

MISKONSEPSI SISWA PADA TOPIK HIDROKARBON

I Wayan Redhana

Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA Undiksha
redhana.undiksha@gmail.com

Abstrak: Telah dilakukan penelitian studi kasus untuk mendeskripsikan miskonsepsi siswa pada topik hidrokarbon. Penelitian dilakukan di salah satu SMA yang ada di Kabupaten Buleleng Propinsi Bali dengan melibatkan sebanyak 28 orang siswa yang berasal dari salah satu kelas. Proses pembelajaran direkam dengan *audiotape* dan hasil rekamannya dibuat transkripsi. Konsepsi siswa kemudian ditelusuri dengan tes diagnostik dan wawancara. Hasil-hasil yang diperoleh dalam penelitian ini adalah: (1) isomer-isomer mempunyai massa relatif yang berbeda; (2) isomer-isomer mempunyai sifat fisika dan kimia sama; (3) dalam molekul etena, atom C yang satu bermuatan positif dan atom C yang lain bermuatan negatif sehingga kejenuhan atom C tidak sama; dalam molekul HCl, atom H bermuatan positif dan atom Cl bermuatan negatif; pada reaksi adisi, atom H akan bergabung dengan atom C yang bermuatan negatif, sedangkan atom Cl akan bergabung dengan atom C yang bermuatan positif; (4) makin tinggi titik didih dan massa molar suatu zat, makin mudah zat tersebut menguap; (5) pada reaksi substitusi metana dengan gas klor, atom H yang bermuatan positif diganti oleh atom Cl yang bermuatan positif; (6) atom H dalam metana dapat diganti oleh atom H yang derajatnya lebih tinggi; (7) bensin mudah meledak dan terbakar karena titik didihnya tinggi; (8) kerangka karbon bercabang lebih mudah diuraikan oleh mikroorganisme daripada kerangka karbon lurus; dan (9) pesawat jet menggunakan bahan bakar minyak tanah.

Abstract: This study aimed at describing students' misconceptions at hydrocarbon topic. The study was conducted at one senior high school in Buleleng Regency, Bali Province, involving 28 students coming from a class. The teaching process was audiotaped and then transcription was made. Students' conceptions then were probed by diagnostic test and deep interview. Findings of the study were: (1) isomers had different relative mass; (2) isomers had the same chemical and physical properties; (3) in ethene molecules, one of C atom had positive charge, the other had negative charge so that the saturation of all atom C was not the same; in HCl molecules, H atom had positive charge, while Cl atom had negative charge; at addition reaction, H atom combined to the negatively-charge C atom, while Cl atom combined to the positively-charge C atom; (4) the higher boiling point and molar mass of hydrocarbon compounds was, the easier the compounds evaporated; (5) at substitution reaction of methane with chlor gas, the positively-charge H atom was substituted by the positively-charge Cl atom; (6) H atom in methane could be substituted by the higher level of H atom; (7) gasoline was flammable compound because of high boiling point; (8) chained-carbon skeletons were degraded more easily than linier skeleton; and (9) jet engines used fuel of kerosine.

Kata-kata kunci: miskonsepsi, hidrokarbon

PENDAHULUAN

Dalam pembelajaran sesungguhnya siswa sudah membawa sejumlah pengalaman atau ide-ide yang diperoleh melalui interaksi dengan lingkungan. Ide-ide ini disebut sebagai prakonsepsi atau konsepsi alternatif (Pinker, 2003). Konsepsi alternatif ini sering bersifat miskonsepsi. Kenyataan menunjukkan bahwa konsepsi alternatif siswa sangat resisten terhadap perubahan. Dengan demikian, diperlukan suatu kondisi pembelajaran khusus untuk dapat mengubah konsepsi alternatif siswa tersebut. Konsepsi alternatif ini akan berubah menjadi konsepsi ilmiah hanya jika pembelajaran yang dilakukan guru menjadi lebih *necessary*, *intelligible*, *plausible*, dan *fruitful* bagi siswa (Posner *et al.*, 1982).

