun model mental, sehingga siswa kesulitan dalam mengembangkan kemampuan berpikirnya. Menurut Senge (2004) bahwa proses berpikir seseorang memerlukan bangunan model mental yang baik. Seseorang yang mengalami kesulitan dalam membangun model mentalnya menyebabkan orang tersebut akan mengalami kesulitan dalam mengembangkan keterampilan berpikir, sehingga tidak mampu melakukan pemecahan masalah dengan baik.

Berdasarkan kajian berbagai literatur yang telah dilakukan oleh Sunyono, dikatakan bahwa model pembelajaran yang dapat mengembangkan model mental siswa adalah model pembelajaran yang dikemas dengan melibatkan tiga level fenomena kimia (makro, submikro, dan simbolik), sehingga dapat berdampak pada peningkatan penguasaan materi kimia siswa (Sunyono, 2011). Model pembelajaran tersebut selanjutnya oleh Sunyono (2012) dinamakan model pembelajaran *SiMaYang*. Model pembelajaran *SiMaYang* adalah model pembelajaran kimia berbasis multipel representasi dengan sintaks yang terdiri dari fase orientasi, eksplorasi, imajinasi, internalisasi, dan evaluasi. Dengan menggunakan model pembelajaran *SiMaYang* diharapkan siswa memiliki pemahaman terhadap peran ketiga level fenomena kimia tersebut, siswa akan dapat mentransfer pengetahuan melalui interkoneksi antara satu level ke level yang lain, yang berarti siswa dapat memperoleh pengetahuan konseptual yang diperlukan dalam memecahkan masalah. Pengetahuan konseptual merupakan satu bagian esensial yang harus dimiliki oleh siswa ketika mempelajari kimia yang harus tersimpan dalam memori jangka panjang dan mudah diakses kembali untuk memecahkan masalah kimia. Agar pengetahuan yang diperoleh siswa masuk ke dalam memori jangka panjang, siswa harus didorong untuk menggunakan model mentalnya dalam menghubungkan ketiga level fenomena kimia tersebut (McBroom, 2011).

METODE PENELITIAN

Rancangan penelitian ini adalah pengembangan desain model pembelajaran yang merupakan penyempurnaan dari model pembelajaran *SiMaYang* (Sunyono, 2014) yang diintegrasikan dengan pendekatan saintifik. Berdasarkan hasil studi pendahuluan yang telah dilakukan disusun rancangan model pembelajaran berbasis multipel representasi untuk membangun

model mental dan meningkatkan penguasaan konsep kimia siswa SMA. Rancangan ini meliputi: (a) rancangan model pembelajaran, (b) rancangan perangkat pembelajaran, (c) validasi ahli dan FGD (*Focus Group Discussion*). Kedua rancangan tersebut disusun secara berurutan, dalam hal ini setelah draf model pembelajaran berhasil disusun, kemudian disusun perangkat pembelajaran sebagai operasionalisasi model pembelajaran yang dikembangkan.

a. Rancangan model pembelajaran

Pada tahap ini dilakukan perbaikan desain draf model pembelajaran berbasis multipel representasi (*SiMaYang*) dengan sintaks pembelajaran yang dilengkapi dengan aktivitas guru dan siswa pada setiap fase. Sintaks model pembelajaran *SiMaYang* disesuaikan dengan pendekatan saintifik. Oleh sebab itu, keterpaduan antara pendekatan saintifik dengan model *SiMaYang* selanjutnya dinamakan Santifik-*SiMaYang* atau *SiMaYang* Tipe 2. Pengembangan model pembelajaran ini disesuaikan dengan saran Taber (2013) bahwa dalam pembelajaran kimia sebaiknya mempertimbangkan tiga kategori tipologi fenomena kimia, yaitu makro, submikro, dan simbolik. Desain draf model pembelajaran dikembangkan dalam bentuk buku model. Buku tersebut merupakan revisi dari buku model pembelajaran *SiMaYang* yang telah dikembangkan oleh Sunyono (2013).

b. Rancangan perangkat pembelajaran

Perancangan perangkat pembelajaran dilakukan setelah desain draf model tersusun dalam bentuk draf buku model yang berisi sintak pembelajaran dan petunjuk pelaksanaan pembelajaran. Langkah kegiatan dalam menyusun perangkat pembelajaran ini meliputi:

- (1) Merancang pengorganisasian materi berdasarkan karakteristik, keluasan dan kedalaman materi, dan alokasi waktu. Rancangan organisasi materi ini digunakan sebagai dasar dalam menyusun perangkat pembelajaran yang melatih siswa dalam menginterkoneksi ketiga level fenomena kimia (makro, submikro, dan simbolik).
- (2) Menetapkan indikator keberhasilan pembelajaran yang meliputi indikator pencapaian model mental dan indikator pencapaian penguasaan konsep sebagai dasar untuk menyusun instrumen evaluasi.
- (3) Menyusun rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) dan lembar kegiatan siswa (LKS).
- (4) Penyediaan media pembelajaran. Media pembelajaran yang digunakan untuk menjelaskan fenomena level molekuler (submikro) diambil dari media animasi/simulasi berbasis komputer yang telah dikembangkan oleh para pakar kimia dan telah diproduksi oleh *McGraw-Hill, Inc.*

c. Validasi ahli

Produk-produk hasil pengembangan model, selanjutnya divalidasi terlebih dahulu sebelum digunakan pada tahap implementasi/pengujian. Fokus validasi produk-produk pengembangan tersebut adalah pada validasi konten (isi) yang dilakukan oleh 5 orang ahli sesuai batas minimal uji validasi menurut Lawshe (Cohen & Swerdik, 2010). Karakteristik akademik validator ahli adalah memiliki jenjang pendidikan Strata 3 (S3), mempunyai bidang keahlian pendidikan kimia, dan mempunyai pengalaman dalam melakukan penelitian pengembangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik model pembelajaran yang dikembangkan

Karakteristik model pembelajaran berbasis multipel representasi yang dikembangkan dirumuskan berdasarkan hasil kajian teori dan analisis yang dilakukan pada tahap pendahuluan dan pengembangan. Model pembelajaran hasil penyempurnaan model *SiMaYang* disusun dengan mengacu pada ciri suatu model pembelajaran menurut Arends (1997) yang menyebutkan setidaknya ada 4 ciri khusus dari model pembelajaran yang dapat digunakan untuk mencapai tujuan pembelajaran, yaitu rasional teoritik yang logis dari perancangannya, tujuan pembelajaran yang hendak dicapai, tingkah laku mengajar yang diperlukan agar pembelajaran dapat terlaksana, dan lingkungan belajar yang diperlukan untuk mencapai tujuan pembelajaran.

a. Rasional teoritik yang logis dari perancangnya

Model pembelajaran Saintifik - *SiMaYang* (*SiMaYang* tipe 2) dikembangkan berlandaskan teori-teori belajar konstruktivisme, teori pemrosesan informasi, dan teori *dual coding*. Ketiga teori tersebut mendasari proses pengembangan model yang mengkaitkan teori tujuh konsep dasar tentang kemampuan siswa dalam menginterpretasikan representasi eksternal dari fenomena submikroskopis (Schönborn and Anderson, 2009) ke dalam kerangka pembelajaran IF-SO (Waldrup, 2008). Ketiga teori belajar tersebut menjadi bahan pertimbangan dalam menyusun langkah-langkah pada fase orientasi, eksplorasi–imajinasi, internalisasi, dan evaluasi.

Teori belajar konstruktivisme, pemrosesan informasi, dan *dual coding* dijadikan rujukan dalam mengintegrasikan faktor interaksi konseptual (C) – mode representasi (M) dan penalaran (R) – konseptual (C) dari Schornbon (2009) ke dalam kerangka pembelajaran IF-SO pada isu F (fokus pada bentuk dan fungsi representasi). Integrasi tersebut digunakan dalam merumuskan fase eksplorasi.

