

PENELUSURAN REVIEW DAN ARTIKEL DARI JURNAL NASIONAL DAN INTERNASIONAL UNTUK BAHAN PEMBELAJARAN KIMIA SMA/SMK/MA

Hari Sutrisno

Jurusan Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA),
Universitas Negeri Yogyakarta (UNY), Kampus Karangmalang
Jl. Colombo No. 1, Yogyakarta 55281, Indonesia

e-mail: sutrisnohari@uny.ac.id

ABSTRAK

Guru wajib memiliki kualifikasi akademik, kompetensi, sertifikat pendidik, sehat jasmani dan rohani, serta memiliki kemampuan untuk mewujudkan tujuan pendidikan nasional. Kompetensi guru tersebut meliputi kompetensi pedagogik, kompetensi kepribadian, kompetensi sosial, dan kompetensi profesional yang diperoleh melalui pendidikan profesi. Guru sebagai jabatan fungsional dituntut memiliki empat kompetensi sebagaimana diamanatkan dalam Undang-undang No. 14 Tahun 2015 dan tujuh kompetensi menurut Schulman. Salah satu kompetensi tersebut berkaitan dengan Subject Matter Content Knowledge. Subject matter dalam ilmu kimia berkembang dari waktu ke waktu, tetapi perkembangan ini tidak dapat diwadahi atau diikuti oleh buku pelajaran atau buku pegangan guru. Berdasarkan hal tersebut, artikel ini bertujuan mengungkap beberapa perkembangan bahan pembelajaran kimia SMA/SMK/MA yang dihasilkan dari review dan artikel jurnal nasional dan internasional yaitu perkembangan asam-basa, struktur atom dan modifikasi teori Lewis. Hasil diskusi menunjukkan bahwa tahap-tahap perkembangan model asam-basa diungkap atau dipublikasikan dalam jurnal internasional, demikian juga modifikasi teori Lewis, model penjelasan tentang tingkat partikel dan teori VSEPR (Valence Shell Electron Pair Repulsion).

Kata kunci: *subject matter, bahan ajar, penelusuran artikel, review, jurnal.*

PENDAHULUAN

Perkembangan sains dan teknologi yang begitu cepat, menuntut reformasi dalam dunia pendidikan di seluruh dunia. Beberapa negara telah melakukan reformasi tersebut dan telah berhasil, antara lain: Finlandia, Jepang, dan Cina. Negara-negara tersebut memusatkan pembelajaran lebih tertumpu pada siswa daripada guru. Oleh karena itu diperlukan guru dengan kompetensi khusus sebagai guru profesional. Shulman (1986 & 1987) mengategorikan dalam 7 kategori dasar kompetensi untuk guru professional, seperti pada Tabel 1.

1 | Disampaikan dalam kegiatan PPM: «Pengembangan Subject Matter Content Knowledge Berbasis Review dan Artikel Jurnal Nasional dan Internasional bagi Guru-Guru Kimia SMA/SMK/MA Di Daerah Istimewa Yogyakarta », Sabtu, 01 Oktober 2016 diselenggarakan oleh Program Studi S-2 Pendidikan Kimia, PPs-UNY

