

PENGEMBANGAN DAN PENERAPAN INSTRUMEN DIAGNOSTIK TWO-TIER DALAM MENGIDENTIFIKASI MISKONSEPSI SISWA TENTANG ATOM DAN MOLEKUL

Laili Rachmawati

lel_chemistry@yahoo.com

Universitas Negeri Malang

ABSTRAK

Bahan kajian utama dalam ilmu kimia adalah konsep. Sebagian besar konsep dalam ilmu kimia berupa konsep abstrak. Dalam pembelajaran sains, konsep abstrak sangatlah sulit dipahami sehingga memungkinkan terjadinya miskonsepsi. Salah satu konsep abstrak dalam ilmu kimia adalah konsep atom dan molekul. Dari berbagai penelitian menunjukkan siswa SMA masih mengalami kesulitan memahami konsep atom dan molekul dan banyak miskonsepsi yang ditemukan pada konsep ini. Tujuan penelitian ini yaitu mengembangkan instrumen diagnostik *two-tier* dan mengidentifikasi miskonsepsi siswa tentang konsep atom dan molekul. Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian deskriptif yang dilakukan di SMA Negeri X Malang dengan subjek penelitian sebanyak 133 siswa. Instrumen penelitian yang digunakan berupa instrumen diagnostik *two-tier* dengan jumlah soal sebanyak 15 soal, yang memiliki tingkat kevalidan sebesar 91.67% dan nilai *cronbach α -reliability* sebesar 0.739. Berdasarkan hasil penelitian ini ditemukan 15 jenis miskonsepsi tentang atom dan molekul yang terdiri dari 11 jenis miskonsepsi tentang konsep atom dan 4 jenis miskonsepsi tentang konsep molekul.

Kata kunci: atom dan molekul, *two-tier*, miskonsepsi

ABSTRACT

Most of the chemical concept is very abstract. In the science learning, abstract concept is difficult to understand and misconceptions were found in it. One of the abstract concepts in chemistry is atom and molecule. Many researches indicate that senior high school students find difficulties in understanding atom and molecule concepts, and many misconceptions were found in these concepts. The purpose of this study are developing a two-tier diagnostic instrument to diagnose student's mis-conceptions of atom and molecule. This study be held in Public Senior High School X of Malang, with as many as 133 students as a subject of this study. The data were collected used two-tier diagnostic instrument consist of 15 items. The validity of this instrument is 91.67% with cronbach α -reliability value is 0.739. in this study, fifteen kinds of misconceptions about atom and molecule were found. Eleven misconceptions relate atomic concept and four misconceptions relate molecule concept.

Keyword: atom and molecule, *two-tier*, misconception

Pendahuluan

Salah satu tujuan pembelajaran kimia di SMA/MA, yaitu siswa memahami konsep, prinsip, hukum, aturan dan teori kimia yang saling berkaitan dan dapat menerapkannya dalam menyelesaikan masalah dalam kehidupan sehari-hari dan teknologi (BSNP, 2006). Berdasarkan tujuan tersebut pemahaman konsep merupakan bagian penting dalam ilmu kimia. Ausabel (dalam Tan *et al.*, 2005) serta Griffith dan Preston (1992) menyatakan bahwa bekal yang harus dibawa siswa dalam memasuki kelas adalah pemahaman konsep.

Konsep dalam ilmu kimia sebagian besar berupa konsep abstrak (Nahum, *et al.*, 2004). Menurut Lai (2007) konsep abstrak merupakan konsep yang sulit dipahami dalam belajar sains, karena untuk memahaminya dibutuhkan kemampuan berfikir tingkat tinggi. Menurut Teori Piaget, seorang siswa pada usia 11-15 tahun (tingkat SMP) sudah dapat berfikir abstrak dan bernalar secara logis untuk macam-macam persoalan (Suparno, 1997). Pada usia ini, siswa sudah dapat memahami konsep-konsep abstrak dalam ilmu kimia. Namun, pada kenyataannya banyak siswa SMA yang mengalami kesulitan dalam menjelaskan berbagai fenomena kimia (Nahum, *et al.*, 2004). Nakhleh (1992) juga menyatakan banyak siswa yang belajar kimia, tetapi gagal menguasai konsep kimia. Berdasarkan uraian di atas, konsep abstrak dalam ilmu kimia merupakan salah satu faktor yang menyebabkan suatu konsep sulit dipahami sehingga banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam belajar kimia.