Menurut teori belajar konstruktivisme (Howe, 1996) bahwa pengetahuan dibangun oleh siswa dalam konteks budaya dan atas dasar interaksinya dengan teman sebaya atau faktor eksternal yang lain. Ada beberapa aspek yang perlu diperhatikan dalam mengimplementasikan teori konstruktivisme, yaitu: (a) siswa sebagai pusat dalam pembelajaran, (b) pengetahuan yang akan disajikan disusun secara sistematis dan terstruktur sehingga mudah dipahami oleh siswa, (c) memanfaatkan media yang baik. Teori pemrosesan informasi Atkinson & Shiffrin (Solso, 2008) bahwa perilaku manusia seperti berbicara, menulis, interaksi sosial, dan sebagainya merupakan sistem pemrosesan kognisi yang melibatkan fungsi memory kerja (*working memory*) untuk disimpan dalam memori jangka panjang dan selanjutnya dapat diaktifkan dalam proses menalar dan mengingat. Terkait teori pemrosesan informasi, teori *dual coding* menyatakan bahwa informasi yang diterima seseorang diproses melalui salah satu dari dua *channel*, yaitu *channel* verbal seperti teks dan suara, dan *channel* visual (*nonverbal image*) seperti diagram, gambar, dan animasi (Solso, 2008). Dengan demikian, fase eksplorasi dirancang melalui kegiatan-kegiatan yang bersifat kolaboratif, kooperatif, dan imajinatif melalui berbagai representasi (verbal, visual, simbolik/matematik, dan sebagainya), agar pemrosesan informasi dapat tersimpan dalam memori jangka panjangnya untuk digunakan dalam proses menalar dan mengingat.

Berdasarkan teori-teori tersebut di atas, integrasi isu S (urutan/rangkaian tantangan representasional siswa dalam mengintegrasikan berbagai representasi yang bermakna) dengan faktor kemampuan interaksi penalaran (R) – mode representasi (M) dan C – R – M memerlukan kegiatan imajinasi, dengan demikian model pembelajaran yang dikembangkan melibatkan fase eksplorasi yang diikuti dengan proses imajinasi.

Integrasi dari faktor interaksi R– M dan C – R – M dengan isu O (*on going assesment*) dengan berlandaskan pada teori belajar konstruktivisme dan teori pemrosesan informasi dijadikan acuan dalam merumuskan fase internalisasi. Pada fase internalisasi, siswa diajak melakukan penemuan melalui kegiatan imajinasi melalui presentasi dan kegiatan individu dalam membangun model mental. Adanya tahap imajinasi ini sesuai dengan saran Tytler (1996) bahwa dalam upaya mengimplementasikan teori belajar konstruktivisme, rancangan pembelajaran hendaknya memberi kesempatan kepada pembelajar untuk mengemukakan gagasannya dengan bahasa sendiri dan memberi kesempatan kepada pembelajar untuk berpikir tentang pengalamannya sehingga menjadi lebih kreatif dan imajinatif, sehingga lingkungan belajar yang kondusif dapat dipenuhi.

b. Tujuan pembelajaran yang hendak dicapai

Berdasarkan tujuan dari pengembangan model pembelajaran Saintifik-*SiMaYang* (*SiMaYang* tipe 2), tujuan pembelajaran yang ingin dicapai adalah untuk membangun model mental dan meningkatkan penguasaan konsep siswa. Untuk mencapai tujuan tersebut, pembelajaran dengan model *SiMaYang* tipe 2 dilakukan dengan melibatkan kegiatan kolaboratif dan kooperatif, serta melibatkan potensi kemampuan imajinasi siswa.

c. Tingkah laku mengajar yang diperlukan agar pembelajaran terlaksana.

Karakteristik ketiga ini tertuang di dalam sintaks dari model pembelajaran *SiMaYang* tipe 2 (Tabel 1). Prilaku mengajar yang tertuang pada sintaks juga menggambarkan adanya sistem sosial, dan prinsip rekasi.

d. Lingkungan belajar yang diperlukan untuk mencapai tujuan

Untuk mencapai tujuan pembelajaran dengan model pembelajaran *SiMaYang* tipe 2 diperlukan lingkungan belajar yang memungkinkan siswa berinteraksi dengan temannya. Penataan suasana kelas dalam pembelajaran dengan model *SiMaYang* tipe 2 diatur dengan menggunakan gaya klaster (Santrock, 2008), sebagaimana model pembelajaran *SiMaYang* (Sunyono, 2014). Demikian pula sistem pengelompokan siswa pada model *SiMaYang* tipe 2 dilakukan berdasarkan jumlah siswa dalam 1 kelas, di mana setiap kelompok maksimal beranggotakan 4 – 6 orang. Pengelompokan dilakukan secara acak dan heterogen dengan pemerataan siswa yang memiliki kemampuan awal tinggi ke seluruh kelompok.