Tabel 1. Kategori dasar kompetensi guru profesional

| Teacher Knowledge Category | Definition |
|--|---|
| Subject Matter Content Knowledge | <i>Academic related knowledge</i> Subject matter knowledge includes information or data and the structures, rules, and conventions for organizing and using information or data. |
| Pedagogical Content Knowledge | <i>The combination of content and pedagogy</i> Information or data that helps lead learners to an understanding would classify as pedagogical content knowledge. This includes any way of representing a subject that makes it comprehensible to others. |
| Curriculum Knowledge | <i>Materials and programs that serve as "tools of the trade" for teachers</i> Knowledge of the curriculum can be considered vertical (within a discipline area across grades), or horizontal (within grade and across disciplines). |
| General Pedagogical Knowledge | <i>Principles of classroom management and organization unrelated to subject matter</i> General pedagogical knowledge is unrelated to a specific subject matter and can therefore be implemented in a vast array of classroom settings. |
| Knowledge of Learners | <i>Specific understanding of the learners' characteristics</i> These characteristics can be used to specialize and adjust instruction. |
| Knowledge of Educational Contexts | <i>An understanding of the classroom, the governance and financing of school districts, the character of school communities.</i> Knowledge of the big picture surrounding the classroom helps to inform teachers about how the community may perceive their educational actions. This knowledge of educational contexts may also inform teachers about how to proceed in the classroom in relation to school, community, and state conventions, laws, and rules. |
| Knowledge of Educational Ends | <i>The purposes and values of education as well as their philosophical and historical grounds</i> An understanding of the purposes and values of education will help teachers motivate learners. |

Berdasarkan Undang-undang No. 14 Tahun 2015, guru adalah pendidik profesional dengan tugas utama mendidik, mengajar, membimbing, mengarahkan, melatih, menilai, dan mengevaluasi peserta didik pada pendidikan anak usia dini jalur pendidikan formal, pendidikan dasar, dan pendidikan menengah. Guru wajib memiliki kualifikasi akademik, kompetensi, sertifikat pendidik, sehat jasmani dan rohani, serta memiliki kemampuan untuk mewujudkan tujuan pendidikan nasional (Pasal 8). Kompetensi guru sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 meliputi kompetensi pedagogik, kompetensi kepribadian, kompetensi sosial,

dan kompetensi profesional yang diperoleh melalui pendidikan profesi. Guru sebagai jabatan fungsional dituntut memiliki empat kompetensi sebagaimana diamanatkan dalam Undang-undang No. 14 Tahun 2015 dan tujuh kompetensi menurut Schulman. Salah satu kompetensi tersebut yaitu *Subject Matter Content Knowledge*. *Subject Matter* dalam ilmu kimia berkembang dari waktu ke waktu, tetapi perkembangan ini tidak dapat diwadahi atau diikuti oleh buku pelajaran atau buku pegangan guru. Perkembangan *Subject Matter* dalam ilmu kimia termuat dalam artikel review dan jurnal nasional dan internasional. Pengamatan di lapangan, banyak guru-guru di Indonesia dan di DI Yogyakarta secara khusus hanya menggunakan buku teks (sumber pustaka sekunder), belum banyak menggunakan sumber pustaka primer yaitu jurnal dan review.

Berdasarkan hal tersebut, artikel ini bertujuan mengungkap perkembangan bahan pembelajaran kimia SMA/MA/SMK yang dihasilkan dari review dan artikel jurnal nasional dan internasional yang berkaitan dengan model asam-basa, modifikasi teori Lewis, model penjelasan tentang tingkat partikel, dan teori VSEPR (*Valence Shell Electron Pair Repulsion*).

DISKUSI

Banyak konsep, prinsip dan teori kimia yang diajarkan di SMA/MA/SMK telah mengalami perkembangan, namun perkembangan tersebut belum tercantum dalam kurikulum bahkan dalam buku-buku SMA/MA/SMK yang tersebar di Indonesia, antara lain: asam-basa, bilangan oksidasi-muatan formal, dan perhitungan derajat keasaman (pH) serta tetapan kesetimbangan asam lemah (K_a) atau basa lemah (K_b). Di bawah ini berbagai perkembangan konsep dan teori ilmu kimia untuk bahan pembelajaran kimia konsep berdasarkan penelusuran dari jurnal dan review yaitu teori atau model asam-basa, teori ikatan valensi dari Lewis, perkembangan struktur atom dan teori VSEPR (*Valence Shell Electron Pair Repulsion*).

