

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pembelajaran Konstruktivisme

Konstruktivisme merupakan landasan berpikir pendekatan kontekstual, yaitu bahwa pengetahuan dibangun oleh manusia sedikit demi sedikit, yang hasilnya diperluas melalui konteks yang terbatas dan tidak sekonyong-konyong. Pengetahuan bukanlah seperangkat fakta-fakta, konsep, atau kaidah yang siap untuk diingat. Manusia harus mengkonstruksi pengetahuan itu dan memberi makna melalui pengalaman nyata. Siswa perlu dibiasakan untuk memecahkan masalah, menemukan sesuatu yang berguna bagi dirinya, dan bergelut dengan ide-ide. Guru tidak akan mampu memberikan semua pengetahuan kepada siswa. Siswa harus mengkonstruksikan pengetahuan di benak mereka sendiri. Esensi dari teori konstruktivis adalah ide bahwa siswa harus menemukan dan mentransformasikan suatu informasi kompleks ke situasi lain, dan apabila dikehendaki, informasi itu menjadi milik sendiri (Trianto, 2007).

Dengan dasar itu, pembelajaran harus dikemas menjadi proses 'mengkonstruksi' bukan 'menerima' pengetahuan. Dalam proses pembelajaran, siswa membangun sendiri pengetahuan mereka melalui keterlibatan aktif dalam proses belajar dan mengajar. Siswa menjadi pusat kegiatan, bukan guru. Setiap siswa membangun

pengetahuannya sendiri, sehingga transfer pengetahuan akan sangat mustahil terjadi. Pengetahuan bukanlah suatu barang yang dapat ditransfer dari orang yang mempunyai pengetahuan kepada orang yang belum mempunyai pengetahuan. Bahkan, bila seorang guru bermaksud mentransfer konsep, ide, dan pengertiannya kepada siswa, pemindahan itu harus ditafsirkan dan dikonstruksikan oleh siswa itu lewat pengalamannya (Trianto, 2007).

Menurut Von Glasersfeld (Pannen, Mustafa, dan Sekarwinahyu, 2001), agar siswa mampu mengkonstruksi pengetahuan, maka diperlukan:

1. Kemampuan siswa untuk mengingat dan mengungkapkan kembali pengalaman. Kemampuan untuk mengingat dan mengungkapkan kembali pengalaman sangat penting karena pengetahuan dibentuk berdasarkan interaksi individu siswa dengan pengalaman-pengalaman tersebut.
2. Kemampuan siswa untuk membandingkan, dan mengambil keputusan mengenai persamaan dan perbedaan suatu hal. Kemampuan membandingkan sangat penting agar siswa mampu menarik sifat yang lebih umum dari pengalaman-pengalaman khusus serta melihat kesamaan dan perbedaannya untuk selanjutnya membuat klasifikasi dan mengkonstruksi pengetahuannya.
3. Kemampuan siswa untuk lebih menyukai pengalaman yang satu dari yang lain (*selective conscience*). Melalui “suka dan tidak suka” inilah muncul penilaian siswa terhadap pengalaman, dan menjadi landasan bagi pembentukan pengetahuannya.

Prinsip-prinsip konstruktivisme menurut Suparno (1997), antara lain:

1. Pengetahuan dibangun oleh siswa secara aktif;
2. Tekanan dalam proses belajar terletak pada siswa;
3. Mengajar adalah membantu siswa belajar;
4. Tekanan dalam proses belajar lebih pada proses bukan pada hasil akhir;
5. Kurikulum menekankan partisipasi siswa;
6. Guru adalah fasilitator.

Jadi secara keseluruhan pengertian atau maksud pembelajaran secara konstruktivisme adalah pembelajaran yang berpusat pada siswa. Guru hanya berperan sebagai penghubung yang membantu siswa mengolah pengetahuan baru, menyelesaikan suatu masalah dan guru berperan sebagai pembimbing pada proses

pembelajaran. Piaget (1970) berpendapat bahwa landasan pembelajaran *Problem Solving* adalah perspektif kognitif-konstruktivis. Perspektif ini mengatakan bahwa pelajar dengan umur berapapun terlibat secara aktif dalam proses mendapatkan informasi dan mengkonstruksikan pengetahuannya sendiri. Pengetahuan tidak statis, tetapi berevolusi dan berubah secara konstan selama pelajar mengkonstruksikan pengalaman-pengalaman baru yang memaksa mereka untuk mendasarkan diri pada dan memodifikasi pengetahuan sebelumnya. Piaget menyatakan bahwa ilmu pengetahuan dibangun dalam pikiran seorang anak dengan kegiatan asimilasi, akomodasi dan ekuilibrasi. Asimilasi ialah pepaduan data baru dengan struktur kognitif yang ada. Akomodasi ialah penyesuaian struktur kognitif terhadap situasi baru, dan ekuilibrasi ialah penyesuaian kembali yang terus dilakukan antara asimilasi dan akomodasi.

B. Lembar Kerja Siswa

Lembar Kerja Siswa (LKS) adalah sumber belajar penunjang yang dapat meningkatkan pemahaman siswa mengenai materi kimia yang harus mereka kuasai (Senam, 2008). LKS merupakan alat bantu untuk menyampaikan pesan kepada siswa yang digunakan oleh guru dalam proses pembelajaran. Melalui media pembelajaran berupa LKS ini akan memudahkan guru dalam menyampaikan materi dan mengefektifkan waktu, serta akan menimbulkan interaksi antara guru dengan siswa dalam proses pembelajaran. Menurut Sriyono (1992), LKS adalah salah satu bentuk program yang berlandaskan atas tugas yang harus diselesaikan dan berfungsi sebagai alat untuk mengalihkan pengetahuan dan keterampilan sehingga mampu mempercepat tumbuhnya minat siswa dalam mengikuti pembelajaran.

