



URGENTLY-NEEDED: STUDENT-FRIENDLY LEARNING RESOURCES ON ATOMIC STRUCTURE AND PERIODICAL PROPERTIES OF ELEMENTS

Sari, M.P

Department of Science Education, Universitas Negeri Padang

^{a)}E-mail : primasarimonica@fmipa.unp.ac.id

ABSTRACT

This study aimed to figure out what kind of learning resources that science students-teacher used at Basic Inorganic Chemistry Course, especially for the topic of Atomic Structure and Periodical Properties of elements, given the fact that they have studied these topics twice: in Chemistry subject at senior high school and in the second semester at the university. The main background of this study was students' grades at the end of the semester which was still not living up to the expectation. We believed there could be several factors behind this result. However in this study, we focused on one factor: learning resources. A survey was conducted to figure out: 1) what kind of learning resources that students use; and 2) what are the characteristics of learning resources students expect to have to help them in this course. The data was then analyzed with descriptive statistics technique. Our discussion expanded to the existing learning resources that students can access and what we could offer to help narrowing the gap.

© Department of Science Education, Universitas Negeri Padang

Keywords: learning resources, inorganic chemistry, atomic structure, periodical properties of elements, teaching material,

INTRODUCTION

Kimia telah banyak dilaporkan dalam berbagai penelitian sebagai subyek yang dianggap sulit dipahami oleh siswa sekolah menengah atas (Sheehan, 2010, pp. 137–159; Bio, Suardana and Kirna, 2014, p. 107) bahkan oleh mahasiswa (Emendu, N.B., Okoye, 2015, p. 4). Penyebab dibalik ini

diantaranya kurikulum mata pelajaran atau mata kuliah itu sendiri yang dirasa terlalu padat, kurangnya sarana dan prasarana pendukung pembelajaran, ketidaktertarikan siswa terhadap Kimia (Emendu, N.B., Okoye, 2015, p. 4), dan kurangnya penguasaan pengajar tentang filosofi dari Kimia sebagai sebuah bidang sains

(Cardellini, 2017, p. 309) . Untuk bidang kimia anorganik, penyebab utama yang paling menonjol adalah kenyataan bahwa banyak sekali konsep dalam bidang ini yang berada pada level representasi mikroskopis (Talanquer, 2011, p. 179; Atagana and Engida, 2014, p. 38), yang tentu saja tidak kasat mata. Dengan kata lain, mahasiswa yang mempelajari bidang ini harus mampu memahami konsep-konsep di level representasi tersebut, mengaitkannya dengan level representasi konsep kimia lainnya yaitu makroskopis (kasat mata) dan simbolik untuk bisa menyusun suatu pengetahuan yang utuh tentang fenomena yang ada di alam. Masalahnya adalah sebagian besar siswa bahkan mahasiswa masih gagal dalam hal ini. Secara lebih spesifik, kegagalan yang dimaksud adalah ketidakmampuan menghubungkan pemahaman di ketiga level representasi konsep kimia (Nakhleh, 1992, p. 191); memahami konsep tersebut secara terpisah (Talanquer, 2011, p. 181), sehingga tidak mampu membangun pengetahuan yang komprehensif.

Kimia anorganik sering dikenal sebagai cabang kimia “teoritis”, karena memang banyak membahas teori-teori yang menjelaskan sifat partikulat dari materi dan “perilaku” partikel penyusun materi baik dalam unsur, campuran, atau senyawa. Konsep sederhana yang mendasari ini semua tentunya berawal dari partikel terkecil penyusun materi yaitu atom. Maknanya, pemahaman yang baik tentang atom akan sangat membantu dalam mempelajari kimia anorganik.