Perkembangan Model Asam-basa

Konsep, prinsip dan teori tentang asam-basa yang diajarkan di SMA/MA/SMK terdiri dari 3 jenis yaitu asam-basa menurut konsep: Arrhenius, Bronsted-Lowry dan Lewis. Konsep, prinsip dan teori asam-basa yang belakangan dikembangkan belum diajarkan di SMA/MA/SMK yaitu *Solvent System* dan *Frontier Orbital*. Sesungguhnya model asam-basa telah berkembang sedemikian rupa (Tabel 2) (Miessler & Tarr, 2009), sehingga pembelajaran model asam-basa di SMA/MA/SMK mestinya perlu ditingkatkan.

Tabel 2. Model Asam-Basa

| Description | Date | Definitions | | Examples | |
|-------------------|-------|---------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | Acid | Base | Acid | Base |
| Lavoisier | ~1776 | Oxide of N, P, S | Reacts with acid | SO ₃ | NaOH |
| Liebig | 1838 | H replaceable by metal | Reacts with acid | HNO ₃ | NaOH |
| Arrhenius | 1894 | Forms hydronium ion | Forms hydroxide ion | H ⁺ | OH ⁻ |
| Brønsted-Lowry | 1923 | Hydrogen ion donor | Hydrogen ion acceptor | H ₃ O ⁺ | H ₂ O |
| | | | | H ₂ O | OH ⁻ |
| | | | | NH ₄ ⁺ | NH ₃ |
| Lewis | 1923 | Electron pair acceptor | Electron pair donor | Ag ⁺ | NH ₃ |
| Ingold-Robinson | 1932 | Electrophile (electron pair acceptor) | Nucleophile (electron pair donor) | BF ₃ | NH ₃ |
| Lux-Flood | 1939 | Oxide ion acceptor | Oxide ion donor | SiO ₂ | CaO |
| Usanovich | 1939 | Electron acceptor | Electron donor | Cl ₂ | Na |
| Solvent system | 1950s | Solvent cation | Solvent anion | BrF ₂ ⁺ | BrF ₄ ⁻ |
| Frontier orbitals | 1960s | LUMO of acceptor | HOMO of donor | BF ₃ | NH ₃ |

Perkembangan model asam-basa tersebut didasarkan atas jurnal-jurnal internasional yang telah dipublikasikan, antara lain:

³H. Lux, *Z. Electrochem.*, **1939**, *45*, 303; H. Flood and T. Förland, *Acta Chem. Scand.*, **1947**, *1*, 592, 718; W. B. Jensen, *The Lewis Acid-Base Concepts*, Wiley-Interscience, New York, 1980, pp. 54–55.

⁴M. Usanovich, *Zh. Obshch. Khim.*, **1939**, *9*, 182; H. Gehlen, *Z. Phys. Chem.*, **1954**, *203*, 125; H. L. Finston and A. C. Rychman, *A New View of Current Acid-Base Theories*, John Wiley & Sons, New York, 1982, pp. 140–146.

⁵C. K. Ingold, *J. Chem. Soc.*, **1933**, 1120; *Chem. Rev.*, **1934**, *15*, 225; *Structure and Mechanism in Organic Chemistry*, Cornell University Press, Ithaca, NY, 1953, Chapter V; W. B. Jensen, *The Lewis Acid-Base Concepts*, Wiley-Interscience, New York, 1980, pp. 58–59.

⁶R. Robinson, *Outline of an Electrochemical (Electronic) Theory of the Course of Organic Reactions*, Institute of Chemistry, London, 1932, pp. 12–15; W. B. Jensen, *The Lewis Acid-Base Concepts*, Wiley-Interscience, New York, 1980, pp. 58–59.

