

Identifikasi Miskonsepsi Penurunan Titik Beku dan Kenaikan Titik Didih pada Mahasiswa Pendidikan Kimia

Darius Agung¹, Cindy Fauziah², dan Hajidah Salsabila Allissa Fitri³

¹Program Studi Pendidikan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Jakarta

²Program Studi Pendidikan Kimia, FMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia

³Program Studi Pendidikan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta

Corresponding author: hajidahsalsabila.2019@student.uny.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi miskonsepsi-miskonsepsi seputar sifat koligatif, khususnya penurunan titik beku dan kenaikan titik didih, yang terjadi pada mahasiswa-mahasiswa pendidikan kimia. Penelitian dilakukan dengan menyebarkan survei online, yang berisi soal essay open-ended, pada beberapa kelas pendidikan kimia di 3 universitas negeri di pulau jawa. Jawaban-jawaban kemudian dianalisis dan hasilnya, teridentifikasi 12 miskonsepsi pada partisipan. Temuan ini menunjukkan perlu adanya perubahan cara penyampaian materi sifat koligatif di tingkat perguruan tinggi.

Kata Kunci: Miskonsepsi, Sifat Koligatif, Larutan, Sifat Fisika, Penurunan Titik Beku, Kenaikan Titik Didih.

Abstract

This study aims to identify misconceptions about colligative properties, especially freezing point depression and boiling point elevation, which occur in chemistry education students. The research was conducted by distributing an online survey containing open-ended essay questions to several chemistry education classes at three state universities on the island of Java. The answers were then analyzed, and the results identified 12 misconceptions among the participants. This finding shows the need for a change in how colligative material is delivered at the tertiary level.

Keywords: Misconception, Colligative Properties, Solutions, Physical Properties, Freezing Point Depression, Boiling Point Elevation.

1. Pendahuluan

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi miskonsepsi calon guru kimia tentang sifat koligatif. Untuk memenuhi tujuan ini, tes diagnostik yang terdiri dari empat pertanyaan esai. Tes tersebut diberikan kepada mahasiswa kimia di UPI, UNJ, dan UNY sebagai calon guru kimia sebelum memenuhi syarat untuk mengajar di sekolah menengah. Miskonsepsi yang berbeda diidentifikasi dan didiskusikan secara kualitatif. Hasilnya memiliki implikasi untuk pengajaran sifat koligatif.

Ketika belajar sains di sekolah terkadang siswa membuat hubungan yang tidak sesuai dengan pengetahuan mereka sebelumnya, dan oleh karena itu makna yang mereka bangun tidak sesuai dengan yang dimaksudkan oleh guru [1]. Ketidakkonsistenan antara pandangan siswa dan pandangan yang diterima secara ilmiah ini disebut miskonsepsi, konsepsi alternatif, konsepsi naif [2]. Secara umum, miskonsepsi ini mungkin sangat resisten terhadap perubahan, dan tetap utuh selama bertahun-tahun yang pada dasarnya tidak terpengaruh oleh pengajaran di kelas. Telah diketahui dengan baik bahwa ide-ide yang dimiliki siswa sebelum pengajaran di kelas sangat penting: "faktor tunggal yang paling

penting yang mempengaruhi pembelajaran adalah apa yang sudah diketahui oleh pelajar" [3].

Ada beberapa konsep dalam kimia tingkat dasar dan lanjutan yang sulit dipahami, karena definisi operasionalnya melibatkan penalaran yang canggih. Konsep sifat koligatif adalah salah satunya. Peneliti lain mempelajari konsepsi siswa tahun pertama dan tahun keenam tentang penguapan dan kondensasi melalui kegiatan yang menantang berdasarkan konsep-konsep ini. Hasilnya menunjukkan bahwa sementara ada tumpang tindih substansial antara konsepsi yang digunakan oleh siswa tahun pertama dan tahun keenam, ada juga perbedaan substansial dalam pola konsepsi, kecanggihan epistemologis yang ditunjukkan, dan struktur penjelasannya [4].