Di Indonesia, konsep tentang atom sudah diperkenalkan sejak tingkat sekolah menengah pertama, dalam konteks penyusun materi (unsur, senyawa, campuran). Selanjutnya, konsep ini juga diperdalam di tingkat sekolah menengah atas dalam mata

pelajaran Kimia, yang termasuk kelompok mata pelajaran peminatan. Khusus untuk calon guru IPA, yang merupakan subyek dalam penelitian ini, konsep tentang atom ini lebih diperdalam lagi dalam dua mata kuliah, yaitu Kimia Umum (mata kuliah wajib Tahun Pertama Bersama) dan Dasar-dasar Kimia Anorganik. Berarti, untuk mahasiswa calon guru IPA yang belajar di Universitas Negeri Padang, konsep tentang atom sudah dipelajari sebanyak empat kali. Permasalahan yang teramati adalah pemahaman mahasiswa tentang konsep ini belum dapat dikatakan baik. Misalnya, ketika ditanya “apa itu atom”, hampir seluruh mahasiswa di kelas menjawab “bagian terkecil dari suatu materi yang tidak dapat dibagi lagi”, sesuai dengan definisi yang dikemukakan oleh Dalton. Padahal, konsep atom menurut Dalton ini sudah diketahui mahasiswa memiliki kelemahan sehingga tidak sesuai dengan konsep atom yang saat ini dipahami komunitas ilmunan. Pemahaman yang belum benar namun melekat kuat dalam pikiran mahasiswa ini, menunjukkan bahwa konsepsi yang salah telah terbentuk dan konsepsi yang benar belum mampu diasimilasi melalui proses belajar (Driver, 1989, p. 482), meski bahkan sudah diulang sebanyak tiga kali. Akibat lanjutan dari pemahaman yang belum benar ini adalah ketidakmampuan mahasiswa mengelaborasi pemahaman antar konsep dalam menyusun suatu penjelasan yang ilmiah tentang fenomena alam. Contoh kasusnya adalah ketidakmampuan mahasiswa menuliskan konfigurasi ion positif (kation) dengan baik meski konfigurasi elektron pada keadaan *groundstate*-nya benar (Sari *et al.*, 2019). Pemahaman yang belum komprehensif seperti ini, jika tidak diintervensi, dikhawatirkan dapat memperkuat konsepsi

alternatif dalam pikiran mahasiswa tentang atom (Nakhleh, 1992, p. 191). Berhubung mahasiswa ini disiapkan sebagai calon guru IPA di SMP, hal ini perlu dicegah untuk berlanjut dan dilakukan upaya tertentu untuk membantu terbentuknya pemahaman yang benar. Di samping itu, sesuai yang dimuat dalam *National Standard of Teacher Association* (NSTA), ada beberapa keterampilan yang harus dimiliki oleh seorang guru IPA. Dua diantaranya adalah kemampuan untuk keterampilan untuk menyampaikan konsep dengan baik kepada peserta didik dan keterampilan menyampaikan keterpaduan konsep IPA (National Science Teachers Association, 2003, p. 4) kepada peserta didik. Kedua keterampilan ini tentunya memerlukan usaha yang serius, sungguh-sungguh, dan kontinu dari pembelajar.

Sehubungan dengan mata kuliah Dasar-dasar Kimia Anorganik, salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah memaksimalkan ketersediaan sumber belajar yang dirancang khusus untuk mengatasi masalah di atas. Sumber belajar atau yang juga bisa disebut sebagai *instructional material, teaching material* atau *learning resources*, memainkan peranan penting dalam kelancaran proses pembelajaran dan keberhasilan pembelajar mencapai kompetensi yang diharapkan.

Di era Revolusi Industri 4.0 ini, ketersediaan sumber belajar seharusnya bukanlah suatu masalah. Fenomena "*internet of things*" telah membawa perubahan yang masif tentang ketersediaan dan aksesibilitas terhadap informasi tentang apa saja. Mahasiswa generasi sekarang mungkin sudah terbiasa dengan "berselancar" di dunia maya mencari berbagai informasi yang mereka perlukan untuk belajar atau mengerjakan tugas. Namun, pada

kenyataannya, ketersediaan dan akses informasi yang sangat mudah ini justru menimbulkan masalah baru.

Ketidakmampuan mahasiswa untuk menyaring, mencerna, dan mensistesis pengetahuan baru dari informasi yang mereka peroleh ternyata mempengaruhi hasil belajar individual. Meski semua mahasiswa difasilitasi akses internet melalui *gadget* masing-masing, pemahaman dan hasil belajar mereka masih bervariasi, misalnya untuk materi struktur atom dan sifat periodik unsur.

Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa hasil belajar dipengaruhi oleh banyak faktor yang saling berkaitan satu dengan lainnya. Namun, melalui penelitian ini, peneliti bermaksud **fokus** pada tiga hal terkait ketersediaan sumber belajar, yaitu: 1) apa saja jenis sumber belajar yang digunakan mahasiswa selama ini; 2) apakah mahasiswa membutuhkan adanya sumber belajar yang disesuaikan dengan silabus perkuliahan; dan 3) bagaimana karakteristik sumber belajar yang diinginkan mahasiswa untuk materi struktur atom dan sistem periodik unsur?

Temuan dari penelitian ini nantinya diharapkan dapat lebih memfokuskan peneliti dalam melaksanakan penelitian pengembangan sumber belajar yang sesuai dengan kebutuhan dan harapan mahasiswa untuk perkuliahan Dasar-dasar Kimia Anorganik. Selain itu, temuan penelitian ini diharapkan juga dapat menjadi referensi bagi komunitas peneliti dan pengajar bidang Kimia Anorganik.

METODE

Untuk menjawab pertanyaan penelitian yang dirumuskan, peneliti menggunakan metode survey untuk menjangkau seluas mungkin informasi dengan melibatkan seluruh mahasiswa jurusan Pendidikan IPA yang

mengambil mata kuliah Dasar-dasar Kimia Anorganik pada tahun akademik 2018-2019 lalu. Instrumen untuk mengumpulkan data telah dirancang sedemikian rupa sebelumnya dan divalidasi melalui *experts judgement* untuk melihat kesesuaiannya dengan pertanyaan penelitian. Pengolahan data dilakukan dengan teknik deskriptif yang menjelaskan fakta sesuai dengan kenyataan yang sebenarnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Terkait dengan pertanyaan penelitian pertama, kami menemukan enam jenis sumber yang digunakan mahasiswa dalam mengikuti perkuliahan Dasar-dasar Kimia Anorganik (Gambar 1). Diantara keenam sumber ini, yang paling banyak dipilih mahasiswa adalah file yang relevan dengan materi perkuliahan yang diperoleh dari internet (format pdf atau ppt). Urutan kedua dan ketiga masing-masing adalah buku teks berbahasa asing dan buku teks berbahasa Indonesia.

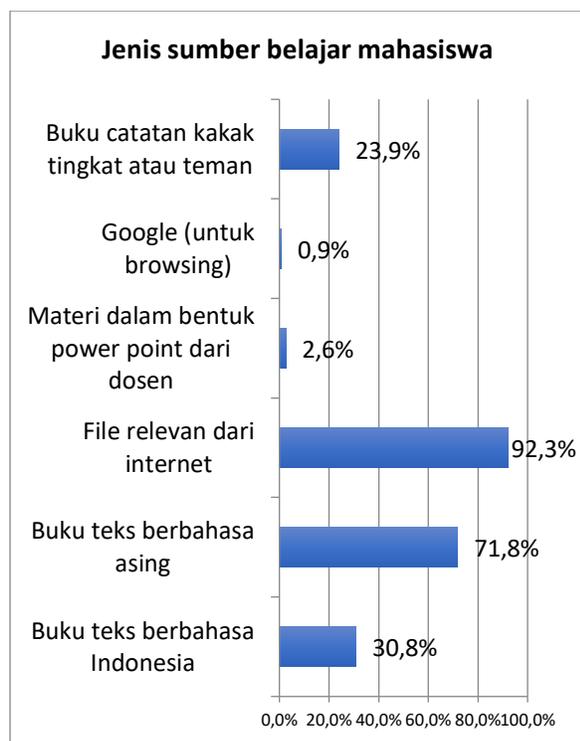
Mengikuti hasil ini, peneliti melakukan *follow-up interview* secara random kepada beberapa subyek mahasiswa untuk memperoleh informasi lebih lanjut terkait temuan ini. Respon terhadap kuesioner menunjukkan bahwa jumlah mahasiswa yang memilih file relevan dari internet sangat tinggi hingga mendekati 100%, artinya hampir seluruh mahasiswa menggunakan sumber ini sebagai sumber utama. Temuan menarik berikutnya adalah jumlah mahasiswa yang memilih menggunakan buku teks berbahasa Inggris (71.8%) lebih tinggi (dua kali lipat) dari buku teks berbahasa Indonesia (30.08%). Artinya, kemungkinan lebih dari setengah mahasiswa tidak memiliki kendala berarti menggunakan buku sumber berbahasa Inggris.

