

Studi Literatur: Pendekatan *Human Element* pada Buku Teks *Chemistry Human Activity, Chemical Reactivity* Karya Mahaffy dkk Materi Keseimbangan Asam Basa dalam Larutan

Literature Study: Human Element Approach in Chemistry Human Activity, Chemical Reactivity Textbook by Mahaffy et al on Acid-Base Equilibria in Aqueous Solutions

Widia Hizriati¹ and Faizah Q. Aini^{1*}

¹Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan IPA, Universitas Negeri Padang, Sumatera Barat, Indonesia.

* Email: faizah_qurrata@fmipa.unp.ac.id

ABSTRACT

A variety of skills have shaped the teaching and learning of chemistry in the early 21st century. This includes fundamental changes in chemistry such as changes in understanding of how students learn, the application of computer and information technology in studying complex scientific phenomena, and others. Responding to this problem, chemistry education which originally used a "triangle shape" must be emphasized into a "tetrahedral" form, where the fourth peak represents the human context in studying chemistry or is called the human element. Highlighting the human element provides compelling reasons to emphasize case studies, active learning, and investigative projects to link school chemistry to everyday life. This study aims to describe the phenomena that exist regarding the human element in chemistry learning, especially in textbooks. This research is a qualitative research with descriptive analysis technique with library research. The data used are secondary data derived from textbooks and scientific articles. The existence of human activities involved in learning chemistry provided in textbooks, helps students learn from rich contexts. Learning from a rich context makes learning chemistry more motivating, interesting and relevant to their lives, thus helping students understand chemical concepts well. Therefore, the importance of the human element involved in learning chemistry, especially in textbooks.

Keywords: Tetrahedral chemistry, human element, textbook

ABSTRAK

Berbagai keterampilan telah membentuk pengajaran dan pembelajaran kimia pada awal abad ke-21. Ini termasuk pada perubahan mendasar dalam kimia seperti perubahan dalam pemahaman tentang bagaimana peserta didik belajar, penerapan teknologi komputer dan informasi dalam mempelajari fenomena ilmiah yang kompleks, dan lain-lain. Menyikapi persoalan tersebut pendidikan kimia yang semula memakai "bentuk segitiga" harus ditekankan ke dalam bentuk "tetrahedral", di mana puncak keempat mewakili konteks manusia dalam mempelajari kimia atau disebut *human element*. Menyoroti unsur manusia memberikan

alasan kuat untuk menekankan studi kasus, pembelajaran aktif, dan proyek investigasi untuk menghubungkan kimia sekolah dengan kehidupan sehari-hari. Penelitian ini bertujuan menggambarkan fenomena-fenomena yang ada mengenai *human element* pada pembelajaran kimia, terutama dalam buku teks. Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dengan teknik analisis deskriptif dengan kajian kepustakaan (*library research*). Data yang digunakan merupakan data sekunder yang berasal dari *textbook* dan artikel ilmiah. Adanya aktivitas manusia terlibat dalam pembelajaran kimia yang disediakan didalam buku teks, membantu peserta didik belajar dari konteks yang kaya. Pembelajaran dari konteks yang kaya menjadikan pembelajaran kimia lebih memotivasi, menarik dan relevan dengan kehidupan mereka, sehingga membantu peserta didik memahami konsep-konsep kimia dengan baik. Oleh karena itu, pentingnya *human element* dilibatkan dalam pembelajaran kimia terutama di dalam buku teks.

Kata Kunci: Tetrahedral chemistry, human element, buku teks

PENDAHULUAN

Berbagai keterampilan telah membentuk pengajaran dan pembelajaran kimia pada awal abad ke-21. Ini termasuk pada perubahan mendasar dalam kimia seperti perubahan dalam pemahaman tentang bagaimana peserta didik belajar; penerapan teknologi komputer dan informasi dalam mempelajari fenomena ilmiah yang kompleks; dan pengaruh eksternal, seperti kekhawatiran global tentang energi dan sumber daya air dan masalah lingkungan. Menyikapi persoalan tersebut pendidikan kimia yang semula memakai “bentuk segitiga” harus ditekankan ke dalam bentuk “tetrahedral”, di mana puncak keempat mewakili konteks manusia dalam mempelajari kimia (Prabowo dkk., 2018). Sebelumnya, sudah ada representasi bentuk segitiga planar yang diusulkan oleh Johnstone (1991) yang meliputi makroskopik, submikroskopik, dan simbolik.