Arsyad (2004) berpendapat bahwa LKS sebagai sumber belajar dapat digunakan sebagai alternatif media pembelajaran. LKS termasuk media cetak hasil pengembangan teknologi cetak yang berupa buku dan berisi materi visual. Menurut Sumarni (2004) LKS merupakan jenis *hand out* yang dimaksudkan untuk membantu siswa belajar secara terarah. LKS juga dapat menjadi buku pegangan bagi guru di samping buku lainnya. Pembelajaran dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor internal berupa kemampuan awal siswa dan faktor eksternal berupa pendekatan pembelajaran. Pendekatan pembelajaran dapat dilakukan dengan menggunakan media LKS. Cara penyajian materi pelajaran dalam LKS meliputi penyampaian materi secara ringkas dan kegiatan yang melibatkan siswa secara aktif misalnya latihan soal, diskusi, dan percobaan sederhana.

LKS merupakan bagian dari enam perangkat pembelajaran. Para guru di negara maju, seperti Amerika Serikat mengembangkan enam perangkat pembelajaran untuk setiap topik; dimana untuk IPA disebut *science park*. Keenam perangkat pembelajaran tersebut adalah 1) Silabus, 2) RPP, 3) bahan ajar, 4) LKS, 5) media, dan 6) lembar penilaian. LKS merupakan lembaran di mana siswa mengerjakan sesuatu terkait dengan apa yang sedang dipelajarinya. Sesuatu yang dipelajari sangat beragam, seperti melakukan percobaan, mengidentifikasi bagian-bagian, membuat tabel, melakukan pengamatan, menggunakan mikroskop atau alat pengamatan lainnya dan menuliskan atau menggambarkan hasil pengamatannya, melakukan pengukuran dan mencatat hasil pengukurannya, menganalisis data hasil pengukuran dan menarik kesimpulan. Untuk mempermudah siswa melakukan proses belajar tersebut maka digunakanlah LKS (Suyanto, Paidi, dan Insih Wilujeng 2004)

LKS yang disusun harus memenuhi syarat-syarat tertentu agar menjadi LKS yang berkualitas baik. Syarat-syarat didaktik, kontruksi, dan teknis yang harus dipenuhi antara lain: (Hendro Darmodjo dan Jenny R.E Kaligis 1992)

1. Syarat-syarat didaktik mengatur tentang penggunaan LKS yang bersifat universal dapat digunakan dengan baik untuk siswa yang lamban atau yang pandai. LKS lebih menekankan pada proses untuk menemukan konsep, dan yang terpenting dalam LKS ada variasi stimulus melalui berbagai media dan kegiatan siswa. LKS diharapkan mengutamakan pada pengembangan kemampuan komunikasi sosial, emosional, moral, dan estetika. Pengalaman belajar yang dialami siswa ditentukan oleh tujuan pengembangan pribadi siswa.
2. Syarat kontruksi berhubungan dengan penggunaan bahasa, susunan kalimat, kosakata, tingkat kesukaran, dan kejelasan dalam LKS.
3. Syarat teknis menekankan pada tulisan, gambar, penampilan dalam LKS.

Piaget (1970) menyatakan LKS di dalam mata pelajaran yang berbeda akan berbeda pula bentuknya. LKS di dalam mata pelajaran IPA umumnya berisi panduan kegiatan penyelidikan atau eksperimen, tabel data, persoalan yang perlu didiskusikan siswa dari data hasil percobaan. LKS untuk siswa SD,SMP, dan SMA atau bahkan perguruan tinggi juga berbeda-beda. LKS untuk SD biasanya sederhana dan bergambar dan untuk siswa sekolah menengah LKS lebih abstrak, hal ini disesuaikan dengan tingkat perkembangan mental dan pola pikir anak.

Komponen LKS menurut Piaget (1970) meliputi hal-hal berikut:

1. Nomor LKS, hal ini dimaksudkan untuk mempermudah guru mengenal dan menggunakannya. Misalnya untuk kelas 1, KD, 1 dan kegiatan 1, nomor

LKS-nya adalah LKS 1.1.1. Dengan nomor tersebut guru langsung tahu kelas, KD, dan kegiatannya.

2. Judul kegiatan, berisi topik kegiatan sesuai dengan KD, seperti Komponen Ekosistem.
3. Tujuan, adalah tujuan belajar sesuai dengan KD.
4. Alat dan bahan, jika kegiatan belajar memerlukan alat dan bahan, maka dituliskan alat dan bahan yang diperlukan.
5. Prosedur kerja, berisi petunjuk kerja untuk siswa yang berfungsi mempermudah siswa melakukan kegiatan belajar.
6. Tabel data, berisi tabel di mana siswa dapat mencatat hasil pengamatan atau pengukuran. Untuk kegiatan yang tidak memerlukan data, maka bisa diganti dengan kotak kosong di mana siswa dapat menulis, menggambar, atau berhitung.
7. Bahan diskusi, berisi pertanyaan-pertanyaan yang menuntun siswa melakukan analisis data dan melakukan konseptualisasi. Untuk beberapa mata pelajaran, seperti bahasa, bahan diskusi bisa berupa pertanyaan-pertanyaan yang bersifat refleksi.

Langkah-langkah Penyusunan LKS (Slamet Suyanto, Paidi, dan Insih Wilujeng 2004) antara lain sebagai berikut:

1. Melakukan analisis kurikulum; standar kompetensi, kompetensi dasar, indikator, dan materi pembelajaran, serta alokasi waktu.
2. Menganalisis silabus dan memilih alternatif kegiatan belajar yang paling sesuai dengan hasil analisis SK, KD, dan indikator.

3. Menganalisis RPP dan menentukan langkah-langkah kegiatan belajar (Pembukaan, Inti: eksplorasi, elaborasi, konfirmasi, dan Penutup).
4. Menyusun LKS sesuai dengan kegiatan eksplorasi dalam RPP. Misalnya, dalam materi Ekosistem, kegiatan eksplorasinya adalah siswa mengamati ekosistem sawah atau yang ada di sekitar sekolah. Maka LKS berisi panduan bagaimana memilih daerah yang merupakan ekosistem, bagaimana menghitung individu, populasi, dan komunitas, bagaimana mengukur suhu, kelembaban, dan faktor abiotik lainnya.