2. Hasil validasi/penilaian ahli

Penilaian ahli dilakukan dengan menggunakan lembar penilaian yang diisi oleh validator dengan memberi skor dan memberikan komentar/saran untuk perbaikan, selanjutnya skor dari kelima validator dibuat rata-rata dan untuk menentukan kevalidan dari penilaian ahli dibuat rentangan ketercapaian penilaian ahli dari skor maksimal yang ditetapkan. Penilaian oleh validator tersebut dilakukan melalui pertemuan-pertemuan untuk berdiskusi tentang draf model pembelajaran yang dikembangkan dan perangkatnya. Berdasarkan diskusi tersebut, selanjutnya dilakukan penyelesaian buku model dan perangkat pembelajaran, berupa RPP, LKS, soal tes penguasaan konsep, dan tes model mental. Hasil penilaian oleh validator digunakan sebagai data untuk analisis penilaian ahli dan beberapa komentar atau saran validator didiskusikan kembali. Diskusi ini bertujuan untuk konfirmasi tentang saran-saran validator guna perbaikan draf model dan perangkatnya. Hasil perbaikan ini selanjutnya dikonsultasikan kembali kepada validator untuk mendapatkan persetujuan.

Hasil penilaian ahli terhadap validitas isi dari model menunjukkan bahwa komponen-komponen model pembelajaran *SiMaYang* tipe 2 telah sesuai dengan tujuan dan ciri-ciri dari pengembangan model. Keseluruhan validator terlihat seluruh validator (5 orang) telah memberikan keputusan bahwa model pembelajaran *SiMaYang* tipe 2 “layak digunakan” dengan perbaikan-perbaikan sesuai saran.

Hasil penilaian ahli terhadap validitas konstruk model menunjukkan bahwa model pembelajaran *SiMaYang* tipe 2 memiliki kokohnya landasan teoritis yang tinggi dan komponen-komponennya (sintak, prinsip reaksi, sistem sosial, sistem pendukung, dan dampak instruksional serta dampak pengiring) secara internal juga memiliki konsistensi yang sangat tinggi, sehingga layak digunakan dalam pembelajaran.

Penilaian validator tersebut memberikan gambaran bahwa hasil penelitian berupa produk model pembelajaran *SiMaYang* tipe 2 telah memperkuat temuan-temuan sebelumnya yang berkaitan dengan pembelajaran berbasis multipel representasi, misalnya Guzel & Adadan (2013) yang memanfaatkan beberapa representasi dalam pembelajaran untuk mengembangkan pemahaman kimia calon guru tentang struktur materi; Jaber & BouJaoude (2012) yang memanfaatkan interaksi di antara tiga level fenomena makro – mikro – simbolik untuk meningkatkan pemahaman relasional tentang reaksi kimia; dan penelitian yang dilakukan oleh Abdurrahman (2010) yang memanfaatkan pembelajaran berbasis multipel representasi untuk meningkatkan penguasaan konsep, keterampilan generik sains, dan keterampilan berpikir kritis mahasiswa fisika. Berdasarkan hasil-hasil penelitian tersebut dapat dikatakan bahwa model pembelajaran *SiMaYang* tipe 2 yang telah dikembangkan ini memperkaya model pembelajaran yang melibatkan representasi dari ketiga level fenomena kimia (makro, submikro, dan simbolik), dengan ciri-ciri yang berbeda, yaitu kolaboratif, kooperatif, dan imajinatif.

Hasil pengembangan model pembelajaran *SiMaYang* tipe 2 yang dituangkan dalam bentuk draf buku model pembelajaran memiliki karakteristik dan kelayakan, sebagaimana disyaratkan oleh Arends (1997) dan Nieveen (2007). Hasil pengembangan juga memberikan informasi bahwa model pembelajaran *SiMaYang* tipe 2 memiliki karakteristik utama yang terletak pada sintaks dengan 4 fase pembelajaran sebagaimana Tabel 1. Berdasarkan sintak pembelajaran tersebut, ciri utama dari model pembelajaran *SiMaYang* adalah kolaboratif, kooperatif dan imajinatif.

Tabel 1. Fase (Tahapan) dari Sintaks Model Pembelajaran *SiMaYang* Tipe 2.