Upaya dalam pembaruan kurikulum kimia sering tidak berhasil karena masalah mendasar mengenai bagaimana peserta didik belajar di lingkungan sekolah tidak dipahami atau ditangani. Adanya dimensi keempat pada representasi *tetrahedral chemistry* ini mengingatkan untuk memperhatikan bagaimana siswa belajar

dan bagaimana kimia terhubung dengan kehidupan peserta didik dan masyarakat (Mahaffy, 2006).

Tetrahedral chemistry menyoroti kebutuhan untuk menghubungkan kimia dengan pengalaman peserta didik. Ini memberikan kerangka kerja yang jelas untuk melibatkan dimensi makroskopik (fenomena yang dapat dilihat oleh panca indera melalui pengalaman nyata), submikroskopik (dunia atom dan turunannya seperti ion, molekul dan radikal bebas), dan simbolik (simbol, persamaan, atau perhitungan) dari kurikulum kimia dalam masalah dan solusi dunia nyata, termasuk proses industri dan aplikasi lingkungan. Bentuk tetrahedral tidak hanya menunjang keberhasilan mempelajari kimia, tetapi juga memberikan pandangan bentuk pendidikan kimia masa depan dengan tujuan membantu memperkaya deskripsi tentang berbagai dimensi (Mahaffy, 2004).

Dimensi simbolik (simbol, persamaan, perhitungan) kimia membuat cemas peserta didik ketika menghadapinya, sehingga membutuhkan perhatian khusus dalam mempelajari dan memahami dimensi ini. Penekanan kuat pada unsur manusia membantu siswa mengatasi rasa takut mereka terhadap kimia dan mendapatkan kepercayaan diri yang mereka butuhkan

untuk menangani topik yang sulit dalam mempelajari kimia (Mahaffy, 2006).

Unsur manusia mewakili dua dimensi pembelajaran kimia yaitu manusia sebagai pembelajar dan belajar dari konteks yang kaya. Adanya hal tersebut, dapat meningkatkan pengajaran dan pembelajaran baik dikelas maupun di laboratorium, ketika menjelaskan fenomena yang kompleks seperti reaksi atau mekanisme kimia atau bahkan fenomena yang lebih kompleks lainnya dengan keterlibatan unsur manusia (Yitbarek, 2011). Alasan yang melatarbelakangi tingkat representasi unsur manusia dan pembentukan representasi tetrahedral kimia oleh Mahaffy yaitu mengharapkan peserta didik lebih mudah membayangkan bagaimana suatu proses kimia terjadi. Oleh karena itu, konsep dikaitkan dengan pengalaman fenomena dalam kehidupan sehari-hari peserta didik pada pembelajaran kimia (Indriyanti., 2020).

Salah satu sumber belajar yang digunakan peserta didik dalam pembelajaran yaitu buku teks. Buku teks memberikan pengaruh kepada peserta didik dalam memahami materi pelajaran. Buku teks yang baik dapat memberikan motivasi, menstimulasi, dan dapat merangsang aktivitas-aktivitas pribadi peserta didik yang menggunakannya (Muslich, 2014). Oleh karena itu, didalam buku teks perlu menghubungkan kimia dengan pengalaman peserta didik dengan mengaitkan konsep pembelajaran dengan kehidupan nyata. Sejalan dengan itu, Subagia (2014) menyatakan bahwa, apabila uraian materi dalam buku teks tidak dikaitkan dengan eksistensi ilmu kimia dalam kehidupan sehari-hari, maka peserta didik tidak mendapat wawasan atau pemahaman yang memadai tentang eksistensi pelajaran kimia. Di samping itu, unsur manusia tidak hanya membantu peserta didik dalam memahami kimia, Lewthwaite dan Wiebe (2011) menyatakan bahwa unsur manusia juga membantu guru dalam mengkomunikasikan ide secara lebih terpadu dan bermakna.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dengan teknik analisis deskriptif dengan kajian kepustakaan (*library research*). Kajian kepustakaan (*library research*) memanfaatkan sumber perpustakaan untuk mendapatkan data penelitian (Zed, 2008). Penelitian ini berusaha menggambarkan fenomena-fenomena yang ada mengenai *human element* pada pembelajaran kimia. Artikel ini menyoroti *human element* dan bagaimana pendekatan *human element* dalam buku teks Mahaffy pada materi hidrolis garam.