Teori pengubahan konseptual telah dikembangkan mulai tahun 1980-an oleh kelompok peneliti pendidikan sains dan ahli psikologi di Universitas Cornell (Posner *et al.*, 1982). Teori ini diilhami oleh pendapat Piaget tentang ketidakseimbangan dan akomodasi. Sejak itu penelitian tentang pengubahan konseptual berkembang pesat. Beberapa peneliti menemukan bahwa pembelajaran yang berbasis pengubahan konseptual ternyata mampu mengubah miskonsepsi siswa menjadi konsepsi ilmiah (Posner *et al.*, 1982; Hewson & Thorley, 1989; Hennessey, 2003).

Guru-guru hendaknya melaksanakan pengubahan konseptual dalam pembelajarannya. Dengan cara ini guru-guru akan dapat mengubah konsepsi alternatif siswa yang umumnya salah menjadi konsepsi ilmiah. Namun, kenyataan menunjukkan bahwa guru-guru kurang menekankan pada pengubahan konseptual pada pembelajarannya. Hal ini tampak dari konsepsi siswa yang tidak mengalami perubahan, dan bahkan semakin banyak konsepsi siswa yang salah. Temuan ini didukung oleh temuan-temuan oleh Redhana dan Kirna (2004), yang menyatakan bahwa rerata miskonsepsi siswa SMA di kota Singaraja pada topik struktur atom dan ikatan kimia sangat tinggi, masing-masing sebesar 57% dan 63%. Penelitian lebih lanjut menunjukkan bahwa ternyata beberapa miskonsepsi siswa ini berasal dari guru (Simamora & Redhana, 2006). Artinya guru kimia menjadi sumber miskonsepsi.

Penelitian yang menyangkut miskonsepsi siswa dalam kaitannya dengan model pengubahan konseptual telah dilakukan pada konsep elektrokimia di negara Belanda (de Jong *et al.*, 1995). Opini ini diteruskan ke negara-negara lain, seperti Inggris (Bojczuk, 1982), Amerika Utara (Finley *et al.*, 1982), dan Australia (Butts & Smith, 1987). Penelitian model pengubahan konsep yang berhubungan dengan konsep elektrokimia dilaporkan di Inggris (Allsop & George, 1982), Jerman (Sumfleth & Todtenhaupt, 1988), Spanyol (Barral *et al.*, 1992), dan Australia (Garnett & Treagust, 1992a, 1992b). Untuk itu, penelitian ini memfokuskan pada upaya mendeskripsikan miskonsepsi siswa pada topik hidrokarbon.

METODE

Penelitian ini merupakan studi kasus dengan penekanan pada kajian-kajian kritis dan interpretatif sehingga dapat mendeskripsikan miskonsepsi siswa pada topik hidrokarbon. Untuk itu, penelitian dilakukan dengan menggunakan metode observasi, tes, dan wawancara. Penelitian dilakukan pada tahun 2008 dengan menggunakan kelas sebagai latar (*setting*) utama untuk mengetahui miskonsepsi siswa pada topik hidrokarbon.

Subjek yang terlibat dalam penelitian ini sebanyak 28 orang siswa yang berasal dari satu kelas dari salah satu SMA yang ada di Kabupaten Buleleng Propinsi Bali. Sementara itu, yang menjadi objek penelitian adalah miskonsepsi siswa pada topik hidrokarbon.

Data dikumpulkan melalui observasi kelas pada pembelajaran topik hidrokarbon. Semua gambar dan catatan yang dibuat di papan tulis, baik yang dibuat oleh guru maupun oleh siswa, disalin ke dalam buku catatan peneliti. Di samping itu, proses pembelajaran yang berlangsung direkam dengan *audiotape*. Hasil rekaman *audiotape*, selanjutnya dibuat transkripsinya. Hasil catatan di papan tulis digunakan untuk melengkapi pembuatan transkripsi pembelajaran. Berdasarkan hasil transkripsi pembelajaran kemudian dibuat tes diagnostik untuk menelusuri konsepsi siswa. Konsepsi siswa yang berpotensi miskonsepsi ditelusuri lebih lanjut dengan wawancara mendalam. Data yang diperoleh berupa deskripsi miskonsepsi siswa beserta alasan-alasan yang melatarbelakanginya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