Terkait temuan pertama, mahasiswa yang diwawancarai menyatakan bahwa file relevan dari internet lebih “nyaman” untuk digunakan karena mudah dan cepat dalam pencariannya. Hal ini juga didukung dengan dibolehkannya penggunaan gadget (smartphone, laptop) dalam perkuliahan dan ketersediaan akses terhadap layanan internet (baik berbayar maupun yang disediakan kampus). Mahasiswa tersebut juga menambahkan bahwa sumber belajar ini lebih praktis daripada harus membawa/meminjam buku teks dari rumah atau perpustakaan.

Sementara itu, terkait temuan kedua, mahasiswa menyatakan bahwa silabus mata kuliah memang mencantumkan referensi berupa buku teks berbahasa asing, yang dapat diperoleh dalam bentuk cetak maupun buku elektronik. Di sisi lain, mereka tidak menemukan buku Kimia Anorganik yang berbahasa Indonesia yang sesuai dengan silabus mata kuliah. Kalaupun ada, buku tersebut merupakan hasil terjemahan, yang penyajian dan bahasanya kurang sesuai dengan kebutuhan mahasiswa. Untuk keperluan kuliah, solusi yang dipilih mahasiswa adalah mencari buku berbahasa Indonesia yang memuat topik-topik yang dibahas di kelas. Hal ini mungkin untuk dilakukan karena sebagian topik dalam mata kuliah ini adalah pengulangan/ pendalaman dari materi yang dibahas di mata kuliah Kimia Umum. Dengan demikian, mahasiswa dapat menggunakan buku sumber untuk Kimia Umum, seperti yang ditulis Chang & Overby (2008).

Selain ketiga sumber yang paling banyak dipilih mahasiswa ini, terdapat tiga sumber lainnya yang dipilih oleh sebagian kecil mahasiswa, yaitu buku catatan teman atau kakak tingkat (23.9%), google (0.9%), dan materi dalam bentuk power point dari dosen

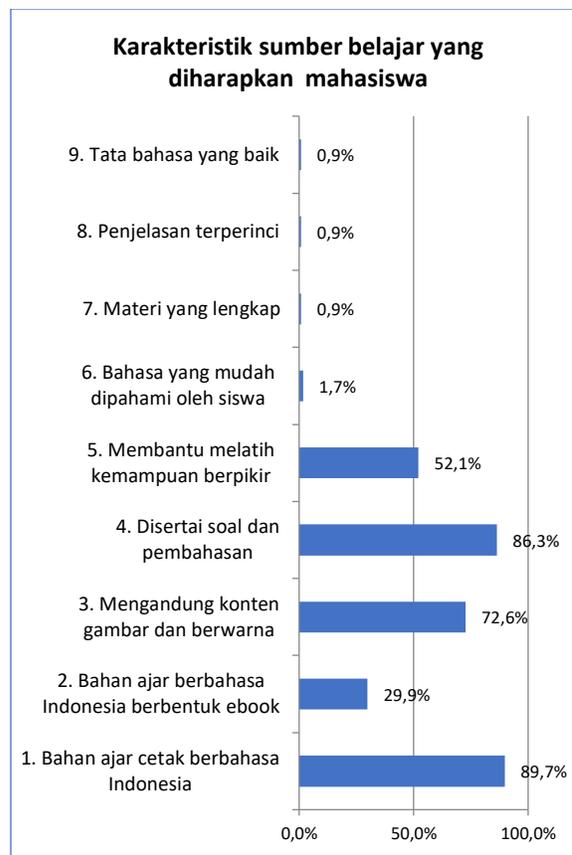
(2.6%). Dari wawancara yang dilakukan, kecilnya jumlah mahasiswa yang memilih menggunakan power point dari dosen adalah karena dosen yang cenderung memberikan file tersebut menjelang ujian tengah atau akhir semester. Konsekuensinya, sebelum dan selama perkuliahan tatap muka, mahasiswa mencari alternatif sumber belajar lainnya.