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data sekunder. Data sekunder merupakan data yang dikumpulkan atau diperoleh oleh peneliti dari berbagai sumber yang telah ada. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini yaitu buku teks, jurnal, dan artikel ilmiah (Siyoto, 2015).

HASIL DAN DISKUSI

Pendekatan *human element*

Dunia sangat berkaitan dengan ilmu kimia, karena itu dalam pembelajaran kimia harus ditekankan dimensi baru seperti *human elements* yang dapat menghubungkan kimia dengan pengalaman peserta didik. Oleh karena itu, *human elements* dapat mengatasi masalah literasi ilmiah dan pemahaman publik yang terbatas mengenai peran kimia dalam kehidupan sehari-hari (Mahaffy, 2004).

Pendidikan kimia tetrahedral menyoroti kebutuhan untuk menghubungkan kimia dengan pengalaman siswa. Ini memberikan kerangka kerja yang jelas untuk menanamkan dimensi makroskopik, molekuler, dan simbolik dari kurikulum kimia dalam masalah dan solusi dunia nyata, termasuk proses industri dan aplikasi lingkungan. Menyoroti elemen manusia memberikan alasan kuat untuk

menekankan studi kasus, pembelajaran aktif, dan proyek investigasi untuk menghubungkan kimia sekolah dengan kehidupan sehari-hari.

Menurut Mahaffy (2015) terdapat tiga penekanan aktivitas manusia dalam pendidikan kimia, pemahaman ketiga jenis aktivitas manusia harus ditanamkan ke dalam praktik pengajaran dan pembelajaran. Pertama, aktivitas manusia belajar dan mengajar kimia, bahwasannya dalam pendidikan kimia ide dan teoritis tidak terkait dengan realitas kehidupan. Menunjukkan bahwa pembelajaran kimia tidak menarik dan sulit untuk dipahami, sehingga mengarah pada sikap peserta didik yang awalnya tidak dapat memahami materi, hingga mereka tidak peduli tentang pemahamannya. Mengatasi masalah tersebut, dapat dilakukan praktik yang dapat memperkaya pengalaman belajar kimia. Salah satunya, dengan melibatkan peserta didik dalam pengajaran aktif dan kolaboratif serta membangun dan mendukung komunitas pembelajaran. Contoh dalam menekankan aktivitas manusia dalam belajar dan mengajar kimia yaitu mengembangkan seperangkat sumber daya interaktif.

Kedua, aktivitas manusia melakukan kimia, yaitu dapat dilakukan dengan menggunakan pedagogis inovatif yang menekankan ke pemahaman konseptual yang lebih dalam. Seperti, membagi siswa menjadi dua atau lebih komunitas belajar untuk teori ikatan. Komunitas pertama misalnya membahas teori ikatan valensi, sedangkan komunitas kedua membahas teori orbital molekul. Kelompok yang berhasil ditunjukkan dengan kelompok yang dapat mencapai pemahaman konseptual yang lebih dalam.

Ketiga, aktivitas manusia yang telah menentukan zaman geologi baru. Pendidikan kimia di zaman antroposen menekankan dampak aktivitas manusia

pada kimia, biologi dan geologi sistem pendukung kehidupan bumi. Menyiratkan bahwa kimia mempengaruhi hampir setiap kehidupan modern. Selain itu, mengajar dan belajar dari konteks yang kaya, memberikan dampak positif pada sikap siswa. Siswa yang menggunakan kurikulum berbasis konteks, melihat pembelajaran kimia lebih memotivasi, menarik dan relevan dengan kehidupan mereka. Di sisi lain siswa dapat mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi.