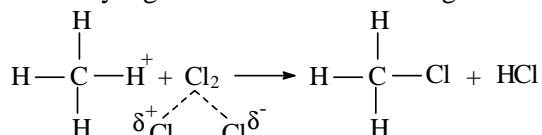
Hasil

Miskonsepsi merupakan konsep yang salah yang disebabkan oleh kesalahan siswa menginterpretasi suatu konsep ilmiah. Hal ini dapat disebabkan oleh suatu konsep bersifat abstrak sehingga siswa mengalami kesulitan memvisualisasi konsep abstrak tersebut. Yang lain disebabkan oleh suatu konsep memiliki kemiripan dengan suatu konsep lain. Misalnya, guru sering membuat analogi bahwa konsep kesetimbangan mirip dengan konsep air dalam dua bejana yang

berhubungan. Pada kasus ini, tinggi permukaan air dalam bejana masing-masing dianalogikan dengan konsentrasi reaktan dan produk. Alasan berikutnya adalah suatu konsep sangat sulit dipahami sehingga dapat menimbulkan interpretasi lain bagi siswa. Contoh lain, siswa berpandangan bahwa dalam orbital p elektron bergerak seperti angka 8. Miskonsepsi juga ditemukan pada topik hidrokarbon. Berdasarkan hasil analisis transkripsi pembelajaran, tes diagnostik, dan wawancara mendalam, beberapa miskonsepsi siswa yang berhasil diidentifikasi dapat diuraikan sebagai berikut. 1) Isomer-isomer mempunyai massa relatif yang berbeda. Makin banyak cabang suatu isomer, massa molekul relatif makin besar. Miskonsepsi siswa ini dilatarbelakangi oleh konsep pohon. Jika pohon memiliki cabang yang banyak, maka ukuran pohon tersebut akan besar sehingga massa pohon tersebut juga akan besar. 2) Isomer-isomer suatu senyawa hidrokarbon mempunyai sifat-sifat fisika dan sifat-sifat kimia sama. Siswa berpandangan bahwa isomer-isomer adalah senyawa yang mirip sehingga sifat fisika dan kimianya akan sama. 3) Dalam molekul etena, atom C yang satu bermuatan positif dan atom C yang lain bermuatan negatif. Demikian juga dengan molekul HCl, atom H bermuatan positif dan atom Cl bermuatan negatif. Ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Hal ini mengakibatkan kejenuhan atom C tidak sama. Pada reaksi adisi, atom H akan bergabung dengan atom C yang bermuatan negatif, sedangkan atom Cl akan bergabung dengan atom C yang bermuatan positif. Reaksi adisi ini dilatarbelakangi oleh reaksi ionik yang sudah dipahami oleh siswa sebelumnya. Pada reaksi ionik ini, ion-ion yang bermuatan berlawanan akan bergabung satu sama lain. 4) Senyawa yang paling mudah menguap adalah senyawa yang memiliki titik didih dan massa molar paling tinggi. Makin tinggi massa molar senyawa hidrokarbon, titik didihnya makin rendah. Miskonsepsi ini disebabkan oleh konsep hubungan antara titik didih dan kemudahan menyerap kalor. Menurut siswa, jika suatu zat memiliki titik didih tinggi, maka zat tersebut akan mudah menguap karena mudah menyerap kalor. 5) Di dalam molekul metana, atom hidrogen bermuatan positif. Demikian juga dengan molekul Cl_2 , atom Cl yang satu lebih bermuatan positif dan atom Cl yang lain lebih bermuatan negatif. Ini dapat ditunjukkan pada gambar berikut.