Menurut Sudjana (Djamarah dan Zain, 2000), fungsi LKS adalah :

1. Sebagai alat bantu untuk mewujudkan situasi belajar mengajar yang efektif.
2. Sebagai alat bantu untuk melengkapi proses belajar mengajar supaya lebih menarik perhatian siswa.
3. Untuk mempercepat proses belajar mengajar dan membantu siswa dalam menangkap pengertian-pengertian yang diberikan guru.
4. Siswa lebih banyak melakukan kegiatan belajar sebab tidak hanya mendengarkan uraian guru tetapi lebih aktif dalam pebelajaran.
5. Menumbuhkan pemikiran yang teratur dan berkesinambungan pada siswa.
6. Untuk mempertinggi mutu belajar mengajar, karena hasil belajar yang dicapai siswa akan tahan lama, sehingga pelajaran mempunyai nilai tinggi.

Menurut Prianto dan Harnoko (1997), manfaat dan tujuan LKS antara lain:

1

1. Mengaktifkan siswa dalam proses belajar mengajar.
2. Membantu siswa dalam mengembangkan konsep.
3. Melatih siswa untuk menemukan dan mengembangkan proses belajar mengajar.
4. Membantu guru dalam menyusun pelajaran.
5. Sebagai pedoman guru dan siswa dalam melaksanakan proses pebelajaran.
6. Membantu siswa memperoleh catatan tentang materi yang dipelajari melalui kegiatan belajar.
7. Membantu siswa untuk menambah informasi tentang konsep yang dipelajari melalui kegiatan belajar secara sistematis.

Arsyad (2004) berharap penggunaan media LKS ini dapat memberikan manfaat dalam proses pembelajaran antara lain yaitu :

1. Memperjelas penyajian pesan dan informasi sehingga proses belajar semakin lancar dan meningkatkan hasil belajar.
2. Meningkatkan motivasi siswa dengan mengarahkan perhatian siswa sehingga memungkinkan siswa belajar sendiri-sendiri sesuai kemampuan dan minatnya.
3. Penggunaan media dapat mengatasi keterbatasan indera, ruang, dan waktu.
4. Siswa akan mendapatkan pengalaman yang sama mengenai suatu peristiwa dan memungkinkan terjadinya interaksi langsung dengan lingkungan sekitar.

Menurut Arsyad (2004) ada dua kategori LKS, yaitu LKS eksperimen dan LKS non eksperimen. LKS eksperimen adalah lembar kegiatan siswa yang berisikan petunjuk dan pertanyaan yang harus diselesaikan oleh siswa untuk menemukan suatu konsep dan disajikan dalam bentuk kegiatan eksperimen di laboratorium. LKS ini berisi tujuan percobaan, alat percobaan, bahan percobaan, langkah kerja, pernyataan, hasil pengamatan, dan soal-soal hingga kesimpulan akhir dari eksperimen yang dilakukan pada materi pokok yang bersangkutan. Sedangkan LKS non eksperimen adalah lembar kegiatan yang berisikan perintah atau pertanyaan yang harus diselesaikan oleh siswa untuk menemukan suatu konsep dan disajikan dalam bentuk kegiatan di kelas. Jadi, LKS noneksperimen dirancang sebagai media teks terprogram yang menghubungkan antara hasil percobaan yang telah dilakukan dengan konsep yang harus dipahami. Siswa dapat menemukan konsep pembelajaran berdasarkan hasil percobaan dan soal-soal yang dituliskan dalam LKS noneksperimen tersebut.

C. Representasi Ilmu Kimia

Wandersee, Mintzes & Novak (Chiu & Wu, 2009) menyatakan bahwa representasi merupakan suatu cara untuk mengekspresikan fenomena, objek, kejadian, konsep-konsep abstrak, gagasan, proses mekanisme dan bahkan sistem. Representasi digunakan dalam berbagai tujuan untuk menyajikan kembali suatu kenyataan tanpa memperhatikan sifat-sifat alaminya. Istilah representasi dapat digunakan dengan berbagai konotasi yang mungkin saja menghasilkan kesalahpahaman atau keraguan.

Berdasarkan kamus Australian Concise Oxford Dictionary (Hughes dkk, 1995), definisi dari kata 'representation' berarti sesuatu yang merepresentasikan yang lain ('*means something that represents another*'). Kata menyajikan (*represents*) memiliki sejumlah makna termasuk mensymbolisasikan (*to symbolize*); memanggil kembali pikiran melalui gambaran atau imajinasi (*to call up in the mind by description or portrayal or imagination*); memberikan suatu penggambaran (*to depict as*). Makna istilah-istilah tersebut memperkuat pentingnya suatu representasi untuk membantu mendeskripsikan dan mensymbolisasikan dalam suatu pemahaman tentang suatu fenomena.

Penggunaan representasi dengan berbagai cara atau mode representasi untuk merepresentasikan suatu fenomena disebut *multiple representasi*. Waldrip (2006) mendefinisikan ke tiga level representasi sebagai praktik merepresentasikan kembali konsep yang sama melalui berbagai bentuk, yang mencakup mode-mode representasi deskriptif (verbal, grafik, tabel), eksperimental, matematis, dan visual.

Treagust (2008) mengategorikan mode-mode dalam *multiple* representasi untuk belajar konsep sains adalah analogi, pemodelan, diagram dan multimedia. Dengan definisi yang lebih luas, semua mode representasi seperti model, analogi, persamaan, grafik, diagram, gambar dan simulasi yang digunakan dalam kimia dapat dirujuk sebagai bentuk metafora. Suatu metafora menyediakan deskripsi mengenai fenomena nyata dalam bentuk yang berbeda, dimana pembelajar menjadi lebih akrab mengenalinya. Bentuk-bentuk representasi sebagaimana yang diuraikan dapat dianggap sebagai metafora, karena membantu untuk mendeskripsikan gagasan yang bukan merupakan interpretasi literal dan bukan juga sesuatu yang nyata. Status metafora dan peranan representasi dalam belajar kimia menjadi penting dan harus dipahami, apabila metafora diharapkan dapat berhasil digunakan dalam pembelajaran. Alasannya karena konsep-konsep ilmiah tidak familiar bagi pembelajar dan sulit dimengerti.

Metafora tersebut digunakan untuk menjembatannya, agar konsep-konsep menjadi lebih akrab dan mudah dimengerti dan selanjutnya memberikan landasan bagi siswa agar dapat membangun konsep baru (Treagust, 2008). Pemikiran ini sejalan dengan pendekatan konstruktivisme dalam pembelajaran, yaitu pentingnya kemampuan awal pembelajar menjadi landasan untuk membangun konsep selanjutnya.