Kesulitan siswa tidak hanya disebabkan oleh konsep kimia bersifat abstrak, tetapi dalam belajar kimia dituntut memahami tiga aspek yang saling berhubungan, yakni aspek makroskopik, mikroskopik, dan simbolik. Aspek makroskopik berhubungan dengan sifat suatu materi yang dapat diamati langsung oleh siswa misalnya perubahan wujud zat, aspek mikroskopik berhubungan dengan partikel penyusun suatu materi (atom, molekul, ion), sedangkan aspek

simbolik berhubungan dengan simbol dan perhitungan kimia (Chandra, *et al.*, 2007; Johnstone dalam Nahum, *et al.*, 2004). Salah satu konsep dasar kimia yang melibatkan ketiga aspek tersebut adalah konsep atom dan molekul, misalnya perubahan wujud air menjadi es (aspek makroskopik), susunan molekul air dalam es (aspek mikroskopik), perubahan wujud air ke es dilambangkan dengan $\text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ (aspek simbolik).

Karena konsep atom dan molekul mengandung konsep abstrak, dan siswa dituntut menguasai ketiga aspek tersebut, sehingga banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam memahami konsep atom dan molekul. Cokelz dan Dumon (2005) juga menyatakan konseptualisasi siswa SMA pada konsep atom dan molekul sulit dipahami. Effendy (2002) mengatakan apabila kesulitan dalam belajar kimia tidak segera diatasi, seorang siswa akan memiliki pemahaman yang tidak tepat dan jika berlangsung secara terus-menerus, maka siswa tersebut akan mengalami kesalahan konsep. Hal ini menunjukkan apabila kesulitan dalam memahami konsep atom dan molekul tidak segera diatasi dapat dimungkinkan siswa mengalami kesalahan konsep tentang atom dan molekul.

Kesalahan konsep (miskonsepsi) dalam ilmu kimia merupakan salah satu istilah yang digunakan peneliti dalam mengidentifikasi konsepsi (Nakhleh, 1992). Özmen (2008) mendefinisikan miskonsepsi sebagai istilah yang digunakan untuk mendeskripsikan beberapa kesulitan konseptual yang berbeda dengan definisi masyarakat ilmiah, sehingga miskonsepsi merupakan pemahaman siswa terhadap suatu konsep yang berbeda dengan definisi masyarakat ilmiah.

Berbagai penelitian yang mengungkapkan terjadinya miskonsepsi tentang atom dan molekul antara lain: (1) Cokelz dan Dumon (2005) yang mengidentifikasi pemahaman dan miskonsepsi siswa tentang atom dan molekul. (2) Griffith dan Preston (1992) menemukan 52 miskonsepsi dalam pe-

nelitiannya yang berhubungan dengan atom dan molekul. Berdasarkan hasil penelitian tersebut tampak bahwa se-bagian besar siswa SMA masih meng-alami kesulitan memahami konsep atom dan molekul sehingga banyak mis-konsepsi ditemukan.

Menurut Nahum, *et al.*, (2004) mis-konsepsi merupakan masalah utama dalam pembelajaran kimia yang men-jadi perhatian utama peneliti selama dua dekade terakhir. Dalam mendiagnosa miskonsepsi siswa dapat dilakukan dengan wawancara (Griffith dan Preston, 1992), peta konsep (Novak dalam Taber, 2005), portofolio (Kazembe, 2010), tes pilihan ganda (Lai, 2007). Untuk mengatasi kelemahan pilihan ganda dan meman-faatkan hasil wawancara dan peta konsep dalam mendeteksi miskonsepsi, Treagust (1985, 1988) mengusulkan instrumen diagnostik *two-tier* (Chamrat, 2009).

Instrumen diagnostik *two-tier* merupakan salah satu bentuk tes diagnostik yang terdiri dari dua *tier*. *Tier* pertama berupa pertanyaan yang mengandung pilihan ganda, dan *tier* kedua berupa pilihan alasan yang diperoleh dari kajian literatur, wawancara, dan pertanyaan terbuka (Tüyüz, 2009; Tan, 2005; Lin, 2004; Chandrasegaran, *et al.*, 2007). Instrumen diagnostik ini me-mang dirancang untuk mendeteksi miskonsepsi dan sangat efisien diterap-kan pada skala besar.