Pada reaksi substitusi metana dengan gas klor, atom H yang bermuatan positif diganti oleh atom Cl yang lebih bermuatan positif. Reaksi substitusi ini juga dilatarbelakangi oleh reaksi ionik yang sudah dikuasai oleh siswa sebelumnya. Suatu ion akan digantikan oleh ion lain yang muatan sama. 6) Pada reaksi substitusi metana oleh HCl, atom H dalam metana dapat diganti oleh atom H yang derajatnya lebih tinggi. Atom H yang derajatnya lebih tinggi yang dimaksudkan oleh siswa adalah atom H yang kemampuan mendesaknya lebih tinggi. Siswa berpandangan bahwa jika suatu atom H memiliki derajat lebih tinggi dari atom H yang lain, maka atom H tersebut akan mampu mendesak atom H lain yang derajatnya lebih rendah. 7) Bensin gampang meledak dan terbakar karena bensin memiliki titik didih yang tinggi. Miskonsepsi ini sejalan dengan miskonsepsi pada poin 4), yaitu senyawa yang paling mudah menguap adalah senyawa yang memiliki massa molar dan titik didih paling tinggi. Senyawa yang memiliki titik didih tinggi akan lebih mudah menguap sehingga lebih mudah terbakar dan meledak. 8) Kerangka karbon bercabang lebih mudah diuraikan oleh mikroorganisme daripada kerangka karbon lurus. Miskonsepsi siswa ini dipengaruhi oleh prinsip lain, yaitu kertas lebih mudah diuraikan daripada plastik. Siswa berpandangan bahwa kertas mengandung kerangka karbon bercabang, sedangkan plastik mengandung kerangka karbon lurus. 9) Pesawat jet menggunakan bahan bakar minyak tanah. Pendapat siswa ini dilatarbelakangi oleh pengamatan siswa terhadap hasil pembakaran oleh pesawat jet berupa asap hitam. Karena siswa mengamati ibunya memasak di dapur menggunakan minyak tanah dan perabot untuk memasak menjadi berwarna hitam, siswa menyimpulkan bahwa pesawat jet menggunakan bahan bakar minyak tanah.

Miskonsepsi di atas sebagian besar bersumber dari guru kimia. Siswa menyerap informasi yang disampaikan oleh guru. Hal ini beralasan karena guru dalam pembelajarannya lebih banyak menggunakan metode ceramah untuk menjelaskan materi kepada siswa.

Pembahasan

Hasil-hasil penelitian di atas menginformasikan bahwa miskonsepsi siswa pada topik hidrokarbon cukup bervariasi. Siswa berpandangan bahwa isomer-isomer mempunyai massa relatif yang berbeda. Makin banyak cabang suatu isomer, massa molekul relatif makin besar. Siswa beranggapan bahwa jika suatu isomer memiliki banyak cabang, maka ukuran molekulnya akan besar sehingga massa molekul relatifnya besar. Hal dilatarbelakangi oleh konsep pohon. Makin banyak cabang, pohon makin besar dan juga massanya makin besar.

Miskonsepsi yang lain adalah isomer-isomer suatu senyawa hidrokarbon mempunyai sifat-sifat fisika dan sifat-sifat kimia sama. Siswa beranggapan bahwa isomer-isomer merupakan senyawa yang mirip. Karena senyawanya mirip, maka sifat-sifatnya akan sama, baik sifat fisika maupun sifat kimia. Siswa kurang memahami pengaruh cabang terhadap ikatan antarmolekul. Sesungguhnya, senyawa yang bercabang membentuk ikatan antarmolekul lebih lemah daripada senyawa rantai lurus. Ini akan berimplikasi pada titik didih senyawa tersebut. Neopentana, misalnya, memiliki titik didih lebih rendah dibandingkan dengan 2-metilbutana, 3-metilbutana, dan n-pentana. n-pentana memiliki titik didih paling tinggi.

Miskonsepsi berikutnya adalah dalam molekul etena, atom C yang satu bermuatan positif dan atom C yang lain bermuatan negatif. Demikian juga dengan molekul HCl, atom H bermuatan positif dan atom Cl bermuatan negatif. Hal ini dilakukan oleh siswa untuk memudahkan memahami reaksi adisi. Pada kasus ini, siswa berpendapat bahwa atom H yang bermuatan positif akan bergabung dengan atom C yang bermuatan negatif. Sebaliknya, atom Cl yang bermuatan negatif akan bergabung dengan atom C yang bermuatan positif. Pendapat siswa ini tentu salah karena sesungguhnya kedua atom C dalam molekul etena tidak bermuatan listrik. Demikian juga, dalam molekul HCl tidak ada muatan listrik. Pendapat siswa ini dipengaruhi oleh terionisasinya molekul HCl dalam air sehingga menghasilkan ion H^+ dan ion Cl^- . Sementara dalam keadaan gas, molekul-molekul gas HCl adalah molekul netral yang tidak bermuatan listrik. Kesalahan berikutnya adalah pada reaksi adisi tidaklah mengikuti reaksi ionik, melainkan melalui mekanisme reaksi reaksi molekuler yang dibantu oleh reagen lain. Kembali ke miskonsepsi siswa, karena perbedaan muatan atom C dalam molekul etena, siswa selanjutnya berpendapat bahwa kejenuhan atom C tidak sama. Siswa tidak memahami konsep kejenuhan. Kejenuhan yang dimaksud adalah kejenuhan ikatan, bukan kejenuhan atom-atom yang menyusun molekul suatu senyawa. Senyawa yang mengandung semua ikatan tunggal dikatakan senyawa jenuh. Sebaliknya, senyawa yang mengandung ikatan rangkap, baik ikatan rangkap dua maupun ikatan rangka tiga, dikatakan senyawa tidak jenuh.