Penekanan pada unsur manusia ini membantu non-jurusan lainnya membuat hubungan yang sukses dan imajinatif antara kimia dalam buku teks dan kehidupan mereka, serta memberikan motivasi untuk pemahaman yang lebih dalam tentang dimensi molekuler, simbolik, dan makroskopik kimia. Mereka mengomunikasikan pemahaman baru ini kepada orang lain dengan cara-cara kreatif yang sesuai dengan konsep sebenarnya (Mahaffy, 2006).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Prabowo dkk., (2018) menyatakan bahwa: (1) Pembelajaran berbasis bentuk tetrahedral pendidikan kimia menempatkan zat kimia (makroskopis), representasi simbolik (simbol), dan prosesnya (molekuler) dalam konteks manusia (unsur manusia) dengan memadukan isi dan konteks, tanpa penekanan pada satu hal dan melemahkan yang lain, (2) Mahasiswa kimia tahun pertama Technische Universität Dresden telah memahami secara komprehensif konsep mol terkait dengan konteks kehidupan sehari-hari, dimana mahasiswa mampu menemukan informasi makroskopik dari pernyataan-pernyataan yang kontekstual dengan kehidupan manusia, serta dengan menggunakan simbol dan rumus mereka mampu memahami komponen molekuler dan menafsirkan serta menganalisis masalah secara efektif.

Penelitian yang dilakukan oleh (Annisak dkk., 2019) juga menyatakan bahwa, pada level unsur manusia, apabila materi dikaitkan dengan kejadian yang dapat dijumpai dalam kehidupan, maka pembelajaran lebih mudah dipahami oleh peserta didik.

Adanya *human element* bertujuan dalam mempersiapkan peserta didik untuk menguasai tingkat kompleksitas berpikir. Maksudnya, melatih peserta didik untuk menjawab pertanyaan secara global dan komprehensif (mampu menangkap dengan baik). Hasil penelitian juga menunjukkan ketika peserta didik diperkenalkan dengan unsur manusia dalam mempelajari kimia, membuatnya lebih tertarik dibandingkan peserta didik yang mengikuti pengenalan standar. Hal tersebut dikarenakan kerja praktek digunakan disini untuk melibatkan peserta didik menyelidiki, menemukan, membuat pertanyaan dan kegiatan pemecahan masalah (Morizot dkk., 2015).

Hasil dari pendekatan ini, bahwa peneliti yakin peserta didik akan mempertahankan kemampuan mengajukan pertanyaan reflektif yang bertujuan untuk mendapatkan informasi lebih mendalam, bahkan ketika prinsip-prinsip baru kimia dikenalkan ataupun disajikan dalam cara yang murni teoritis dan nonekperimental. Oleh karena itu, dapat mengembangkan keterampilan belajar tingkat tinggi (Morizot dkk., 2015).

Human element di teksbook pada materi hidrolisis garam

Buku teks yang ditulis oleh Mahaffy dkk., (2011) mengenai materi "*acid-base equilibria in aqueous solutions*" yang terdapat pada chapter 14 memaparkan bagaimana dimensi *human element* terlibat dalam ilmu kimia. Pada penjelasan bagian pertama buku ini menjelaskan mengenai ionisasi asam. Teks dibagian ini menanyakan kepada pembaca apakah menyukai asam terionisasi atau tidak. Mendapat jawaban dari pertanyaan tersebut,

buku ini menjelaskan bagaimana ionisasi asam terjadi dalam tubuh manusia. Ionisasi ini menjelaskan bagaimana obat sakit kepala, yaitu senyawa kimia aspirin berpindah dari perut ke kepala, di mana ia dapat menghilangkan rasa sakit.

Adanya penjelasan tersebut ada beberapa konsep kimia mengenai ionisasi asam yang diaplikasikan dalam kehidupan, yaitu bahwa setiap spesies kimia memiliki sifat karakteristiknya sendiri, dengan efek khusus pada lingkungan terdekatnya. Penjelasan tersebut dicontohkan dalam buku teks ini pada obat sakit kepala yaitu aspirin dan obat penenang yaitu diazepam.