Anak-anak yang lebih besar memiliki akses yang jauh lebih besar ke bahasa fenomenologis yang biasa digunakan dalam kaitannya dengan penguapan dan pengembunan (kelembaban, uap, kelembapan, penguapan). Siswa tahun keenam menunjukkan keakraban yang cukup dengan berbagai fenomena penguapan dan kondensasi untuk menunjukkan perumusan pertanyaan sebelumnya mengenai sifat perubahan air. Ini tidak berarti bahwa anak-anak yang lebih tua tidak memiliki kebingungan ontologis yang serupa dengan anak-anak yang lebih muda mengenai perbedaan antara substansi dan sifat-sifat seperti suhu dan bau, atau antara kelembaban, kelembapan, dan air. Namun, anak-anak yang lebih besar berada dalam posisi yang lebih baik untuk merefleksikan secara produktif tentang hal-hal ini, dan khususnya, dapat diharapkan untuk menanggapi pengajaran tentang penguapan dan pengembunan dengan secara akurat menggabungkan pengetahuan baru dengan pengalaman dan pemahaman sebelumnya.

Baru-baru ini, penelitian lain juga bertujuan untuk mempelajari miskonsepsi calon guru kimia tentang penguapan, laju penguapan dan tekanan uap [5]. Kesalahpahaman umum yang diidentifikasi dalam studi dikelompokkan dalam enam judul: ketidakmampuan dalam memahami kesetimbangan cair-air pada tingkat konseptual, 'penguapan terjadi bersamaan dengan mendidih',

'cairan harus dipanaskan untuk menguap', 'tekanan uap dalam kesetimbangan dengan cairannya dipengaruhi oleh perubahan volume, seperti dalam kasus gas ideal', 'tekanan uap tergantung pada jumlah dan volume materi' dan 'salah tafsir tentang hubungan antara tekanan uap dan titik didih cairan' dan telah dibahas secara terperinci [5].

Di sisi lain, studi tersebut berfokus terutama pada miskonsepsi siswa terkait dengan penguapan, laju penguapan, dan tekanan uap, dan mengidentifikasi delapan miskonsepsi yang berbeda. Namun, tidak satupun dari penelitian ini difokuskan pada pemahaman calon guru kimia tentang konsep sifat koligatif, yang diperlukan untuk memahami sifat beberapa fenomena, seperti penguapan, peleburan, pembekuan dan sublimasi. Selain itu, tinjauan literatur kami menunjukkan bahwa tidak ada penelitian yang berfokus pada konsepsi siswa tentang sifat koligatif di tingkat sarjana, meskipun beberapa penelitian membahas sifat koligatif secara kualitatif [6] dan melihat penerapannya ke dalam praktik [7].

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi miskonsepsi tentang sifat koligatif di kalangan calon guru kimia di UPI, UNJ, dan UNY. Menyadari kesalahpahaman calon guru kimia tentang sifat koligatif memungkinkan kita untuk memprediksi beberapa kesulitan yang mungkin dihadapi guru dan siswa mereka ketika mempelajari topik ini. Pertanyaan penelitian yang dijawab dalam penelitian ini adalah:

"Kesalahpahaman apa - jika ada - yang ditemukan di antara calon guru kimia di UPI, UNJ, dan UNY tentang kenaikan titik didih dan penurunan titik beku?."

2. Metode

Metode pada penelitian ini bertumpu pada empat aspek yang saling berkaitan, di antaranya:

a. Partisipan

Partisipan penelitian ini adalah mahasiswa pendidikan kimia di 3 universitas besar di Indonesia, Universitas Negeri Jakarta (UNJ), Universitas Negeri Yogyakarta (UNY) dan Universitas Pendidikan Indonesia (UPI). Data

dikumpulkan dari 13 mahasiswa di ketiga universitas tersebut. Sebagian besar partisipan merupakan mahasiswa Angkatan 2018 dan seluruh partisipan telah mengikuti dan menyelesaikan mata kuliah Kimia Dasar 1 & 2, tujuannya agar memastikan seluruh partisipan setidaknya sudah mempelajari sifat koligatif di tingkat perguruan tinggi.