Fase	Aktivitas Guru	Aktivitas siswa
Fase I: Orientasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menyampaikan tujuan pembelajaran. 2. Memberikan motivasi dengan berbagai fenomena alam yang terkait dengan pengalaman siswa. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menyimak penyampaian tujuan sambil memberikan tanggapan 2. Menjawab pertanyaan dan memberikan tanggapan
Fase II: Eksplorasi – Imajinasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengenalkan konsep dengan memberikan beberapa abstraksi yang berbeda mengenai fenomena alam secara verbal atau dengan demonstrasi dan juga menggunakan visualisasi: gambar, grafik, atau simulasi atau animasi, dan atau analogi dengan melibatkan siswa untuk menyimak dan bertanya jawab. 3. Mendorong, membimbing, dan memfasilitasi diskusi siswa untuk membangun model mental dalam membuat interkoneksi diantara level-level fenomena sains yang lain, yaitu dengan membuat transformasi dari level fenomena yang satu ke level yang lain dengan menuangkannya ke dalam lembar kegiatan siswa.. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menyimak dan bertanya jawab dengan guru tentang fenomena alam yang diperkenalkan. 2. Melakukan penelusuran informasi melalui <i>webpage</i> / <i>weblog</i> dan/atau buku teks. 3. Bekerja dalam kelompok untuk melakukan imajinasi terhadap fenomena alam yang diberikan melalui LKS 4. Berdiskusi dengan teman dalam kelompok dalam melakukan latihan imajinasi representasi.
Fase III: Internalisasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membimbing dan memfasilitasi siswa dalam mengartikulasikan/mengkomunikasikan hasil pemikirannya melalui presentasi hasil kerja kelompok. 2. Memberikan latihan atau tugas dalam mengartikulasikan imajinasinya. Latihan individu tertuang dalam lembar kegiatan siswa/LKS yang berisi pertanyaan dan/atau perintah untuk membuat interkoneksi ketiga level fenomena alam. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Perwakilan kelompok melakukan presentasi terhadap hasil kerja kelompok. 3. Memberikan tanggapan/pertanyaan terhadap kelompok yang sedang presentasi. 4. Melakukan latihan individu melalui LKS individu.
Fase IV: Evaluasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengevaluasi kemajuan belajar siswa dan revidi terhadap hasil kerja siswa. 2. Memberikan tugas latihan interkoneksi. Tiga level fenomena kimia 	Menyimak hasil revidi dari guru dan bertanya tentang pembelajaran yang akan datang.

1) Ciri kolaboratif dan kooperatif

Ciri kolaboratif dan kooperatif tercermin dari fase eksplorasi – imajinasi yang menekankan pada konseptualisasi masalah-masalah kimia yang sedang dihadapi berdasarkan kegiatan diskusi, eksperimen/demonstrasi, dan penelusuran informasi. Ciri ini terlihat dengan adanya kegiatan diskusi, kerjasama di antara anggota kelompok belajar, saling mendukung dan membantu di antara siswa dalam mencapai penguasaan materi yang dipelajari, serta adanya interaksi sosial, baik antar siswa maupun antara siswa dengan guru. Hal ini sesuai dengan pandangan Slavin (2005) bahwa ciri dari pembelajaran kooperatif adalah adanya saling mendukung di antara siswa dan saling membantu satu sama lain. Pembelajaran yang bersifat kooperatif dicirikan dengan adanya ketergantungan di antara anggota kelompok, kerjasama antar anggota kelompok, dan adanya diskusi untuk mencapai tujuan bersama (Slavin, 2005).

Pengelompokan siswa pada model pembelajaran *SiMaYang* Tipe 2 dilakukan secara heterogen dengan tidak membedakan latar belakang siswa dan setiap kelompok menggunakan nama dari golongan dalam sistem periodik unsur serta nama anggota kelompok menggunakan nama inisial, yaitu nama unsur dalam golongan tersebut. Sistem pengelompokan secara heterogen tersebut sesuai dengan pandangan dari Lord (2001) yang menyatakan bahwa pembelajaran secara kooperatif hendaknya tidak membedakan teman dalam bekerjasama. Dumas (2003) menyatakan bahwa pembelajaran secara kooperatif dapat mengajarkan keterampilan bekerjasama

dan kolaborasi. Menurut Vygotsky (dalam Stuyf, 2002) bahwa peserta didik tidak belajar sendirian, tetapi belajar sangat dipengaruhi oleh interaksi sosial dan budaya. Siswa mengembangkan intelektualnya dalam belajar melalui internalisasi konsep-konsep berdasarkan interpretasinya sendiri yang terjadi dalam *social setting*. Berdasarkan pandangan Slavin, Vygotsky, Lord, dan Dumas tersebut, ciri kooperatif pada model pembelajaran *SiMaYang* tipe 2 juga tercermin pada fase internalisasi ketika siswa melakukan presentasi dan diskusi kelas.