Pada senyawa aspirin yang terdiri dari asam asetilsalisilat yang merupakan asam karboksilat lemah yang pKa-nya 3,5. sebagian besar senyawa ini dalam bentuk terprotonasi yang tidak bermuatan. Akibatnya, relatif cepat melintasi penghalang lipid dan masuk ke dalam aliran darah. Sedangkan pada obat penenang yaitu diazepam adalah obat amina yang bentuk terprotonasinya adalah asam lemah dengan pKa 3,4. Senyawa ini cukup buruk ditransfer ke darah dari perut karena sebagian besar hadir sebagai spesies terprotonasi bermuatan. Hal tersebut karena adanya ion efedrin dekongestan yang memiliki pKa 9,5, tetapi transfer cepat sebagai amina tidak bermuatan dari usus, karena pada usus memiliki pH 5, sedangkan di perut memiliki pH 2. Penjelasan tersebut menceritakan tentang berbagai spesiasi (asam-basa) yang berbeda dari spesies arsenik yang memiliki sifat yang berbeda, sesuai dengan lingkungan terdekatnya.

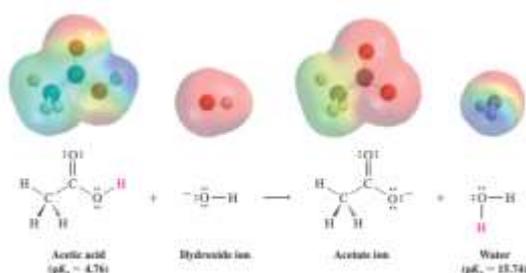
Selain itu, pada sub-bab kedua buku ini kembali membuat hubungan ilmu kimia dengan kehidupan. Ini memberikan informasi yang berkaitan dengan masalah di kehidupan nyata, yaitu menjelaskan ketika mengalami jantung berdebar kencang dan tangan berkeringat, menandakan bahwa sistem saraf dipengaruhi oleh senyawa kimia yang disebut epinefrin, dimana

senyawa ini memiliki gugus NH_2 basa yang terprotonasi dalam larutan asam.

Tidak hanya itu, buku ini juga memberikan informasi mengenai masalah dan solusi di kehidupan nyata. Seperti, hal yang harus dilakukan oleh orang-orang yang susah tidur di malam hari. Buku ini menuliskan bahwa sebaiknya menikmati segelas susu atau sepiring es krim sebelum tidur. Hal tersebut dikarenakan protein susu memiliki tingkat triptofan yang tinggi. Triptofan inilah yang dapat membuat mereka merasa baik dan membantu mereka tidur di malam hari.

Selain itu, pada bagian sub-bab mengenai “*acid-base character of aqueous solutions of salt*” buku ini memberikan informasi untuk solusi dalam persoalan aplikasi lingkungan. Bahwa, garam Al^{3+} dan Fe^{3+} digunakan oleh tukang kebun untuk membuat tanah lebih asam. Di sisi lain, buku ini juga menggambarkan upaya manusia dalam mengembangkan pengetahuan kimia, yang ditunjukkan pada bagian asam basa model lewis. Ini menjelaskan Gilbert N. Lewis dalam mengembangkan model asam dan basa pada tahun 1930-an.

Buku teks ini juga menyediakan bentuk visualisasi pada submateri asam basa yaitu lokasi reaktif asam basa organik yang ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Gambar lokasi potensial elektrostatis reaktan dan spesies produk dalam reaksi antara molekul asam asetat dan ion hidroksida (Mahaffy dkk., 2011).

Model visual ini dapat membantu kita dalam memvisualisasikan kemungkinan lokasi reaksi pada spesies asam dan basa Lewis. Pada gambar ini menunjukkan model molekul atau ion yang mengisi ruang dengan permukaan berwarna. Daerah

permukaan berwarna merah dimana muatan negatif elektron melebihi muatan positif pada inti (potensial negatif), dan daerah di mana terdapat kelebihan muatan positif (potensial positif) berwarna biru. Gradasi potensial positif diwarnai dengan urutan biru > hijau > kuning > oranye > merah. Adanya visualisasi tersebut dapat memberikan gambaran pada tingkat molekuler kepada peserta didik, sehingga peserta didik dapat melihat bagaimana konsep kimia yang tidak dapat dilihat secara nyata atau langsung.