b. Instrumen

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah instrumen yang digunakan oleh [8]. Instrumen terdiri dari 4 butir soal essay open-ended, tentang sifat koligatif, khususnya kenaikan titik didih dan penurunan titik beku. Instrumen yang digunakan mulanya diterjemahkan dahulu dan kemudian di masukkan ke dalam sebuah survey online [8].

c. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan menyebarkan survey online ke kelas-kelas mahasiswa pendidikan kimia di ketiga universitas. Hasilnya didapatkan 56 jawaban. Jawaban-jawaban ini kemudian dilakukan analisis.

d. Analisis Data

Jawaban-jawaban yang dikumpulkan dibaca satu per satu oleh peneliti dan ditentukan miskonsepsi yang terjadi.

1. Hasil & Pembahasan

Adapun hasil dan pembahasan dari penelitian ini sebagai berikut:

a. Kenaikan Titik Didih dan Penurunan Titik Beku

Berdasarkan analisis jawaban survei, terlihat sebanyak 11 orang (84%) partisipan mengalami miskonsepsi dalam menjelaskan penyebab kenaikan titik didih dan penurunan titik beku. Hanya 2 partisipan yang menunjukkan jawaban yang sesuai dengan pemahaman ilmiah. Miskonsepsi yang terjadi pada ke 11 orang dapat dibagi menjadi 4 tema, yaitu:

- 1) Penurunan titik beku dan kenaikan titik didih akibat adanya interaksi antara partikel garam dan air.
- 2) Penurunan titik beku dan kenaikan titik didih akibat garam terdisosiasi dengan sempurna.
- 3) Kenaikan titik didih akibat titik didih garam yang lebih tinggi sementara penurunan titik beku akibat titik beku garam lebih rendah dari air.
- 4) Tidak memberikan penjelasan bagaimana penurunan titik beku dan kenaikan titik didih terjadi.

Miskonsepsi yang paling sering ditemukan adalah penurunan titik beku dan kenaikan titik didih akibat adanya interaksi antara partikel garam dan air. Beberapa jawaban partisipan yang menunjukkan miskonsepsi ini adalah:

Hal tersebut dipengaruhi oleh adanya penambahan zat terlarut berupa NaCl dalam pelarut. Gaya tarik-menarik antar partikel NaCl menyebabkan tekanan uap jenuh larutan berbeda dengan pelarut murni sehingga menyebabkan peningkatan titik didih dan penurunan titik beku larutan.

Spesi Na⁺ dan Cl⁻ ini akan membentuk lapisan di permukaan sehingga akan menghalangi uap air untuk keluar. Dalam keadaan titik beku, gaya antar molekul akan diperkuat karena jarak antar molekulnya akan semakin dekat. Ketika ditambahkan NaCl ke dalam air maka interaksi Na⁺ dan Cl⁻ akan menghambat interaksi antar molekul pada air.

Larutan memiliki titik didih yang lebih tinggi daripada air murni karena penambahan garam pada air menyebabkan molekul air lebih sulit untuk menguap gaya antarmolekul larutan garam lebih kuat daripada air. Begitupun dengan penurunan titik beku yang terjadi karena adanya zat terlarut yang menghambat pembentukan zat cair menjadi zat padat.

Kutipan jawaban di atas menunjukkan bahwa partisipan tidak menyadari bahwa interaksi antar partikel garam dan air merupakan sifat yang dipengaruhi oleh identitas partikelnya (polar atau non-polar). Sementara sifat koligatif adalah sifat fisik dari sebuah larutan, yang hanya dipengaruhi

oleh jumlah relatif partikel zat terlarut dan tidak dipengaruhi identitas dari zat terlarut [9-12]. Hasil ini sesuai dengan penemuan bahwa miskonsepsi jenis ini paling umum terjadi. Miskonsepsi ini diduga oleh peneliti muncul akibat partisipan terlalu mengeneralisasi penggunaan interaksi antarmolekul untuk menjelaskan berbagai konsep kimia [8].