Modifikasi Teori Lewis

Konsep Lewis tentang valensi telah menjadi bahan yang revolusioner untuk kimia dan masih berguna sampai sekarang. Teori ikatan valensi dari Lewis menempati posisi penting dalam bidang kimia. Lewis merancang teori ini bertahun-tahun sebelum pengembangan perhitungan mekanika kuantum untuk molekul dan telah mampu mengembangkan teori ini dengan sangat baik. Ahli kimia kuantum telah mampu memperoleh struktur yang serupa dengan teori Lewis untuk berbagai jenis molekul dengan menganalisis fungsi gelombang atau kerapatan elektron. Namun, teorinya perlu dimodifikasi agar konsisten dengan hasil untuk molekul yang mengandung ikatan kovalen polar dan atom hipervalen, sebagaimana dibahas oleh Nelson (2001b).

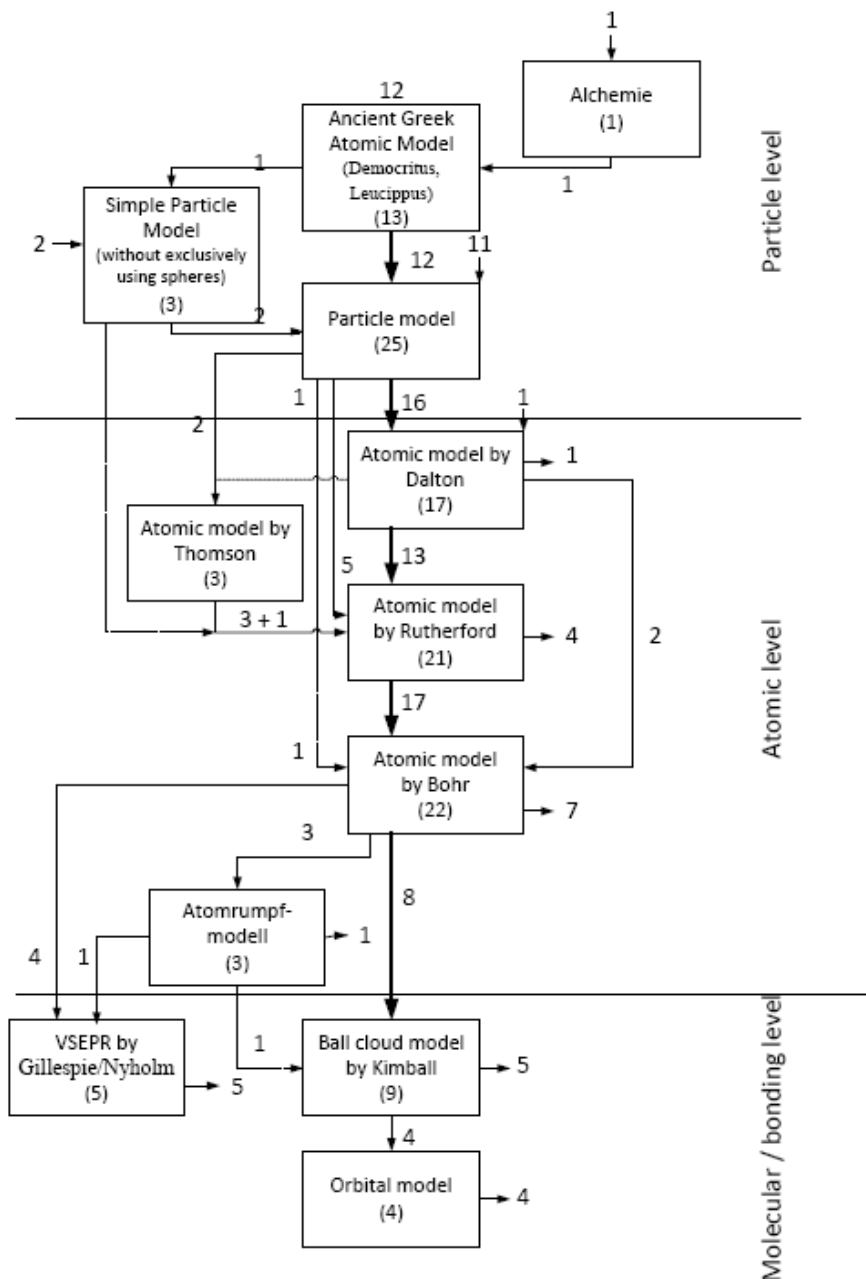
Lewis menyatakan bahwa elektron berpasangan dalam molekul, misalnya pada rumus molekul [Na]⁺[:H]⁻ untuk senyawa ionik dan H:H untuk senyawa kovalen. Rumus molekul ini merupakan contoh indikasi adanya kerapatan elektron terkonsentrasi, sebagaimana interpretasi tentang kerapatan elektron. Jadi rumus molekul [Na]⁺[:H]⁻ menunjukkan bahwa