Banyak peneliti yang telah me-nerapkan instrumen ini dalam meng-identifikasi miskonsepsi, antara lain: Tüyüz (2009) menentukan miskonsepsi siswa tentang pemisahan campuran. Lin (2004) menentukan miskonsepsi siswa tentang pertumbuhan dan perkembang-an tanaman, Tan, *et al.*, (2005) me-mentukan miskonsepsi siswa tentang energi ionisasi. Özmen (2008) menentu-kan miskonsepsi tentang kesetimbangan kimia, Chamrat, *et al.*, (2009) menentu-kan miskonsepsi siswa tentang struktur atom, serta Chandrasegaran, *et al.*, (2007) mengevaluasi pemahaman konsep siswa tentang reaksi kimia, Tan *et al.*, (2002) mengidentifikasi pe-mahaman siswa tentang kimia an-organik.

Hal ini menunjukkan bahwa instrumen diagnostik *two-tier* sangat cocok digunakan untuk mendiagnosa miskonsepsi siswa.

Instrumen diagnostik *two-tier* belum dijumpai dan dikembangkan dalam menggali miskonsepsi siswa tentang atom dan molekul, karena se-bagian besar instrumen yang di-kembangkan dalam mengidentifikasi miskonsepsi atom dan molekul berupa tes pilihan ganda biasa, soal uraian, ataupun wawancara. Dengan demikian, pada penelitian ini, peneliti meng-anggap pengembangan dan penerapan instrumen diagnostik *two-tier* ini sangat penting dilakukan dalam menggali miskonsepsi siswa tentang atom dan molekul secara jelas dan mendalam.

Oleh karena itu, peneliti melakukan penelitian dengan judul Pengembangan dan Penerapan Instrumen Diagnostik Two-Tier dalam Mengidentifikasi Miskonsepsi Siswa tentang Atom dan Molekul.

Berdasarkan latar belakang di atas, tujuan penelitian adalah sebagai berikut.

1. Mengembangkan instrumen diag-nostik *two-tier* tentang konsep atom dan molekul pada siswa SMA Negeri X Malang.
2. Mengidentifikasi miskonsepsi siswa kelas XI IPA SMA Negeri X Malang tentang atom dan molekul.

Mengingat terdapat keterbatasan dalam penelitian ini, peneliti menggunakan ruang lingkup penelitian sebagai berikut: (1) konsep yang diteliti me-rupakan konsep atom dan molekul yang mengadopsi penelitian Griffith dan Preston (1992), (2) konsep atom terdiri dari enam konsep yaitu konsep struktur atom, model atom, massa, ukuran, gerak, dan persepsi tentang atom, (3) konsep molekul terdiri dari empat konsep yaitu konsep ukuran, kandungan molekul, gerak dan massa molekul.

Metode

1. Rancangan Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupa-kan penelitian deskriptif yang bertujuan untuk mendeskripsikan hal yang akan diteliti, yakni

miskonsepsi siswa tentang atom dan molekul pada siswa kelas XI IPA SMA Negeri X Malang.

2. Subjek Penelitian

Subjek penelitian dalam penelitian ini adalah siswa kelas XI IPA 2, XI IPA 3, XI IPA 4, XI IPA 6 di SMA Negeri X Malang yang berjumlah 133 siswa. Alasan pemilihan subjek penelitian adalah untuk mengetahui miskonsepsi yang dialami siswa SMA Negeri X Malang pada konsep atom dan molekul, selain itu SMA Negeri X Malang termasuk sekolah bermutu baik. Dengan demikian diharapkan hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan untuk sekolah lain yang kualitasnya sejenis atau di bawahnya.

3. Instrumen Penelitian

Data penelitian diperoleh dengan penerapan instrumen diagnostik *two-tier*. Instrumen ini merupakan tes pilihan ganda dengan dua *tier*. *Tier* pertama berisi pertanyaan dengan tiga sampai empat pilihan jawaban, sedangkan *tier* kedua berisi empat sampai lima pilihan alasan yang digunakan sebagai justifikasi pada *tier* pertama. Pada masing-masing soal terdapat satu pilihan jawaban dan alasan benar, sedangkan alasan pada *tier* kedua mengandung salah konsep yang diperoleh dari literatur, pertanyaan terbuka pada siswa, ataupun wawan-cara. Dalam penyusunan instrumen, peneliti mengadopsi dan mengembangkan pertanyaan dari Griffith dan Preston (1992), serta beberapa pertanyaan yang dikembangkan oleh peneliti sendiri. Dalam penyusunan instrumen diagnostik *two-tier*, peneliti mengadopsi langkah pengembangan instrumen yang diusulkan oleh Treagust (1985) yang meliputi tiga tahap yaitu (1) menentukan materi yang diteliti; (2) memperoleh informasi tentang miskonsepsi siswa; (3) mengembangkan instrumen diagnostik *Two-Tier*.