2) Ciri imajinatif

Ciri imajinatif merupakan ciri utama dari fase eksplorasi – imajinasi, terutama pada kegiatan diskusi kelompok dalam melakukan interkoneksi di antara ketiga fenomena representasi kimia (makro, submikro, dan simbolik). Imajinasi juga dapat muncul mulai pada fase orientasi ketika guru memberikan motivasi melalui pemberian informasi dan pertanyaan untuk mengetahui pengalaman awal siswa dalam materi yang akan dibahas. Contoh ketika akan membahas materi tentang perhitungan kimia, guru memberikan pertanyaan dan informasi tentang kantong udara yang pernah dibahas sebelumnya:

- Anda telah mengenal istilah atom pada saat belajar stoikiometri, apa yang Anda ketahui tentang atom?
- Apakah Anda selalu berpikir bahwa atom merupakan bagian terkecil dari materi?
- Apakah Anda berpikir bahwa ada sesuatu yang lebih kecil lagi di dalam suatu materi atau di dalam atom?

Guru memberikan pertanyaan seperti ini dengan harapan mampu merangsang siswa untuk menelusuri informasi tentang atom dan hubungannya dengan materi. Proses imajinasi siswa sudah dimulai dalam membayangkan fenomena yang terjadi melalui gambar visual yang diberikan guru. Melalui gambar tersebut, siswa mulai membayangkan apa yang ada di dalam atom dan bagaimana strukturnya.

Ciri imajinatif juga muncul pada fase internalisasi, yaitu ketika siswa melakukan kegiatan individu untuk mengartikulasikan imajinasinya melalui LK_individu. Siswa menggunakan daya imajinasinya pada kegiatan individu untuk berlatih melakukan interpretasi terhadap fenomena-fenomena kimia dan melakukan transformasi di antara ketiga level fenomena kimia tersebut melalui berbagai representasi (verbal dengan tulisan atau lisan, visual melalui gambar/diagram/animasi/visualisasi, dan simbolik atau matematik). Hal ini sesuai dengan pendapat Bland (2012) bahwa pembelajaran yang imajinatif melibatkan proses analisis terhadap tiga fitur utama, yaitu teks/tulisan verbal, visual, dan oral. Bland mengatakan lebih lanjut bahwa pembelajaran yang imajinatif akan menghasilkan karya kreatif dan interpretasi terhadap representasi visual (terutama fenomena submikro) yang lebih baik daripada pembelajaran yang dilakukan secara verbal. Demikian pula Ren *et al.* (2012) memberikan pandangan bahwa pembelajaran dengan melibatkan fenomena submikro secara visual, guru lebih berperan dalam melatih imajinasi kreatif siswa, baik secara formal maupun non-formal. Lebih lanjut Ren *et al.* (2012) mengatakan bahwa dalam pembelajaran, guru sains sebaiknya melibatkan strategi pembelajaran yang imajinatif melalui kegiatan diskusi, latihan individu, dan permainan-permainan yang menarik.

Kegiatan imajinasi representasi pada model pembelajaran *SiMaYang* tipe 2 dilakukan untuk melatih siswa dalam menginterpretasikan fenomena yang dihadapi, siswa bekerja secara kelompok dan guru memberikan bimbingan dan bantuan terhadap kelompok yang mengalami kesulitan, agar diskusi berjalan sesuai yang diharapkan. Diskusi dilakukan dengan tujuan agar siswa dapat saling membantu dalam melakukan interpretasi dan transformasi terhadap representasi eksternal yang dihadapi, baik verbal, visual, aksional, maupun simbolik/matematik. Pada kegiatan diskusi siswa dapat bersama-sama melakukan imajinasi, kemudian hasilnya dihubungkan dengan konsep, hukum, dan prinsip-prinsip yang berlaku. Hasil imajinasi siswa tersebut selanjutnya digunakan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan yang terdapat pada lembar kerja siswa (LKS), baik LKS kelompok maupun LKS individu. Kemampuan siswa dalam melakukan interpretasi dan transformasi fenomena makro, submikro, dan simbolik melalui berbagai representasi dengan mengembangkan kemampuan berpikir menunjukkan bahwa model mental siswa telah terbentuk. Hal ini sesuai dengan pandangan beberapa ahli psikologi bahwa proses berpikir seseorang memerlukan bangunan model mental yang baik (Senge, 2004).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis terhadap data penelitian dapat disimpulkan bahwa