kedua elektron valensi terkonsentrasi dekat H, pada rumus molekul H:H yang paling banyak terkonsentrasi dekat dan di antara kedua H. Dalam batasan ini kedua elektron tetap terpisah sejauh mungkin. Lewis memperhitungkan elektron sebagai milik bersama kedua atom. Jadi pada H:H, setiap atom hidrogen memiliki dua elektron di dalam lingkaran valensinya, seperti atom hidrogen pada $[\text{Na}]^+[:\text{H}]^-$. Metode penghitungan ini harus dibedakan dari yang digunakan untuk mendapatkan muatan. Hal ini sesuai dengan perhitungan kimia kuantum untuk beberapa ion dan molekul umum, misalnya: sulfat, perklorat, ion fosfat, sulfur trioksida, belerang dioksida. Struktur Lewis asli, yang umumnya mematuhi peraturan oktet, pada contoh ion tersebut lebih akurat daripada struktur resonansi umumnya yang ada dalam buku teks kimia.

Peter G. Nelson membahas teori Lewis yang dimodifikasi (2001a). Ahli kimia kuantum telah mampu memperoleh struktur yang serupa dengannya untuk berbagai jenis molekul dengan menganalisis fungsi gelombang atau kerapatan elektron. Namun, teori Lewis perlu dimodifikasi agar sesuai dengan hasil untuk molekul yang mengandung ikatan kovalen polar (misalnya: ClF) dan atom hipervalen (misalnya: SF_6). Modifikasi ini dibahas di bagian 1 dari artikel Nelson. Dalam hal ini, ia membedakan antara kulit valensi atom dan kulit Lewis. Modifikasi terhadap teori ikatan valensi dari Lewis diusulkan agar lebih konsisten dengan hasil perhitungan mekanika kuantum pada molekul yang mengandung ikatan kovalen polar dan atom hipervalen. Modifikasi teori Lewis tentang valensi yang diusulkan pada bagian 1 diperluas ke molekul yang mengandung ikatan koordinat. Modifikasi lebih lanjut terhadap teori ini diusulkan agar berlaku untuk molekul yang mengandung ikatan *nonintegral* (misalnya: B_2H_6).

Model Penjelasan tentang Tingkat Partikel

Gambar 1 memberikan gambaran umum tentang konsep pembelajaran struktur atom dan partikel dari guru kimia yang berpengalaman di Jerman (Bindernagel & Eilks, 2009). Skema ini dihasilkan dari wawancara untuk mengenalkan dan menghubungkan konsep/model penting tentang penjelasan tingkat partikel. Gambar tersebut menginformasikan deskripsi singkat tentang peta konsep yaitu terdapat tiga tingkat yang berbeda: (1) tingkat partikel diskrit sederhana, (2) tingkat atom dan struktur atom, dan (3) tingkat ikatan kovalen dan struktur molekul. Skema tersebut dapat diadopsi untuk bahan pengajaran ilmu kimia di sekolah.



Gambar 1. Peta konsep pembelajaran struktur atom berdasarkan tingkatan partikel

Teori VSEPR (Valence Shell Electron Pair Repulsion).