Berbeda dengan analogi yang merupakan salah satu bentuk representasi, Mammino (2008) menyatakan analogi sebagai representasi yang tidak menggambarkan obyek yang diperhatikan tetapi sesuatu yang lain. Analogi memerlukan perbandingan untuk membuatnya, selain fokus terhadap kesamaan-kesamaan, juga harus memperhatikan perbedaan-perbedaan. Penggunaan analogi mungkin

hanya suatu trik jika ditunjukkan untuk merepresentasikan objek pada level submikroskopik suatu fenomena kimia. Contohnya menganalogikan model atom Thomson dengan semangka. Bagian merah semangka dianggap sebagai massa dan muatan positif, sedangkan biji-bijiannya sebagai elektron yang tersebar merata. Namun demikian, sebaiknya harus dihindarkan merepresentasikan obyek pada level submikroskopik dengan menggunakan analogi, karena sering menimbulkan miskonsepsi.

Mammino (2008) menyatakan baik sains maupun ilmu kimia termasuk mata pelajaran yang sukar dipahami, karena banyaknya konsep-konsep abstrak yang tidak akrab dengan kemampuan awal yang telah dimiliki pebelajar. Belajar hafalan tentang rumus-rumus kimia dan fakta-fakta memang penting untuk memori jangka panjang, namun hanya dengan cara itu tidak dapat menjamin pebelajar memahami konsep. Diperlukan belajar bermakna agar pebelajar dapat mengkonstruksi konsep-konsep kimia.

Ainsworth (Treagust, 2008) menyatakan tiga level representasi kimia dapat berfungsi sebagai instrumen yang memberikan dukungan dan memfasilitasi terjadinya belajar bermakna atau belajar yang mendalam pada pebelajar. Tiga level representasi ini juga merupakan *tools* yang memiliki kekuatan untuk menolong pebelajar mengembangkan pengetahuan ilmiahnya. Oleh karena itu dengan menggunakan representasi yang berbeda dan mode pembelajaran yang berbeda akan membuat konsep-konsep menjadi lebih mudah dipahami dan menyenangkan bagi pebelajar. Hal ini, karena setiap mode representasi memiliki makna komunikasi yang berbeda.

Mode verbal hanya dapat mengekspresikan sebagian makna konsep-konsep kimia. Upaya yang perlu dilakukan adalah pebelajar harus menggali lebih dalam untuk menggunakan mode visual melalui grafik, diagram, foto, animasi dan video sehingga terjadi pembelajaran yang bermakna (Treagust, 2008).

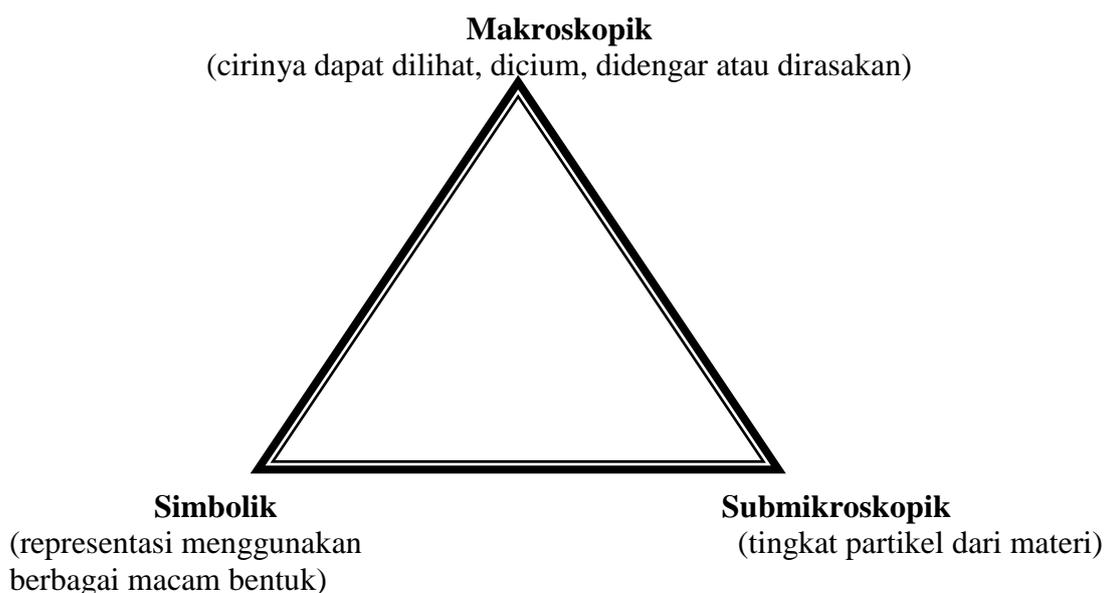
Kebermaknaan belajar dapat direfleksikan dengan kemampuan pebelajar dalam memecahkan masalah. Kemampuan pemecahan masalah sebagai salah satu keterampilan berpikir tingkat tinggi menggunakan kompetensi representasi secara *multiple* atau kemampuan pebelajar 'bergerak' antara berbagai mode representasi (Kozma, 2005).

Kemampuan bekerja dengan berbagai mode representasi dan secara mental mampu bergerak antar mode representasi merupakan keterampilan yang vital diperlukan untuk memberikan pemahaman ilmiah tentang fenomena alam. Dalam konteks pemecahan masalah, Bodner dan Domin (Rosengrant, Van Heuleven, & Etkina, 2006) membedakan internal representasi dengan eksternal representasi. Internal representasi merupakan cara seseorang yang memecahkan masalah menyimpan komponen-komponen internal dari masalah dalam pikirannya (*model mental*). Eksternal representasi adalah sesuatu yang berkaitan dengan simbolisasi atau merepresentasikan objek dan proses. Dalam hal ini, representasi digunakan untuk memanggil kembali pikiran melalui deskripsi, penggambaran atau imajinasi (Chittleborough & Treagust, 2006). Terjadinya kesalahan konsep disebabkan kesulitan representasi memvisualisasikan secara *eksternal* dan *internal* (Wu dan Shah, 2004).