KESIMPULAN

Human element membantu peserta didik menghubungkan pembelajaran kimia dengan kehidupan sehari-hari atau pengalamannya. Adanya aktivitas manusia terlibat dalam pembelajaran kimia yang disediakan didalam buku teks, membantu peserta didik belajar dari konteks yang kaya. Pembelajaran dari konteks yang kaya menjadikan pembelajaran kimia lebih memotivasi, menarik dan relevan dengan kehidupan mereka. Oleh karena itu, dapat membantu peserta didik memahami konsep-konsep kimia dengan baik.

KETERBATASAN DAN IMPLIKASI UNTUK PENELITIAN LAIN

Keterbatasan dalam penelitian ini hanya menjelaskan bagaimana pendekatan *human element* dalam buku teks yang ditulis Mahaffy dkk., (2011) pada materi kesetimbangan asam basa dalam larutan.

Implikasi untuk penelitian selanjutnya supaya mendapatkan lebih banyak literatur internasional mengenai pendekatan *human elements* dari yang penulis dapatkan.

REFERENSI

- Annisak, S. K., Indriyanti, N. Y., & Mulyani, B. (2019). Constructive controversy dan inkuiri terbimbing sesuai representasi tetrahedral pembelajaran kimia ditinjau dari kemampuan berpikir kritis. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 5(1), 10–22.

- <https://doi.org/10.21831/jipi.v5i1.20448>
Indriyanti, N. Y., Saputro, S., & Sungkar, R. L. (2020). Problem-Solving and Problem-Posing Learning Model Enriched With the Multiple Representation in Tetrahedral Chemistry To Enhance Students' Conceptual Understanding. *Edusains*, 12(1), 123–134. <https://doi.org/10.15408/es.v12i1.13282>
- Johnstone, A. H. (1991). *Thinking about thinking*. International Newsletter of Chemical Education.
- Lewthwaite, B., & Wiebe, R. (2011). Fostering Teacher Development to a Tetrahedral Orientation in the Teaching of Chemistry. *Research in Science Education*, 41(5), 667–689. <https://doi.org/10.1007/s11165-010-9185-2>
- Mahaffy, P. (2004). Shapes in Chemistry and Chemistry Education. *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(3), 229–245.
- Mahaffy, P. (2006). Moving chemistry education into 3D: A tetrahedral metaphor for understanding chemistry: Union carbide award for chemical education. *Journal of Chemical Education*, 83(1), 49–55. <https://doi.org/10.1021/ed083p49>
- Mahaffy, P. (2015). Chemistry Education: A Global Endeavour Chemistry Education and Human Activity. *Chemistry Education: Best Practices, Opportunities and Trends.*, 3–26.
- Mahaffy, P. G., Bucat, B., & Tasker, R. (2011). *Chemistry: Human activity, chemical reactivity*. Canadian Edition.
- Morizot, O., Audureau, E., Briend, J. Y., Hagel, G., & Boule'H, F. (2015). Introducing the human element in chemistry by synthesizing blue pigments and creating cyanotypes in a first-year chemistry course. *Journal of Chemical Education*, 92(1), 74–78. <https://doi.org/10.1021/ed5000229>
- Muslich, M. (2014). *Text Book Writing*. Jogjakarta: Ar-Ruzz Media.
- Prabowo, D. W., Mulyani, S., Van Pée, K. H., & Indriyanti, N. Y. (2018). Comprehensive understanding of mole concept subject matter according to the tetrahedral chemistry education (empirical study on the first-year chemistry students of Technische Universität Dresden). *Journal of Physics: Conference Series*, 1022(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1022/1/012034>
- Siyoto, S. (2015). *Dasar Metodologi Penelitian*. Yogyakarta: Literasi Media Publishing.
- Subagia, I. W. (2014). Paradigma Baru Pembelajaran Kimia SMA. *Prosiding Seminar Nasional MIPA UNDIKSHA*, 152–163. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/emnasmipa/article/view/10479>
- Yitbarek, S. (2011). Chemical Reaction: Diagnosis And Towards Remedy Of Misconceptions. *Automotive Engineer (London)*, 36(2).
- Zed, M. (2008). *Metode Penelitian Kepustakaan*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.