Teori *Valence Shell Electron Pair Repulsion* (VSEPR) biasanya diajarkan sebagai model untuk memprediksi geometri molekul berdasarkan pengaturan pasangan elektron disekitar atom pusat. Siswa harus memiliki kemampuan mentransformasi representasi dua dimensi menjadi bentuk tiga dimensi. Oleh karena itu, perlu bantuan berbagai model untuk membantu mempermudah pemahaman tersebut (Dean, Ewan & McIndoe, 2016).

Gillespie & Matta (2001) mengemukakan gambaran sederhana tentang model geometri molekul VSEPR yang berdasarkan Prinsip Eksklusi Pauli. Model VSEPR adalah

cara yang berguna untuk memahami ikatan kimia dan geometri molekuler untuk semua tingkat pendidikan mulai dari sekolah menengah hingga universitas. Model ini diperkenalkan sebagai model empiris setelah struktur Lewis dipresentasikan. Model VSEPR berupa aturan empiris sederhana untuk membantu siswa yang memprediksi geometri molekul, sedangkan pengetahuan lebih lanjut didasarkan kerapatan elektron (untuk mahasiswa sarjana atau pascasarjana tingkat lanjut). Kerapatan elektron dihitung dengan menggunakan metode *ab initio* atau density functional theory (DFT), dan juga dapat diperoleh secara eksperimental dengan difraksi sinar-X. Tidak seperti model orbital molekul, kerapatan elektron adalah pengamatan fisik, oleh karena itu ada kelebihan dalam menafsirkan kerapatan elektron untuk mendapatkan informasi tentang ikatan. Kemudian setelah beberapa gagasan mekanika kuantum dasar, khususnya konsep awan muatan dan prinsip Pauli, telah diperkenalkan model VSEPR disajikan dengan cara yang lebih canggih dan kurang empiris dalam hal domain pasangan elektron. Pada tingkat ini, kerapatan elektron dan presentasinya dalam bentuk dua dimensi dan tiga dimensi.

SIMPULAN

Bahan ajar kimia SMA/SMK/MA dapat dikembangkan dari review dan artikel jurnal nasional dan internasional. Pembahasan artikel menunjukkan bahwa tahap-tahap perkembangan model asam-basa diungkap atau dipublikasikan dalam jurnal internasional, demikian juga modifikasi teori Lewis, model penjelasan tentang tingkat partikel dan teori VSEPR (*Valence Shell Electron Pair Repulsion*).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Direktur Program Pascasarjana UNY pemberian dana dari DIPA UNY tahun 2016 untuk kegiatan PPM yang berjudul: “Pengembangan *Subject Matter Content Knowledge* Berbasis Review dan Artikel Jurnal Nasional dan Internasional Bagi Guru-Guru Kimia SMA/MA/SMK di Daerah Istimewa Yogyakarta”

DAFTAR PUSTAKA

Bindernagel, J. A. & Eilks, I. (2009). Evaluating Roadmaps to Portray and Develop Chemistry Teachers' PCK about Curricular Structures Concerning Sub-Microscopic Models. *Chemistry Education: Research and Practice*. 10: 77-85.

- Dean, N. L., Ewan, C. & McIndoe, J. S. (2016). Applying Hand-Held 3D Printing Technology to the Teaching of VSEPR Theory. *Journal of Chemical Education*. 93: 1660-1662.
- Gillespie, R. J. & Matta, C. F. (2001). Teaching The VSEPR Model and Electron Densities. *Chemistry Education: Research and Practice In Europe*. 2(2): 73-90.
- Miessler, G. L. & Tarr, D. A. (2009). *Inorganic Chemistry*. 3rd edition. Delhi: Pearson Education.
- Nelson, P. G. (2001 a). Modified Lewis Theory Part 1. Polar Covalent Bonds and Hypervalency. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*. 2(2): 67-72.
- Nelson, P. G. (2001 b). Modified Lewis Theory Part 2. Coordinate And Nonintegral Bonds. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*. 2(3): 179-182.
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Undang-undang No. 14. 2015. *Guru dan Dosen*. Jakarta: Menhumkam