Miskonsepsi siswa berikutnya adalah senyawa yang paling mudah menguap adalah senyawa yang memiliki titik didih dan massa molar paling tinggi. Miskonsepsi ini masih sejalan dengan miskonsepsi berikut, yaitu makin tinggi massa molar senyawa hidrokarbon, makin rendah titik didihnya. Menurut siswa, makin tinggi massa molar senyawa hidrokarbon, ikatan antar molekulnya makin lemah karena senyawa hidrokarbon merupakan senyawa nonpolar. Siswa tidak berpikir bahwa ikatan yang bekerja pada senyawa nonpolar adalah gaya van der Waals. Pada kasus ini, makin besar massa molar senyawa hidrokarbon, gaya antarmolekulnya makin besar. Ini berarti bahwa makin tinggi massa molar senyawa hidrokarbon, titik didihnya makin tinggi.

Siswa juga mengalami miskonsepsi terhadap konsep reaksi substitusi. Menurut siswa, dalam molekul metana, atom C bermuatan negatif, sedang atom H bermuatan positif. Di lain pihak, dalam molekul Cl_2 , atom Cl yang satu lebih bermuatan positif, sedangkan atom Cl yang lain lebih bermuatan negatif. Pada reaksi substitusi, atom Cl yang lebih bermuatan positif akan mengganti atom H yang bermuatan positif. Siswa tidak memahami mekanisme reaksi substitusi yang sesungguhnya terjadi melalui reaksi radikal bebas yang dibantu oleh sinar atau panas. Siswa kemudian berpendapat bahwa pada reaksi substitusi metana oleh HCl, atom H dalam metana dapat diganti oleh atom H yang derajatnya lebih tinggi. Pendapat siswa ini dipicu oleh pertanyaan guru tentang "Apa hasil reaksi antara metana dan HCl?" Siswa tidak mengetahui bahwa reaksi ini sesungguhnya tidak dapat berlangsung. Karena siswa berpikir bahwa setiap reaksi yang dituliskan oleh guru adalah reaksi yang benar, maka siswa berpikir bahwa reaksi antara metana dan HCl adalah reaksi substitusi karena metana adalah senyawa jenuh. Siswa, kemudian, bertanya "Apa yang diganti?" Siswa menduga atom H dalam metana dapat diganti oleh atom H dalam molekul HCl. Karena atom yang diganti dan atom yang mengganti adalah atom yang sama, kemudian siswa

menyatakan bahwa atom H dalam metana dapat diganti oleh atom H dalam molekul HCl yang derajatnya lebih tinggi. Hasil penelusuran terhadap pendapat ini ditemukan bahwa yang dimaksudkan dengan atom H yang derajatnya lebih tinggi adalah atom H yang kemampuan mendesaknya lebih tinggi. Sayangnya sekali, konsepsi alternatif siswa ini tidak ditelusuri lebih lanjut oleh guru.

Siswa juga berpendapat bahwa bensin mudah meledak dan terbakar karena bensin memiliki titik didih yang tinggi. Konsepsi siswa ini tidak logis. Titik didih tidak ada hubungannya dengan mudahnya suatu senyawa terbakar atau meledak. Sifat mudah terbakar atau mudah meledak (sifat kimia) ditentukan oleh jenis zat, bukan titik didihnya. Titik didih akan berhubungan dengan wujud zat atau perubahan wujud zat (sifat fisika).