4. Validasi Isi

Salah satu syarat instrumen dikatakan baik sebagai alat ukur, memiliki validitas, yaitu soal tersebut sudah mengandung konsep yang terukur. Pada instrumen ini dilakukan validasi isi yang ditentukan melalui pertimbangan peneliti tim yang dianggap ahli pada bidang studi kimia, yakni dua dosen kimia, dan dua guru kimia SMA Negeri X Malang.

Setiap validator diminta memberikan skor dua pada tiap soal, jika soal tersebut sudah mencakup konsep yang akan diukur serta mengandung bahasa yang komunikatif. Skor satu, jika soal tersebut sudah mencakup konsep yang akan diukur tetapi belum mengandung bahasa yang komunikatif. Skor nol, jika soal tersebut tidak mencakup konsep yang akan diukur serta tidak mengandung bahasa yang komunikatif.

Berdasarkan tingkat kekonsistenan validator memberi skor dua pada instrumen diagnostik *two-tier*, diperoleh tingkat validasi isi sebesar 91.67%. Artinya instrumen tersebut memiliki tingkat kepercayaan yang tinggi.

5. Reliabilitas instrumen

Pada penelitian ini, reliabilitas instrumen diagnostik *two-tier* atom dan molekul dihitung menggunakan rumus *Spearman-Brown* (Ferguson dan Takane dalam Özmen, 2008) dengan bantuan *SPSS 16 for Windows*. Hasil perhitungan reliabilitas instrumen menggunakan *SPSS 16 for Window* ditunjukkan dengan nilai *Cronbach α -reliability* sebesar 0.739.

Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini disajikan hasil penelitian yang telah dilakukan, yaitu: hasil pengembangan instrumen diagnostik *two-tier* atom dan molekul serta kesalahan-kesalahan konsep atom dan molekul.

Hasil pengembangan pada penelitian ini berupa instrumen diagnostik *two-tier* untuk

konsep atom dan molekul. Jumlah soal yang telah dikembangkan dan diterapkan sebanyak 15 soal terdiri dari 3-4 pilihan jawaban dan 4-5 pilihan alasan, mewakili 10 konsep atom dan molekul. Dengan rincian sebagai berikut:

1. Sebanyak tiga soal mewakili konsep ukuran atom.
2. Sebanyak tiga soal mewakili konsep massa atom.
3. Sebanyak dua soal mewakili konsep gerak atom dalam suatu zat.

4. Sebanyak satu soal mewakili konsep model atom, struktur atom serta persepsi tentang atom.
5. Sebanyak satu soal mewakili konsep massa, gerak, ukuran, dan kandungan suatu molekul.

Hasil penelitian berupa kesalahan-kesalahan konsep atom dan molekul, dapat disajikan dalam tabel 1 berikut ini.

Tabel 1
Miskonsepsi Atom dan Molekul

No	Konsep	%
1	Ukuran atom	20.30
		38.35
2	Massa atom	15.04
		20.30
3	Model Atom	33.08
		20.30
4	Struktur atom	60.15
5	Persepsi tentang atom	15.04
6	Gerakan atom dalam suatu zat	16.54
7	Ukuran molekul	20.30
8	Massa molekul	21.05
9	Kandungan molekul dalam suatu zat	27.82
10	Gerak molekul dalam suatu zat	72.18

Selanjutnya akan diuraikan penjelasan mengenai hasil penelitian tentang atom dan molekul serta perbandingan dengan hasil penelitian peneliti lain.

(1) Ukuran Atom

Konsep ukuran atom diwakili soal nomor 2, 5, dan 13. Konsep yang diidentifikasi terdiri dari dua jenis konsep, yaitu konsep faktor penentu ukuran atom dan pengaruh temperatur terhadap ukuran atom.

Pada penelitian ini ditemukan dua jenis miskonsepsi yang menonjol pada konsep ukuran atom, yaitu sebanyak 20.30% siswa menganggap ukuran atom ditentukan oleh jumlah proton, semakin banyak jumlah proton semakin besar ukuran atom. Hasil

penelitian ini sama dengan hasil penelitian yang dilaporkan oleh Griffith dan Preston (1992) yaitu empat dari subjek penelitian dari kelas IPA menganggap ukuran atom hanya ditentukan oleh jumlah proton.