Dengan demikian, isu kunci untuk mengembangkan tiga level representasi dalam konteks belajar kimia konsisten dengan prinsip-prinsip umum untuk mencapai pembelajaran yang efektif dan teori belajar di masa kini. Prinsip-prinsip ini memperkuat pentingnya menyediakan kebutuhan belajar melalui berbagai sumber representasi yang relevan seperti visualisasi, verbalisasi dan numerisasi, sehingga pebelajar memiliki literasi sains.

Pebelajar perlu memahami keanekaragaman mode representasi dari konsep dan proses sains. Ia harus mampu menerjemahkan berbagai mode berbeda ke mode yang lain melalui kooordinasi pengetahuan yang dimilikinya, sehingga mampu merepresentasikan pengetahuan ilmiahnya untuk digunakan dalam pemecahan masalah yang merupakan salah satu keterampilan berpikir tingkat tinggi.

Johnstone (Chittleborough, 2004) membedakan representasi kimia menjadi tiga level, yaitu level representasi makroskopik, submikroskopik dan simbolik. Ketiga level representasi itu saling berhubungan seperti ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Representasi Ilmu Kimia (Chittleborough, 2004)

Adapun deskripsi level-level representasi kimia menurut Gilbert (2008) adalah sebagai berikut :

1. Representasi makroskopik

Representasi makroskopik merupakan representasi kimia yang diperoleh melalui pengamatan nyata terhadap suatu fenomena yang dapat dilihat dan dipersepsi oleh panca indra, baik secara langsung maupun tak langsung.

Perolehan pengamatan itu dapat melalui pengalaman sehari-hari, penyelidikan di laboratorium secara aktual, studi di lapangan ataupun melalui simulasi.

Contohnya: terjadinya perubahan warna, suhu, pH larutan, pembentukan gas dan endapan yang dapat diobservasi ketika suatu reaksi kimia berlangsung.

Seorang pebelajar dapat merepresentasikan hasil pengamatan atau kegiatan laboratoriumnya dalam berbagai mode representasi, misalnya dalam bentuk laporan tertulis, diskusi, presentasi oral, grafik dan sebagainya. Representasi level makroskopik bersifat deskriptif, namun demikian pengembangan kemampuan pebelajar merepresentasikan level makroskopik memerlukan bimbingan agar mereka dapat fokus terhadap aspek-aspek apa saja yang paling penting untuk diamati dan direpresentasikan berdasarkan fenomena yang diamatinya.

2. Representasi submikroskopik

Representasi submikroskopik merupakan representasi kimia yang menjelaskan dan memberikan pemahaman mengenai struktur dan proses pada level partikel (atom/molekular) terhadap fenomena makroskopik yang diamati. Penggunaan istilah submikroskopik merujuk pada level ukurannya yang direpresentasikan yang berukuran lebih kecil dari level nanoskopik. Level representasi submikroskopik yang dilandasi teori partikulat materi digunakan untuk memberi-

kan pemahaman terhadap fenomena makroskopik dalam bentuk gerakan partikel, seperti gerakan elektron-elektron, molekul-molekul dan atom-atom. Entitas submikroskopik tersebut nyata, namun terlalu kecil untuk diamati. Operasi pada level submikroskopik memerlukan kemampuan berimajinasi dan memvisualisasikan. Mode representasi pada level ini dapat diekspresikan mulai dari yang sederhana hingga menggunakan teknologi komputer, yaitu menggunakan kata-kata, diagram, gambar, model dua dimensi, model tiga dimensi baik diam maupun bergerak (berupa animasi)

3. Representasi simbolik

Representasi simbolik yaitu representasi kimia secara kualitatif dan kuantitatif, yaitu rumus kimia, diagram, gambar, persamaan reaksi, stoikiometri dan perhitungan matematik. Representasi simbolik bertindak sebagai bahasa persamaan kimia sehingga terdapat aturan-aturan yang harus diikuti. Level representasi simbolik mencakup semua abstraksi kualitatif yang digunakan untuk menyajikan setiap item pada level submikroskopik. Abstraksi-abstraksi itu digunakan sebagai singkatan dari entitas pada level submikroskopik dan juga digunakan untuk menunjukkan secara kuantitatif seberapa banyak setiap jenis item yang disajikan pada tiap level.

Johnstone (Chittleborough, & Treagust, 2006) menyatakan bahwa level-level representasi kimia, jangan dikelirukan dengan istilah representasi yang umumnya digunakan untuk representasi simbolik dari fenomena kimia. Level hirarki yang dinyatakan Johnstone's menjelaskan suatu pandangan bagaimana data kimia disajikan dan digambarkan. Level representasi makroskopik bersifat deskriptif dan fungsional, dan level submikroskopik bersifat representasional dan eksplanatori.

Level representasi simbolik digunakan untuk mengkomunikasikan fenomena pada level makroskopik dan submikroskopik. Oleh karena itu istilah representasi digunakan untuk semua penggambaran kimia yang ditemukan pembelajar.

Pada masa kini, memang kimiawan sudah dapat mengobservasi perilaku atom atau molekul menggunakan mikroskop elektron sehingga diklasifikasikan sebagai realitas dari suatu konstruk teoritis. Namun demikian, tidaklah mungkin untuk melihat bagaimana atom berinteraksi, untuk hal ini kimiawan mengandalkan teori. Teori ini bersandar pada model-model, jadi jika kita menggambarkan suatu atom, maka kenyataannya kita menggambarkan model atom atau sejumlah gambar atom yang dilandasi berbagai model (Taber, 2003).