Gambar 1. Jenis sumber belajar yang digunakan dalam Dasar-dasar Kimia Anorganik

Selanjutnya, mengenai apakah mahasiswa akan terbantu dengan adanya sumber belajar untuk materi Struktur Atom dan Sifat Periodik Unsur, 94.9% mahasiswa merespon positif. Artinya, hampir seluruh mahasiswa merasa akan lebih terbantu mengikuti perkuliahan dengan tersedianya sumber belajar, apalagi jika itu disesuaikan dengan silabus perkuliahan. Sehubungan dengan respon ini, kami menggali lebih jauh bagaimana karakteristik sumber belajar yang

diharapkan mahasiswa. Dari 117 jumlah seluruh responden dari survey ini, kami menemukan ada 9 kriteria yang dikemukakan mahasiswa (Gambar 2).



Gambar 2. Karakteristik sumber belajar yang diharapkan mahasiswa untuk Dasar-dasar Kimia Anorganik

Dari sembilan karakteristik tersebut, ada tiga karakteristik yang menonjol, yaitu: 1) berbentuk bahan ajar cetak dan berbahasa Indonesia (89,7%), 2) disertai soal dan pembahasan(86.3%), dan 3) mengandung konten gambar dan warna (72,6%). Ketika alasan dibalik respon ini digali lebih jauh melalui interview dengan beberapa mahasiswa, ditemukan bahwa selama ini mahasiswa diberikan daftar referensi berbahasa Inggris dan berbentuk ebook. Beberapa ebook mengandung konten gambar dan warna yang menarik, beberapa

lainnya tidak (Gambar 3 dan 4). Contoh soal dan pembahasans sebenarnya sudah disajikan, hanya saja dalam bahasa Inggris. Untuk memahami referensi tersebut, seringkali mahasiswa harus menggunakan aplikasi atau situs untuk menterjemah, dan ini sulit dilakukan jika ebook tersebut diakses melalui telepon genggam. Jadi, tidaklah mengherankan ketika karakteristik sumber belajar berikutnya yang muncul adalah “berbahasa Indonesia dan berbentuk ebook” (sebanyak 29.9%), yang diduga akan mudah diakses mahasiswa melalui telepon genggam kapan saja dimana saja.

2	ATOMIC STRUCTURE	15
2-1	Historical Development of Atomic Theory	15
2-1-1	<i>The Periodic Table</i>	16
2-1-2	<i>Discovery of Subatomic Particles and the Bohr Atom</i>	17
2-2	The Schrödinger Equation	21
2-2-1	<i>The Particle in a Box</i>	23
2-2-2	<i>Quantum Numbers and Atomic Wave Functions</i>	25
2-2-3	<i>The Aufbau Principle</i>	34
2-2-4	<i>Shielding</i>	38
2-3	Periodic Properties of Atoms	43
2-3-1	<i>Ionization Energy</i>	43
2-3-2	<i>Electron Affinity</i>	44
2-3-3	<i>Covalent and Ionic Radii</i>	44

Gambar 3. Daftar urutan materi yang disajikan dalam buku Miessler & Tarr (1999), berbentuk ebook dan tidak mengandung konten berwarna.

Selain karakteristik yang telah disebutkan di atas, mahasiswa juga mengharapkan sumber belajar mampu melatih kemampuan berpikir (52,1%). Interview yang dilakukan mengungkap bahwa karakteristik ini muncul karena sebagian mahasiswa merasa bahwa konsep dalam Kimia terlalu banyak untuk dihafalkan sehingga hanya sedikit waktu yang tersisa dalam perkuliahan untuk melatih kemampuan berpikir mahasiswa. Terlebih dengan dituntutnya guru saat sekarang ini untuk mampu mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa di sekolah, baik di tingkat SD, SMP, maupun SMA. Maka dari itu, peneliti dapat

memahami jika mahasiswa calon guru IPA mengharapkan sumbe belajar yang mampu melatih kemampuan berpikir mahasiswa. Keempat karakteristik berikutnya yang muncul memiliki persentase jauh lebih kecil dan dapat dikatakan merupakan penguatan terhadap kelima karakteristik sebelumnya. Misalnya: mengandung materi yang lengkap (0,9%) dan penjelasan terperinci (0,9%), menggunakan tata bahasa yang baik (0,9%), dan bahasanya harus yang mudah dipahami oleh mahasiswa (1,7%).