1. Model pembelajaran *SiMaYang* tipe 2 dikembangkan dari model pembelajaran berbasis multipel representasi yang bernama model *SiMaYang* yang dipadukan dengan pendekatan saintifik. Model pembelajaran *SiMaYang* tipe 2 merupakan model pembelajaran kimia SMA berbasis multipel representasi yang memiliki karakteristik sesuai dengan landasan teori belajar konstruktivisme, teori pemerosesan informasi, dan teori *dual coding*. Tujuan dari model ini adalah untuk membelajarkan konsep-konsep kimia yang abstrak dan terkait dengan fenomena makro, submikro, dan simbolik, serta membelajarkan keterampilan dalam membangun model mental melalui optimalisasi kemampuan imajinasi. Fase-fase pada model pembelajaran *SiMaYang* memiliki ciri kolaboratif, kooperatif, dan imajinatif.
2. Model pembelajaran *SiMaYang* tipe 2 memiliki validitas/kelayakan yang tinggi berdasarkan penilaian validator, baik validitas isi maupun validitas konstruk model *SiMaYang* tipe 2 memiliki kategori tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman. 2010. "The Role of Quantum Physics Multiple Reprerentations to Enhance Concept Mastery, Generic Science Skills, and Critical Thinking Disposition for Pre-Service Physics Teacher Students." *Dissertation for the Doctor Degree of Education in Science Education*. University of Education (UPI). Bandung.
- Arends, R.L. 1997. *Classroom Instruction and Management*. McGraw-Hill Book Co. New York.
- Bland, D., 2012. "Analysing Children's Drawings: Applied Imagination." *International Journal of Research & Method in Education*. 35, No. 3. p. 235–242
- Cohen, R.J. and Swerdik, M.E., 2010. *Psychological Testing and Assessment*. 7th Ed. McGraw-Hill International Edition. Singapore.
- Coll, R.K. 2008. "Chemistry Learners' Preferred Mental Models for Chemical Bonding." *Journal of Turkish Science Education*. 5, (1), p. 22 – 47.
- Devetak, I., Erna, D.L., Mojca, J., and Glažar, S.A. 2009. "Comparing Slovenian year 8 and year 9 elementary school pupils' knowledge of electrolyte chemistry and their intrinsic motivation." *Chem. Educ. Res. Pract.* 10, p. 281–290.
- Dumas. A. 2003. "Cooperative Learning Response to Diversity." (Online), Situs: <http://www.cde.ca.gov/iasa/cooplmg2.html>. Diakses 26 April 2013.
- Guzel, B.Y. & Adadan, E., 2013. "Use of Multiple Representations in Developing Preservice Chemistry Teachers' Understanding of The Structure of Matter." *International Journal of Environmental & Science Education*. 8, No. 1. p. 109-130.
- Howe, A. 1996. *Development of Science Concept within Vygotskian Framework*. Science Education. John Willey and Son. Singapore.
- Jaber, L.Z. and Boujaoude, S., 2012. "A Macro–Micro–Symbolic Teaching to Promote Relational Understanding of Chemical Reactions." *International Journal of Science Education*. 34, No. 7, p. 973–998.
- Johnstone, A.H., 2006. "Chemical education research in Glasgow in perspective." *Chemistry Education Research and Practice*. 7, No. 2. p. 49-63.
- Liliasari., 2007. Scientific Concepts and Generic Science Skills Relationship In The 21st Century Science Education. *Seminar Proceeding of The First International Seminar of Science Education.*, 27 October 2007. Bandung. 13 – 18.
- Lord, T. 2001. "Reasons for Using Cooperative Learning in Biology Teaching." *The American Biology Teacher*. 63 (1), p. 30-38.
- McBroom, R.A., 2011. "Pre-Service Science Teachers' Mental Models Regarding Dissolution and Precipitation Reactions." *A Dissertation Submitted to The Graduate Faculty of North Carolina State University in Partial Fulfillment of The Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy*. Raleigh, North Carolina.