Secara teoritik level submikroskopik sangat esensial untuk memahami ilmu kimia. Representasi simbolik dari atom dan molekul seringkali hanyalah suatu rekaman sekejap yang fokusnya hanya pada reaksi yang berhasil terjadi, sedangkan reaksi yang gagal ataupun kemungkinan keberhasilan reaksi tidak direpresentasikan. Namun, representasi simbolik tidak dapat menyajikan teori kinetika molekuler yang berkaitan dengan gerakan partikel, seperti kecenderungan jumlah spesi kimia yang bergerak konstan, saling bertumbukan, tumbukan-tumbukan yang tidak efektif dan gagal menghasilkan reaksi. Pemahaman fenomena kimia yang digunakan untuk hal ini seringkali berlandaskan perilaku partikel submikroskopik yang disajikan secara simbolik. Representasi simbolik termasuk di dalamnya diagram level submikroskopik sangat penting untuk mengkomunikasikan karakteristik tersebut. Dualitas yang unik dari representasi kimia seperti diagram kimia yang menghubungkan baik level makro dan submikroskopik secara simultan

menunjukkan sifat kimia yang kompleks dan secara signifikan menantang kemampuan intelektual agar dapat membuat interkoneksi antara ketiga level tersebut (Davidowitz & Chittleborough, 2009).

Berdasarkan penelitian Treagust (2008) pebelajar yang bukan berlatar belakang kimia cenderung hanya menggunakan level representasi makroskopik dan simbolik. Hasil penelitian ini sesuai dengan berbagai penelitian lainnya bahwa level submikroskopik paling sukar dipahami diantara ketiga level representasi. Penggunaan model kimia juga tidak selalu diapresiasi dengan menghubungkannya dengan dua target nyata, yaitu level submikroskopik dan level makroskopik. Seringkali model-model hanya dipandang sebagai simbolisasi yang dimaknai dalam konteks matematik atau perhitungan (Chittleborough & Treagust, 2007)

Level submikroskopik ini menjadi kekuatan dan sekaligus kelemahan untuk belajar kimia. Kekuatannya, karena level submikroskopik merupakan basis intelektual yang penting untuk pemahaman kimia. Kelemahan terjadi ketika pebelajar mulai mencoba belajar dan memahaminya. Lemahnya model mental pebelajar pemula nampaknya akibat diabaikan level representasi submikroskopik dibandingkan dengan level representasi makroskopik dan simbolik. Wright (Davidowitz & Chittleborough, 2009).

Level representasi submikroskopik tak dapat dilihat secara langsung, sedangkan prinsip-prinsip dan komponen-komponennya yang kini diakui sebagai kebenaran dan nyata tergantung pada model teoritik yaitu teori atom. Definisi ilmiah dari teori diperkuat oleh gambaran atom (model) yang mengalami berulang kali perbaikan. Ilmuwan masa kini meyakini adanya distribusi elektron dalam atom,

namun interaksi antara proton dan neutron di dalam inti atom masih memerlukan penyelidikan lebih lanjut (Davidowiz & Chittleborough, 2009).

Chittleborough & Treagust (2007) menyatakan pebelajar tidak dapat menggunakan representasi kimia, jika kurang mengapresiasi karakteristik pemodelan. Istilah pemodelan seringkali digunakan secara luas mencakup representasi ide, obyek, kejadian, proses atau sistem. Namun yang dimaksud dengan pemodelan dalam kimia adalah representasi fisik atau komputasional dari komposisi dan struktur suatu molekul atau partikel (level submikroskopik). Representasi struktur suatu molekul atau model partikel (submikroskopik) tersebut dapat berupa model fisik, animasi atau simulasi. Kemampuan pemodelan tersebut penting untuk mencapai keberhasilan menggunakan representasi kimia. Contohnya ketika pebelajar memikirkan suatu model kimia, terbentuklah hubungan antara suatu analogi dan target yang dianalogikan sebagai representasi simbolik (yang dapat berbeda-beda jenisnya) dengan dua target nyata yaitu level submikroskopik (target 1) dan level makroskopik (target 2). Dalam hal ini representasi simbolik merupakan analogi dari level makro dan submikroskopik yang menjadi target (Treagust, 2008).

Berkaitan dengan ketiga representasi kimia, Gilbert dan Treagust (2009) merangkum dari berbagai hasil penelitian mengenai masalah yang dihadapi pebelajar, yaitu :

1. Lemahnya pengalaman pebelajar pada level makroskopik, karena tidak tersedianya pengalaman praktik yang tepat atau tidak terdapatnya kejelasan apa yang harus mereka pelajari melalui kerja lab (praktikum) ;

2. Terjadinya miskonsepsi pada level submikroskopik, karena kebingungan pada sifat-sifat partikel materi dan ketidakmampuan untuk memvisualisasikan entitas dan proses pada level submikroskopik;
3. Lemahnya pemahaman terhadap kompleksitas konvensi yang digunakan untuk merepresentasikan level simbolik;
4. Ketidakmampuan untuk ‘bergerak’ antara ketiga level representasi.

Oleh karena itu, perlu didesain kurikulum pendidikan kimia yang dapat memfasilitasi pebelajar agar mereka lebih efektif dalam belajar dengan menggunakan ketiga level tersebut.

D. Analisis Konsep

Analisis konsep dimaksudkan untuk mengidentifikasi konsep-konsep esensial dalam topik-topik yang diajarkan, menyusun konsep secara hirarki serta mengenali sifat, atribut, kedudukan konsep, contoh dan noncontoh. Konsep-konsep esensial yang sudah teridentifikasi dalam satu pokok bahasan dapat dilihat keterkaitannya melalui peta konsep (Suryanti, 2010).

Konsep-konsep dapat dikelompokkan berdasarkan atribut-atribut konsep menjadi enam kelompok Liliyasi (2007) yaitu:

1. Konsep konkrit, yaitu konsep yang contohnya dapat dilihat misalnya spektrum.
2. Konsep abstrak, yaitu konsep yang contohnya tidak dapat dilihat, misalnya atom, molekul.
3. Konsep dengan atribut kritis yang abstrak tetapi contohnya dapat dilihat, misalnya unsur, senyawa.
4. Konsep yang berdasarkan prinsip, misalnya mol, campuran, larutan.
5. Konsep yang melibatkan penggambaran simbol, misalnya lambang unsur, rumus kimia.
6. Konsep yang menyatakan sifat, misalnya elektropositif, elektronegatif, dan
7. Konsep yang menunjukkan atribut ukuran meliputi kg, g (ukuran massa), M, m, pH (ukuran konsentrasi), C (ukuran muatan listrik)

Farida (2011) mengungkapkan bahwa untuk menentukan konsep-konsep yang dikembangkan dalam pembelajaran diperlukan analisis konsep. Hasil analisis konsep dapat digunakan antara lain:

- 1) merencanakan urutan pembelajaran konsep
- 2) tingkat-tingkat pencapaian konsep yang diharapkan dikuasai oleh siswa
- 3) menentukan metode dan pendekatan pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik konsep

Berdasarkan definisi konsep menurut Gagne (1977), konsep merupakan suatu abstraksi yang melibatkan hubungan antar konsep (*relational concepts*) dan dapat dibentuk oleh individu dengan mengelompokkan objek, merespon objek tersebut dan kemudian memberinya label (*concept by definition*). Oleh karena itu, suatu konsep mempunyai karakteristik berupa definisi konsep. Selain karakteristik tersebut, Herron (1977) mengidentifikasi karakteristik yang dimiliki konsep meliputi: label konsep, atribut konsep (atribut kritis dan atribut variabel) dan jenis konsep. Dengan demikian dalam analisis konsep, perlu diidentifikasi karakteristik konsep, yang meliputi:

1. Label Konsep

Label konsep adalah nama konsep atau sub konsep yang dianalisis. Contoh label konsep ; unsur, senyawa, atom, larutan, dan lain-lain.

2. Definisi Konsep

Label konsep didefinisikan sesuai dengan tingkat pencapaian konsep yang diharapkan dari siswa. Untuk suatu label konsep yang sama, konsep dapat

didefinisikan berbeda sesuai dengan tingkat pencapaian konsep yang diharapkan dikuasai siswa dan tingkat perkembangan kognitif siswa.

3. Atribut kritis dan atribut variabel

Atribut kritis merupakan ciri-ciri utama konsep yang merupakan penjabaran definisi konsep, sedangkan atribut variabel menunjukkan ciri-ciri konsep yang nilainya dapat berubah, namun besaran dan satuannya tetap.

4. Hirarki Konsep

Hirarki konsep menyatakan hubungan suatu konsep dengan konsep lain berdasarkan tingkatannya, yaitu :

- konsep superordinat (konsep yang tingkatannya lebih tinggi)
- konsep ordinat (konsep yang setara)
- konsep subordinat (konsep yang tingkatannya lebih rendah).

Hirarki konsep dapat direpresentasikan dalam bentuk peta konsep dan digunakan untuk menentukan urutan pembelajaran konsep.

5. Jenis Konsep

Umumnya jenis konsep dikelompokkan menjadi dua, yaitu konsep konkrit dan konsep abstrak.

Namun dalam ilmu kimia, terdapat banyak konsep yang sukar dikelompokkan dengan jelas ke dalam konsep konkrit ataupun abstrak. Oleh karena itu Herron (1977) mengembangkan jenis-jenis konsep menjadi delapan jenis konsep, yaitu sebagai berikut:

1. Konsep konkrit, yaitu konsep yang atribut kritis dan atribut variabel dapat diidentifikasi, sehingga relatif mudah dimengerti, mudah dianalisis dan

mudah memberikan contoh dan noncontoh. Contoh konsep konkrit antara lain: gelas kimia, tabung reaksi, batu baterai, sel aki, sel Volta.

2. Konsep abstrak, yaitu konsep yang atribut kritis dan atribut variabelnya sukar dimengerti dan sukar dianalisis, sehingga sukar menemukan contoh dan noncontoh. Konsep seperti ini relatif sukar untuk dipelajari, karena tidak mungkin mengkomunikasikan informasi tentang atribut kritis konsep ini melalui pengamatan langsung. Oleh karena itu, diperlukan model-model atau ilustrasi yang mewakili contoh dan noncontoh. Contoh konsep abstrak antara lain: atom, molekul, inti atom, ion, proton, neutron.
3. Konsep abstrak dengan contoh konkrit, yaitu konsepnya mudah dikenali, namun mengandung atribut sukar dimengerti, sehingga sukar membedakan contoh dan noncontoh. Contohnya antara lain: unsur, senyawa, elektrolit.
4. Konsep berdasarkan prinsip, yaitu konsep yang memerlukan prinsip-prinsip pengetahuan untuk menggunakan dan membedakan contoh dan noncontoh. Contohnya antara lain: konsep mol, beda potensial.
5. Konsep yang menyatakan simbol, yaitu konsep yang mengandung representasi simbolik berlandaskan aturan tertentu. Contohnya antara lain: rumus kimia, rumus, persamaan.
6. Konsep yang menyatakan nama proses, yaitu konsep yang menunjukkan terjadinya suatu 'tingkah-laku' tertentu. Contohnya antara lain: destilasi, elektrolisis, disosiasi, oksidasi, meleleh.
7. Konsep yang menyatakan sifat dan nama atribut. Konsep-konsep seperti: massa, berat, muatan listrik, muatan, frekuensi, bilangan oksidasi, dan mudah terbakar merupakan atribut atau ciri-ciri suatu objek.

8. Konsep yang menyatakan ukuran atribut. Sama seperti diatas, namun bentuknya berupa satuan ukuran untuk atribut. Contohnya antara lain satuan konsentrasi : molaritas, molalitas, normalitas, ppm, pH.

Markle dan Tieman (1974) mendefinisikan konsep sebagai sesuatu yang sungguh-sungguh ada. Mungkin tidak ada satupun definisi yang dapat mengungkapkan arti dari konsep. Untuk itu diperlukan suatu analisis konsep yang memungkinkan kita dapat mendefinisikan konsep, sekaligus menghubungkan dengan konsep-konsep lain yang berhubungan. Analisis konsep dilakukan melalui tujuh langkah, yaitu menentukan nama atau label konsep, definisi konsep, jenis konsep, atribut kritis, atribut variabel, posisi konsep, contoh, dan noncontoh

ANALISIS KONSEP

- Standar Kompetensi : 3. Memahami sifat-sifat larutan non-elektrolit dan elektrolit, serta reaksi oksidasi-reduksi.
 Kompetensi Dasar : 3.2 Menjelaskan perkembangan konsep reaksi oksidasi-reduksi dan hubungannya dengan tata nama senyawa serta penerapannya.
 Materi Pembelajaran : Reaksi Redoks