Adapun konsep benar tentang faktor penentu ukuran atom adalah ukuran dan jari-jari atom ditentukan oleh kombinasi gaya tarik inti terhadap elektron, dan gaya tolak antarelektron. Semakin kuat gaya tarik inti terhadap elektron, maka semakin kecil ukuran atom (Effendy, 2008).

Kesalahan konsep lain yang ditemukan pada konsep ukuran atom yaitu sebanyak 38.35% siswa menganggap akibat pemanasan, atom mendapat tambahan panas dan mengembang. Hasil penelitian ini

konsisten dengan hasil penelitian Griffith dan Preston (1992) yang menyebutkan semua subjek dalam penelitiannya menganggap pemanasan pada atom akan menyebabkan atom mengembang.

Konsep benar tentang pengaruh temperatur adalah temperatur hanya mempengaruhi jarak antarpartikel saja (Briggs dan Heyworth, 2007).

(2) Massa Atom

Konsep massa atom diwakili soal nomor 3, 11, dan 14. Konsep yang diidentifikasi terdiri dari dua konsep, yaitu konsep faktor penentu massa atom dan pengaruh temperatur terhadap massa atom. Konsep benar tentang faktor penentu massa atom adalah jumlah total proton dan neutron pada suatu atom (Effendy, 2008).

Pada penelitian ini ditemukan dua jenis miskonsepsi yang menonjol, yakni sebanyak 15.04% siswa menganggap massa atom relatif ditentukan oleh jumlah elektron, semakin banyak jumlah elektron semakin besar massa atom relatifnya.

Adapun miskonsepsi kedua berkaitan dengan pengaruh temperatur terhadap massa atom, yaitu sebanyak 20.30% siswa menyatakan massa atom logam semakin besar saat atom dipanaskan dan menjadi leleh. Hasil penelitian ini identik dengan hasil penelitian yang dilaporkan oleh AAAS project 2061, n. d. yang menyatakan bahwa sebanyak 25% siswa kelas 6-8 dan 22% siswa kelas 9-12 beranggapan bahwa massa atom atau molekul meningkat saat kenaikan temperatur dan berkurang saat penurunan temperatur. Adapun konsep benar dari pengaruh temperatur terhadap massa atom adalah jumlah atom dan massa atom tidak berubah dengan perubahan temperatur (AAAS Projct 2061, 2012).

(3) Struktur Atom

Konsep struktur atom diwakili soal nomor 12. Pada soal ini siswa diminta mengidentifikasi gerakan elektron

mengelilingi inti atom. Dari hasil penelitian ditemukan 60.15% siswa menganggap bahwa elektron mengelilingi inti atom di dalam orbit seperti sistem tata surya. Hal ini konsisten dengan hasil penelitian Kazembe (2010) yang melaporkan 35% siswa tahun pertama kelas kimia menganggap elektron mengelilingi inti atom di dalam orbit, seperti planet mengelilingi matahari.

Griffith dan Preston (1992) juga melaporkan empat dari subjek penelitian menganggap elektron bergerak di dalam orbit.

Konsep benar tentang struktur atom adalah proton dan neutron suatu atom terdapat dalam inti atom, sedangkan elektron adalah partikel sub-atomik yang mengelilingi inti atom, namun lintasan gerak elektron dalam atom tidak dapat ditentukan secara pasti, hanya sebuah perkecualian (Effendy, 2008).

(4) Model Atom

Konsep ini diidentifikasi pada soal nomor 7. Pada soal ini siswa diminta menentukan model atom modern, yaitu model awan elektron. Miskonsepsi yang ditemukan ada dua jenis, yaitu sebanyak 33.08% siswa memilih gambar model atom Bohr sebagai model atom modern karena atom merupakan partikel yang terdiri dari proton dan neutron di dalam inti atom, dan elektron yang mengelilingi inti atom pada orbit tertentu seperti sistem tata surya.

Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilaporkan oleh Chamrat (2009) yaitu sebagian besar peneliti melaporkan banyak siswa sangat sulit merubah model atom Bohr dengan model atom awan elektron sesuai dengan teori mekanika kuantum. Konsep yang benar tentang model atom menurut teori atom modern adalah model awan elektron, ketika gerakan elektron mengelilingi inti atom hanyalah sebuah kebolehjadian pada tempat-tempat tertentu, tempat kemungkinan ditemukan elektron disebut dengan *electron probability* (Effendy, 2008)

Sebesar 20.30% siswa memilih model atom modern Rutherford dengan alasan karena atom merupakan partikel yang terdiri dari proton dan neutron di dalam inti atom, dan elektron yang mengelilingi inti atom pada orbit tertentu seperti sistem tata surya. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Puspitasari (2009) yang menyatakan keadaan elektron dalam atom seperti planet mengelilingi matahari yang digambarkan seperti model atom Rutherford.

(5) Persepsi tentang Atom

Konsep persepsi tentang atom diwakili soal nomor 4. Pada soal ini siswa diminta menentukan atom termasuk makhluk hidup atau bukan. Hasil penelitian ini menunjukkan ada 15.04% siswa menganggap atom itu kadang hidup kadang mati, karena atom dalam tubuh makhluk hidup akan hidup, tetapi saat makhluk hidup mati atom juga mati.

Hasil penelitian ini konsisten dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Griffith dan Preston (1992) yang melaporkan ada beberapa subjek penelitian menyatakan atom ada yang hidup, ada yang tidak. Konsep yang benar tentang atom termasuk makhluk hidup atau bukan, dapat dijelaskan oleh Yahya (2003) yang menyatakan bahwa atom merupakan partikel tidak hidup, tetapi atom merupakan bahan penyusun semua benda hidup maupun benda mati. Hal ini dapat dijelaskan bahwa makhluk hidup tersusun atas sel yang hidup, namun sel tersebut disusun dari atom-atom yang tidak hidup dengan rancangan khusus.

(6) Gerak Atom dalam Suatu Zat

Konsep gerak atom dalam suatu zat diwakili soal nomor 10 dan 15. Pada soal ini siswa diminta menentukan gerak atom dalam suatu zat ketika terjadi kenaikan temperatur hingga meleleh. Dalam penelitian ini terdapat 16.54% siswa menyatakan atom dalam suatu logam tetap tidak bergerak meskipun terjadi kenaikan suhu. Hasil penelitian yang dilaporkan AAAS Project 2061 (2012)

menyatakan sebanyak 25% dan 18% siswa menganggap kecepatan rata-rata atom dan molekul pada suatu zat hampir sama meskipun terjadi kenaikan suhu.

Konsep benar tentang gerak atom dalam suatu zat saat terjadi kenaikan temperatur adalah temperatur akan mempengaruhi gerakan atom saat kenaikan temperatur menjadi lebih cepat. Energi panas ini akan memperlemah ikatan antar atom, sehingga susunan atom suatu unsur agak merenggang akibat kenaikan temperatur (Briggs dan Heyworth, 2007).

(7) Ukuran Molekul

Konsep ukuran molekul diwakili soal nomor 8. Pada soal ini siswa diminta menentukan pengaruh temperatur terhadap ukuran molekul. Ditemukan miskonsepsi, yakni ada 20.30% siswa menganggap akibat pemanasan, molekul air mengembang. Konsep benar tentang ukuran molekul adalah ketika suatu zat dipanaskan, jarak antar molekul meningkat, tetapi partikel (atom atau molekul) dalam suatu zat tidak mengembang (Briggs dan Heyworth, 2007)

Hasil penelitian terkait miskonsepsi tentang ukuran molekul di atas sejalan dengan hasil penelitian yang dilaporkan oleh Griffith dan Preston (1992) yang menyatakan bahwa pemanasan menyebabkan molekul air mengembang. Kazembe (2010) melaporkan sebanyak 35% siswa menganggap molekul mengembang ketika dipanaskan.

(8) Kandungan Molekul dalam Zat

Konsep kandungan molekul dalam suatu zat diidentifikasi pada soal nomor 1. Pada soal ini siswa diminta menentukan kandungan molekul dalam suatu zat. Sebanyak 27.82% siswa menganggap gelembung air mendidih berupa gas oksigen, karena ikatan dalam molekul air putus menghasilkan gas oksigen dalam bentuk uap air. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilaporkan Griffith dan Preston (1992) bahwa subjek penelitian dari kelompok B

menganggap komposisi molekul pada uap berbeda dengan komposisi molekul pada air, hal ini disebabkan air dipanaskan sehingga jumlah oksigen yang lebih banyak.