- Nieveen. 2007. "An Introduction to Educational Design Research." *Proceedings of the seminar conducted at the East China Normal University*. Shanghai (PR China). November 23-26, 2007.
- Ren, F., Xiuju Li., Zhang, H., and Wang, L. 2012. "Progression of Chinese Students' Creative Imagination from Elementary Through High School." *International Journal of Science Education*. 34, No. 13.p. 2043–2059
- Santrock, J., 2008. *Educational Psychology*. 4th Edition. McGraw-Hill Companies, Incorporated. New York. 613 page.
- Schönborn, K.J., and Anderson, T.R., 2009. "A Model of Factors Determining Students' Ability to Interpret External Representations in Biochemistry." *International Journal of Science Education*. 31, No. 2, p. 193–232.
- Senge, P.M., 2004. *The Fifth Discipline. The Art and Practice of The Learning Organization*. Doubleday Dell Publishing Group, Inc. New York.
- Slavin, R.E. 2005. *Cooperative Learning: Theory, Research, and Practice*. Allyn and Bacon Publisher. London.
- Solso, R.L., Otto H.M., and M. Kimberly. 2008. *Cognitive Psychology*, 8th ed. Pearson Education Inc., United States of America.
- Stuyf, R.V.D., 2002. "Scaffolding as a Teaching Strateg. Adolescent Learning and Development," (online). Tersedia pada: [http://unifiedthinking.com/archives/ Fall2010-GZU/sd-anged/week11-scaffolding+wait-time/Scaffolding%20as%20a%20Teaching%20Strategy.pdf](http://unifiedthinking.com/archives/Fall2010-GZU/sd-anged/week11-scaffolding+wait-time/Scaffolding%20as%20a%20Teaching%20Strategy.pdf). Akses: Tgl 22 November 2011.
- Sunyono, 2011. "Kajian tentang Peran Multipel Representasi Pembelajaran Kimia dalam Pengembangan Model Mental Siswa." *Prosiding Seminar Nasional Sains*. 15 Januari 2011. Universitas Negeri Surabaya.
- Sunyono, Leny Y, & Muslimin I., 2011. "Model Mental Mahasiswa Tahun Pertama dalam Mengenal Konsep Stoikiometri (Studi pendahuluan pada mahasiswa PS. Pendidikan Kimia FKIP Universitas Lampung)." *Prosiding Seminar Nasional V*. 6 Juli 2011. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Sunyono, 2012. Kajian Teoritik Model Pembelajaran Kimia Berbasis Multipel Representasi (Model SiMaYang) dalam Membangun Model Mental Pebelajar. *Prosiding Seminar Nasional Sains*, 14 Januari 2012. Universitas Negeri Surabaya.
- Sunyono, 2013. **Model Pembelajaran Berbasis Multipel Representasi (Model SiMaYang)**. Penerbit: Aura-Publishing. Bandar Lampung.
- Sunyono, 2014. Model Pembelajaran Berbasis Multipel Representasi dalam Membangun Model Mental dan Penguasaan Konsep Kimia Dasar Mahasiswa. *Disertasi Doktor Program Pendidikan Sains*. Pascasarjana Universitas Negeri Surabaya. Tidak Diterbitkan.
- Taber, K.S. 2013. "Three Level of Chemistry Educational Research." *Chem. Educ. Res.Prac.* 14. p.151-155
- Tytler, R. 1996. "Constructivism and Conceptual Change Views of Learning in Science." *Khazanah Pengajaran IPA*. No.1 (3), hal. 4 – 20.
- Treagust, D. F., Chittleborough, G. D., & Mamiala, T., 2003. "The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations." *International Journal of Science Education*. 25, No. 11, p. 1353–1368.
- Treagust, D. F. 2008. "The Role Of Multiple Representations In Learning Science: Enhancing Students' Conceptual Understanding And Motivation." In Yew-Jin And Aik-Ling (Eds). *Science Education At The Nexus Of Theory And Practice*. Rotterdam -Taipei : Sense Publishers. p. 7-23.
- Waldrup, B. 2008. "Improving Learning Through Use of Representations in Science." *Proceeding The 2nd International Seminar on Science Education*. UPI Bandung.