CHAPTER 1

The Electronic Structure of the Atom: A Review	1
Atomic Absorption Spectroscopy	2
1.1 The Schrödinger Wave Equation and Its Significance	3
1.2 Shapes of the Atomic Orbitals	5
1.3 The Polyelectronic Atom	9
1.4 Ion Electron Configurations	14
1.5 Magnetic Properties of Atoms	15
1.6 Medicinal Inorganic Chemistry: An Introduction	16

CHAPTER 2

An Overview of the Periodic Table	19
2.1 Organization of the Modern Periodic Table	21
2.2 Existence of the Elements	23
2.3 Stability of the Elements and Their Isotopes	24
The Origin of the Shell Model of the Nucleus	26
2.4 Classifications of the Elements	27
2.5 Periodic Properties: Atomic Radius	29
2.6 Periodic Properties: Ionization Energy	33
2.7 Periodic Properties: Electron Affinity	35
Alkali Metal Anions	37
2.8 The Elements of Life	37

Gambar 4. Daftar urutan materi dalam buku Canham et al., berbentuk cetak, ebook, dan mengandung konten gambar dan warna.

KESIMPULAN

Berdasarkan temuan dari penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa bahan ajar yang tersedia dan digunakan mahasiswa sejauh ini belum mampu memfasilitasi proses konstruksi pengetahuan mahasiswa secara optimal. Hal ini sejalan dengan harapan mahasiswa yang menginginkan adanya sumber belajar yang dirancang khusus sesuai silabus perkuliahan. Karakteristik sumber belajar yang diharapkan tersebut diantaranya: 1) berbahasa Indonesia yang baik tata bahasanya (baik bentuk cetak maupun e-book), 2) mengandung konten gambar dan warna, 3) memuat materi yang lengkap dan penjelasan terperinci disertai soal dan pembahasan, serta 4) membantu melatih kemampuan berpikir mahasiswa.

REFERENCES

Atagana, H. and Engida, T. (2014) 'What Makes Chemistry Difficult?', *ASEAN Journal of Comunity Engagement*, 4(May), pp. 31–43.

Bio, B., Suardana, I. N. and Kirna, I. M. (2014) 'Analysis Of Learning Difficulties Of Senior High School Students In Learning Atomic Structure', *e-journal Kimia Visvitalis Universitas Pendidikan Ganesha*, 2(2), pp. 107–116.

Cardellini, L. (2017) 'Chemistry: Why the Subject is Difficult?', *Educación Química*. Elsevier, 23, pp. 305–310. doi: 10.1016/S0187-893X(17)30158-1.

Driver, R. (1989) 'Students' conceptions and the learning of science Students' conceptions and the learning of science', *International Journal of Science Education*, 11(5), pp. 481–490. doi: 10.1080/0950069890110501.

Emendu, N.B., Okoye, C. M. (2015)

'Identifying Problems Associated with Studying of', *International Journal of Scientific and Research Publications*, 5(6), pp. 1–7. Available at: www.ijsrp.org.

Nakhleh, M. (1992) 'Why Some Students Don't Learn Chemistry Chemical Misconceptions', *Journal of Chemical Education*, 69(3), pp. 191–196.

National Science Teachers Association (2003) *The NSTA Standards for Science Teacher Preparation*.

Sari, M. P. *et al.* (2019) 'Students' generated electron configurations of chemical elements: An explorative study', *Journal of Physics: Conference Series 1317 012205*, 1317(1). doi: 10.1088/1742-6596/1317/1/012205.

Sheehan, M. (2010) *Identification of difficult topics in the teaching and learning of Chemistry in Irish schools and the development of an intervention programme to target some of these difficulties*. UNIVERSITY of LIMERICK.

Talanquer, V. (2011) 'Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry "triplet"', *International Journal of Science Education*, 33(2), pp. 179–195. doi: 10.1080/09500690903386435.