Konsep yang benar tentang konsep kandungan molekul dalam suatu zat adalah saat dipanaskan, hanya terjadi perubahan fisik, yakni perubahan zat cair menjadi uap air, namun perubahan ini tidak merubah komposisi molekul dalam suatu zat, molekul H₂O masih tetap ada (Zumdahl, *et al.* 2007)

(9) Massa Molekul

Konsep massa molekul relatif diidentifikasi pada soal nomor 6. Pada soal ini siswa diminta menentukan massa molekul H₂O pada fasa padat, cair, dan gas. Ada 21.0 % siswa yang mengalami miskonsepsi, yakni beranggapan bahwa massa molekul relatif air pada fasa padat lebih besar daripada fasa cair, dan pada fasa cair massa molekul relatif air lebih besar daripada fasa gas, karena massa molekul relatif air tergantung pada susunan molekul pada setiap zat, semakin rapat susunan molekul air, maka semakin besar massa molekul relatif air.

Hasil penelitian sejalan dengan hasil penelitian yang dilaporkan Griffith dan Preston (1992) yang menyatakan satu subjek mengatakan molekul es paling berat, karena mereka tersusun berdekatan. Sedangkan konsep benar tentang massa molekul relatif adalah jumlah total massa atom penyusun molekul (Effendy, 2006). Molekul air yang terkandung dalam fasa padat, cair, dan gas selalu sama, hanya berbeda wujud saja (Zumdahl, *et al.*, 2007).

(10) Gerak Molekul dalam Zat

Konsep gerak molekul dalam suatu zat diwakili oleh soal nomor 9. Pada soal ini siswa diminta membandingkan gerak molekul pada zat padat dengan zat cair. Terdapat 72.18% siswa beranggapan molekul air pada zat padat tidak bergerak, karena ikatan antar molekulnya sangat kuat. Hasil penelitian ini sesuai dengan Novak dan Musonda

(1991) dan Lee, *et al.*, (1993) dalam AAAS project 2061 (2012) bahwa subjek penelitian menganggap bahwa atom atau molekul pada zat padat tidak bergerak.

Fakta menunjukkan konsep yang benar adalah partikel (atom dan molekul) pada zat padat dapat bervibrasi tetapi tidak dapat bergerak dengan bebas karena susunan partikelnya yang rapat dan teratur (Briggs dan Heyworth, 2007).

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan tersebut, kesimpulan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Hasil pengembangan dalam penelitian ini berupa instrumen diag-nostik *two-tier* untuk meng-identifikasi miskonsepsi siswa tentang atom dan molekul sebanyak 15 soal, yang terdiri dari tiga sampai empat pilihan jawab-an dan empat sampai lima pilihan alasan, dengan tingkat kevalidan sebesar 91.67% dan reliabilitas sebesar 0.739.
2. Hasil penerapan instrumen diag-nostik *two-tier* dalam meng-identifikasi konsep atom dan molekul di SMA Negeri X Malang berupa temuan mis-konsepsi tentang atom dan molekul yang menonjol sebesar 60.15% konsep tentang struktur atom dan 72.18% konsep gerak molekul dalam suatu zat.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, ada beberapa hal yang dapat direkomendasikan bagi peneliti lain, sebagai berikut.

1. Penggunaan media pembelajaran berbasis komputerisasi seperti animasi merupakan salah satu upaya untuk mengatasi miskonsepsi dalam membelajarkan konsep atom dan molekul, yang sebagian besar merujuk pada aspek mikroskopik.
2. Dalam mengidentifikasi miskon-sepsi pada konsep-konsep dalam ilmu kimia tidak hanya menggunakan instrumen diagnostik *two-tier*, tetapi juga dapat menggunakan portofolio, wawancara, maupun soal uraian.

3. Pengembangan dan penerapan instrumen diagnostik *two-tier* dalam mengidentifikasi konsep atom dan molekul ataupun konsep lain dalam ilmu kimia masih belum banyak dikembangkan, sehingga masih banyak konsep-konsep yang dapat dijadikan tema dalam bidang penelitian ini.