Miskonsepsi siswa yang cukup menarik perhatian kita adalah miskonsepsi yang berkaitan dengan kerangka karbon. Dari analisis transkrip pembelajaran diperoleh bahwa kertas mengandung kerangka karbon bercabang, sedangkan plastik mengandung kerangka karbon lurus. Kertas yang mengandung kerangka karbon bercabang lebih mudah diuraikan oleh mikroorganisme daripada plastik yang mengandung kerangka karbon lurus. Ada dua kesalahan yang tampak dari pendapat siswa ini. Pertama, kertas mengandung kerangka karbon bercabang, sedangkan plastik mengandung kerangka karbon lurus. Siswa beranggapan bahwa kertas tersusun atas senyawa hidrokarbon yang rantainya bercabang. Kenyataannya, kertas mengandung selulosa, suatu polimer karbohidrat. Di lain pihak, plastik merupakan polimer etilen atau propilena, suatu senyawa hidrokarbon. Senyawa penyusun kertas sangat berbeda dari senyawa penyusun plastik. Kedua, kertas lebih mudah diuraikan di alam bukan karena mengandung rantai bercabang, tetapi karena di alam ada bakteri-bakteri yang menghasilkan enzim-enzim selulase. Selulosa yang merupakan komponen penyusun kertas merupakan senyawa yang disintesis secara alami. Senyawa ini banyak terdapat pada tanaman berkayu. Oleh karena itu, kertas dibuat dari tanaman berkayu seperti bambu dan turi. Di lain pihak, plastik sukar diuraikan oleh mikroorganisme bukan karena rantai karbonnya yang lurus, tetapi tidak ada bakteri yang menghasilkan enzim-enzim yang dapat menguraikan polimer penyusun plastik tersebut. Plastik merupakan produk sintesis sehingga wajar jika ada tidak ada bakteri yang dapat menguraikannya, kecuali bakteri tersebut direkayasa melalui teknik rekayasa genetika.

Miskonsepsi terakhir yang diemukan adalah pesawat jet menggunakan bahan bakar minyak tanah. Hal ini disebabkan oleh siswa mengamati ada asap dari mesin jet sebagai hasil dari pembakaran bahan bakar. Di lain pihak, siswa mengamati ibunya memasak di dapur menggunakan bahan bakar minyak tanah. Siswa menemukan bahwa perabot atau peralatan yang digunakan untuk memasak berwarna hitam pada bagian bawahnya atau pada bagian yang terkena api. Kemudian siswa berpikir bahwa pesawat jet menggunakan bahan bakar minyak tanah.

Hasil-hasil penelitian di atas mengkonfirmasi temuan sebelumnya yang berkaitan dengan miskonsepsi (New York Science Teacher, n.d.; de Jong, 1982; de Jong *et al.*, 1995; Nahum *et al.*, 2004; Chiu, 2005; Simamora & Redhana, 2006; Barke, Hazari, & Yitbarek, 2009). Miskonsepsi siswa ditemukan pada hampir semua topik kimia, seperti struktur atom, sistem periodik, dan ikatan kimia (Redhana & Kirna, 2004), kesetimbangan kimia (Selamat & Redhana, 2000).

SIMPULAN

Berdasarkan temuan-temuan pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa miskonsepsi siswa berupa: (1) isomer-isomer mempunyai massa relatif yang berbeda; (2) isomer-isomer suatu senyawa hidrokarbon mempunyai sifat-sifat fisika dan sifat-sifat kimia sama; (3) dalam molekul etena, atom C yang satu bermuatan positif dan atom C yang lain bermuatan negatif sehingga kejenuhan atom C tidak sama; dalam molekul HCl, atom H bermuatan positif dan atom Cl bermuatan negatif; pada reaksi adisi, atom H akan bergabung dengan atom C yang bermuatan negatif, sedangkan atom Cl akan bergabung dengan atom C yang bermuatan positif; (4) senyawa yang paling mudah menguap adalah senyawa yang memiliki titik didih dan massa molar paling tinggi; (5) dalam molekul metana, hidrogen bermuatan positif; dalam molekul Cl₂, atom Cl yang satu lebih bermuatan positif dan atom Cl yang lain lebih bermuatan negatif; pada reaksi substitusi metana dengan gas klor, atom H yang bermuatan positif dalam metana diganti oleh atom Cl dalam molekul Cl₂ yang bermuatan positif; (6) pada reaksi substitusi metana oleh HCl, atom H dalam metana dapat diganti oleh atom H dalam HCl yang memiliki derajat lebih tinggi; (7) bensin mudah

terbakar karena bensin memiliki titik didih yang tinggi; (8) kerangka karbon bercabang lebih mudah diuraikan oleh mikroorganisme daripada kerangka karbon lurus; (9) pesawat jet menggunakan bahan bakar minyak tanah.