Label Konsep	Definisi Konsep	Jenis Konsep	Atribut		Posisi Konsep			Contoh	Non Contoh
			Kritis	Variabel	Perordina t	Koordinat	Subordinat		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Reaksi Reduksi	Reaksi reduksi adalah reaksi yang melibatkan pelepasan oksigen, penerimaan elektron dan	Konsep berdasarkan prinsip.	<ul style="list-style-type: none"> • Reaksi reduksi • Reaksi pelepasan oksigen • Reaksi penerimaan elektron • Reaksi penurunan bilangan 	Komponen reaksi	Larutan elektrolit dan nonelektrolit	Reaksi oksidasi	<ul style="list-style-type: none"> • Bilangan oksidasi • Oksidator dan reduktor • Reaksi autoreduksi • Tata nama senyawa 	Reaksi Reduksi a. $\text{HgO}_{(s)} \rightarrow \text{Hg}_{(l)} + \text{O}_{2(g)}$ b. $\text{Cl}_2 + 2e^- \rightarrow 2\text{Cl}^-$ c. $\text{CuO} \rightarrow \text{Cu}$	Reaksi a. $\text{N}_{2(g)} + 2\text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{NO}_{2(g)}$ b. $2\text{Na}(s) \rightarrow 2\text{Na}^+(s) + 2e^-$ c. $\text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$
								Reaksi-reaksi di atas merupakan reaksi reduksi.	Reaksi-reaksi di atas bukan termasuk dalam reaksi

	penurunan bilangan oksidasi		oksidasi						reduksi.
Reaksi Oksidasi	Reaksi oksidasi adalah reaksi yang melibatkan pengikatan oksigen, pelepasan elektron dan kenaikan bilangan oksidasi	Konsep berdasarkan prinsip	<ul style="list-style-type: none"> • Reaksi oksidasi • Reaksi pengikatan oksigen • Reaksi pelepasan 	komponen reaksi	Reaksi reduksi	Reaksi reduksi	<ul style="list-style-type: none"> • Bilangan oksidasi • Oksidator dan reduktor • Reaksi autoreduksi 	Reaksi Oksidasi a. $N_{2(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{2(g)}$ b. $2Na(s) \rightarrow 2Na^+(s) + 2e^-$ c. $H_2 \rightarrow H_2O$	Reaksi a. $HgO_{(s)} \rightarrow Hg_{(l)} + O_{2(g)}$ b. $Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl$ c. $CuO \rightarrow Cu$
(1)	(2)	(3)	<ul style="list-style-type: none"> • elektron Reaksi kenaikan bilangan oksidasi 	(5)	(6)	(7)	Tata nama senyawa	(9)	(10)
Bilangan oksidasi	Bilangan oksidasi atau tingkat oksidasi suatu unsur merupakan bilangan bulat positif atau negatif yang diberikan kepada suatu unsur dalam membentuk senyawa.	Konsep berdasarkan simbol	<ul style="list-style-type: none"> • Bilangan oksidasi • Bilangan bulat positif atau negatif 	<ul style="list-style-type: none"> • Jenis reaksi • Komponen senyawa • Bilangan oksidasi 	Reaksi reduksi dan oksidasi		-	Dalam senyawa H_2SO_4 , jumlah bilangan oksidasi dari 2 atom H + 1 atom S + 4 atom O = 0	-
Oksidator	Oksidator adalah zat yang dalam	Konsep berdasarkan	<ul style="list-style-type: none"> • Oksidator • Zat • Reduksi • 	<ul style="list-style-type: none"> • Komponen reaksi • Oksidat 	Bilangan Oksidasi	• Reduktor	-	Reaksi $Fe(s) + 2HCl(aq) \rightarrow FeCl(aq) + H_2(g)$	Reaksi $Fe(s) + 2HCl(aq) \rightarrow FeCl$

	reaksi redoks menyebabkan zat lain mengalami reduksi.	prinsip		or				Pada reaksi di atas spesi atau zat yang menyebabkan zat lain mengalami oksidasi adalah HCl.	(aq) + H ₂ (g) Pada reaksi di atas spesi atau zat yang menyebabkan zat lain mengalami reduksi adalah Fe
Reduktor	Reduktor adalah zat yang dalam reaksi redoks menyebabkan zat lain mengalami oksidasi	Konsep berdasarkan prinsip	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktor • Zat • Oksidasi 	<ul style="list-style-type: none"> • Komponen reaksi • Reduktor 	Oksidator	• Oksidator		Reaksi $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 3\text{C}_2\text{O}_4^{2-}(\text{aq}) + 14\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 6\text{CO}_2(\text{g}) + 7\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ Pada reaksi di atas spesi atau zat yang menyebabkan zat lain mengalami reduksi adalah $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$.	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 3\text{C}_2\text{O}_4^{2-}(\text{aq}) + 14\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 6\text{CO}_2(\text{g}) + 7\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ Pada reaksi di atas spesi atau zat yang menyebabkan zat lain mengalami oksidasi adalah $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$.
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Reaksi Autoredoks	Reaksi autoreduksi adalah suatu zat dalam reaksi redoks yang mengoksidasi atau mereduksi dirinya sendiri	Konsep berdasarkan prinsip	<ul style="list-style-type: none"> • Reaksi autoreduksi • Reaksi redoks • Mengoksidasi • Mereduksi 	<ul style="list-style-type: none"> • Komponen reaksi • Bilangan Oksidasi 	Oksidator dan reduktor	<ul style="list-style-type: none"> • Reaksi oksidasi • Reaksi reduktor 		Reaksi $3\text{I}_2(\text{g}) + 6\text{KOH}(\text{aq}) \rightarrow 5\text{KI}(\text{aq}) + \text{KIO}_3(\text{aq}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ Dalam reaksi di atas, I ₂ oksidasi sekaligus ada yang mengalami reduksi. Artinya atom I mengoksidasi atom I yang lain dan sebaliknya mereduksi yang lain.	Reaksi $3\text{I}_2(\text{g}) + 6\text{KOH}(\text{aq}) \rightarrow 5\text{KI}(\text{aq}) + \text{KIO}_3(\text{aq}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ Dalam reaksi di atas, atom-atom kalium, oksigen dan hidrogen tidak mengalami oksidasi dan reduksi.