Daftar Rujukan

- AAAS Project 2061 (n.d.) *Pilot and field test data collected between 2006 and 2010*. Unpublished raw data. (Online)
- Arikunto, Suharsimi. (2008). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Briggs, JGR., & Heyworth, R. M. (2007). *Science In Focus Chemistry 'O' Level*. 2nd Edition. Singapore: Person Education South Asia Pte Ltd.
- BSNP. (2006). *Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar SMA/MA*. Jakarta.
- Chamrat, S., Yutakom, N., & Thomson. (2009). *Using Two-Tier Multiple Choice Diagnostic Test To Explore The Grade 10 Students' Understanding of Atomic Structure*. Bangkok: Universitas Kasetsart.
- Chandrasegaran, A. L., Treagust, D. F., & Mocerino, M. (2007). The Development of A Two-Tier Multiple Choice Diagnostic Instrument for Evaluating Secondary School Students' Ability to Describe and Explain Chemical Reactions Using Multiple Levels Representation. *Chemistry Education Research and Practice*, 8 (3): 293-307.
- Cokelez, A., and Dumon, A. (2005). Atom and Molecule: Upper Secondary School French Students Representations in Long-Term Memory. *Chemistry Education Research and Practice*, 6 (3): 119-135.
- Effendy. (2002). Upaya untuk Mengatasi Kesalahan Konsep dalam Pengajaran Kimia dengan Menggunakan Strategi Konflik Kognitif. *Media Komunikasi Kimia*. Tahun 6, nomor 2.
- Effendy. (2006). *A- Level Chemistry Volume IA*. Malang: Banyumedia.
- Effendy. (2007). *A- Level Chemistry Volume IB*. Malang: Banyumedia.
- Effendy. (2007). *A- Level Chemistry Volume 2A*. Malang: Banyumedia
- Effendy. (2008). *A- Level Chemistry Volume 2B*. Malang: Banyumedia.
- Effendy. (2010). *Logam, Aloi, dan Superkonduktor*. Malang: Banyu-media dan Indonesian Academic Publishing.
- Griffith, A. K., and Preston, K. R. (1992). Grade-12 Students' Misconceptions Relating to Fundamental Characteristic of Atoms and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol.29, No. 6, pp. 611-628.
- Horton, C. (2001). *Students Alternative Conceptions in Chemistry*. Modelling Instructions in High School Chemistry Research Teams. Arizona.
- Kazembe, T. (2010). Use of Portofolios to Correct Alternative Conceptions and Enhance Learning. *Eurasian Journal Physics and Chemistry*, 2 (1): 26-43.
- Lai, Ah-Fur. (2007). The Development of Computerized Two-Tier Diagnostic Test and Remedial Learning System for Elementary Science Learning. *ICALT*.
- Lin, Sheau- Wen. (2004). Development And Application of A Two-Tier Diagnostic Test For High School Students' Understanding of Flower-ing Plant Growth And Development. *International Journal of Science and Mathematics Edu-cation*, 2: 175-199.
- Nahum, L., T., Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R., at al. (2004). Can Final Examination Amplify Students' Misconceptions in Chemistry?. *Chemistry Education: Research and Practice*, Vol. 5, No. 3, pp. 301-325.
- Nakhleh, M. B. (1992) Why Some Students Don't Learn Chemistry. *Journal of Chemistry Education*, 69 (3): 191-196.
- Özmen, H. (2008). Determination of Students' Alternative Concep-tions about Chemical Equilibrium: A Review of Research and

- The case of Turkey. *Chemistry Education Research and Practice*, 9: 225-233.
- Puspitasari, Dewi. 2009. *Remidiasi Miskonsepsi Siswa SMA Kelas X pada Bahan Kajian Struktur Atom melalui Penggunaan Software Multimedia Interaktif*. Skripsi diterbitkan. Bandung: FPMIPA UPI.
- Silberberg, M. S. (2006). *Chemistry: The Molecular Nature of Matter and Change Fourth Edition*. (E-Book).
- Suparno, P. 1997. *Filsafat Konstruktivisme dalam Pendidikan*. Yogyakarta: Kanisius
- Tan, D. K.C., Taber, K. S., Goh, N.K. et al. (2005). The Ionisation Energy Diagnostic Instrument: A Two-Tier Multiple Choice Instrument to Determine High School Students' Understanding of Ionisation Energy. *Chemistry Education Research and Practice*, 6 (4): 180-197.
- Tüyüz, C. (2009). Development of Two-Tier Diagnostic Instrument and Asses Students' Understanding in Chemistry. *Scientific Research and Essay*, Vol. 4 (6) pp. 626-631.
- Yahya, H. (2003). *Keajaiban pada Atom*. Bandung: Dzikra.
- Zumdahl, S. S., Zumdahl, S. L., & Decoste, D. J. (2007). *World of Chemistry*. (E-Book)