DAFTAR RUJUKAN

- Allsop, R. T. & George, N. H. 1982. Redox in Nuffield Advanced Chemistry. *Education in Chemistry*, 19, 57-59.
- Barke, H. D., Hazari, A., & Yitbarek, S. 2009. *Misconceptions in Chemistry*. Heidelberg: Springer-Verlag.
- Barral, F. L., Fernandes, E. G. R., & Otero, J. R. G. 1992. Secondary Students' Interpretations of the Process Occurring in an Electrochemical Cell. *Journal of Chemical Education*, 69, 655-657.
- Bojczuk, M. 1982. Topic Difficulties in O- and A-level Chemistry. *School Science Review*, 64, 545-551.
- Butts, B. & Smith, R. 1981. What Do Students Perceive as Difficult in HSC Chemistry? *Australian Science Teachers Journal*, 32, 45-51.
- Chiu, M. H. 2005. A National Survey of Students' Conceptions in Chemistry in Taiwan. *Chemical Education International*, 6(1), 1-8.
- de Jong, O. 1982. Difficult Topics. *Chemisch Weekblad*, 78, 90-91.
- de Jong, O., Acampo, J., & Verdonk, A. 1995. Problems in Teaching the Topic of Redox Reactions: Actions and Conceptions of Chemistry Teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(10), 1097-1110.
- Finley, F. N., Stewart, J. & Yaroch, W. L. 1982. Teachers' Perceptions of Important and Difficult Science Content. *Science Education*, 66, 531-538.
- Garnett, P. J. & Treagust, D. F. 1992a. Conceptual Difficulties Experienced by Senior High School Students of Electrochemistry: Electric Circuit and Oxidation-reduction Equation. *Journal of Research and Science Teaching*, 29, 121-142.
- Garnett, P. J. & Treagust, D. F. 1992b. Conceptual Difficulties Experienced by Senior High School Students of Electrochemistry: Electrochemical (Galvanic) and Electrolytic Cells. *Journal of Research and Science Teaching*, 29, 1079-1099.
- Hennessey, M. G. 2003. Metacognitive Aspects of Students' Reflective Discourse: Implications for Intentional Conceptual Change Teaching and Learning. Dalam Sinatra, G. & Pintrich, P. R. (Eds.): *Intentional Conceptual Change*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Hewson, P. W. & Thorley, R. 1989. The Condition of Conceptual Change in the Classroom. *International Journal of Science Education*, 11, 541-553.
- Nahum, T. L., Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R., & Bar-Dove, Z. 2004. Can Final Examinations Amplify Students' Misconception in Chemistry? *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(3), 301-325.
- New York Science Teacher (n.d.). *Chemistry Misconceptions*. (Online). (<http://newyorkscienceteacher.com/sci/pages/miscon/chem.php>. Diakses tanggal 14 Oktober 2011)
- Pinker, S. 2003. *The Blank State: Modern Denial of Human Nature*. New York: Harper.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. 1982. Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. *Science Education*, 66(2), 211-227.

- Redhana, I W. & Kirna, I M. 2004. *Identifikasi Miskonsepsi Siswa SMA Negeri di Kota Singaraja terhadap Konsep-konsep Kimia yang Dilakukan setelah Pembelajaran*. Laporan penelitian tidak dipublikasikan. Singaraja: IKIPN Singaraja.
- Selamat, I N. & Redhana, I W. 2000. *Penerapan Pembelajaran Kooperatif dengan Metode Bermain Menggunakan Lembar Kerja Siswa (LKS) Non-eksperimen untuk Meningkatkan Konsep Kesetimbangan Kimia pada Siswa SMU Laboratorium STKIP Singaraja*. Laporan penelitian tidak dipublikasikan. Singaraja: IKIP Negeri Singaraja.
- Simamora, S. & Redhana, I W. 2006. *Identifikasi Miskonsepsi Guru Kimia pada Pembelajaran Konsep Struktur Atom*. Laporan penelitian tidak dipublikasikan. Singaraja: Universitas Pendidikan Ganesha.
- Sumfleth, E. & Todtenhaupt, S. 1988. Zum Redox-Verstandnis Der Sculler Beim Ubergang Von Der Sekundarstufe i Zur Sekundartufe. *Chimica Didactica*, 14, 43-68.