Beberapa partisipan juga menjelaskan kenaikan titik didih diakibatkan karena titik didih garam yang lebih tinggi dari air dan penurunan titik beku diakibatkan karena titik beku garam lebih rendah dari air, seperti yang ditampilkan dalam kutipan berikut:

Apabila ke dalam pelarut murni ditambahkan suatu zat terlarut maka akan terjadi fenomena kenaikan titik didih dan penurunan titik beku. Oleh karena itu titik didih larutan NaCl lebih tinggi sementara titik bekunya lebih rendah daripada pelarutnya, yaitu air murni.

Lagi-lagi terlihat partisipan tidak menggunakan definisi dari sifat koligatif dalam membentuk penjelasan. Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, sifat koligatif adalah sifat larutan dimana sifat ini hanya dipengaruhi oleh jumlah partikel zat terlarutnya dan tidak dipengaruhi oleh identitas partikel zat terlarut. Titik didih sendiri adalah identitas dari suatu zat [13]. Selain itu, partisipan gagal untuk memahami bahwa garam sudah berbentuk padatan dalam suhu ruang, artinya titik beku garam jauh lebih tinggi dari air. Menurut [14] sendiri, titik beku (lebur) garam (NaCl) adalah 802°C sementara air, seperti yang sudah diketahui secara luas, memiliki titik beku 0°C.

Selain itu, beberapa partisipan menjelaskan kenaikan titik didih dan penurunan titik beku diakibatkan karena garam terdisosiasi sempurna. Padahal penambahan zat yang tidak terdisosiasi pun dapat meningkatkan titik didih dan menurunkan titik beku larutan [10 dan 11]. Kemudian, kemampuan disosiasi dari zat terlarut ini betul mempengaruhi besarnya kenaikan titik didih dan penurunan titik beku yang terjadi, tapi bukanlah penyebabnya. Hal ini menunjukkan partisipan masih belum memiliki pemahaman yang lengkap tentang sifat koligatif.

Dari data, juga terlihat ada sebagian partisipan yang dalam menjawab, tidak menjelaskan bagaimana penambahan garam dapat menyebabkan penurunan titik beku dan kenaikan titik didih, seperti yang dapat terlihat di beberapa kutipan berikut:

Ada pengaruh suatu faktor pada larutan NaCl yang bersifat elektrolit dibandingkan dengan air murni.

Penambahan NaCl pada air menurunkan titik beku larutan dan menaikkan titik didih larutan.

Apabila ke dalam pelarut murni ditambahkan suatu zat terlarut maka akan terjadi fenomena kenaikan titik didih dan penurunan titik beku. Oleh karena itu titik didih larutan NaCl lebih tinggi sementara titik bekunya lebih rendah daripada pelarutnya, yaitu air murni.

Belum diketahui apakah pada partisipan-partisipan tersebut terjadi miskonsepsi atau mereka kurang memahami pertanyaan pada instrumen yang diberikan.

b. Penurunan titik beku

Berdasarkan analisis jawaban survei, terlihat sebanyak 6 orang (46,15%) partisipan mengalami miskonsepsi dalam menjelaskan penyebab penurunan titik beku ketika ditambahkan zat terlarut kedalam pelarut murni. Hanya 7 partisipan yang menunjukkan jawaban yang sesuai dengan pemahaman ilmiah. Miskonsepsi yang terjadi pada ke 6 orang dapat dibagi menjadi 2 tema, yaitu:

- 1) Titik beku air yang berisi 20% etanol lebih rendah dari pada air murni karena etanol bersifat volatile.
- 2) Penurunan titik beku etanol lebih rendah di bandingkan dengan titik beku air murni karena ion – ion etanol lebih banyak di bandingkan dengan ion air.

Miskonsepsi yang paling sering ditemukan ketika adanya zat terlarut di dalam pelarut murni adalah adanya asumsi bahwa titik beku etanol lebih rendah karena etanol bersifat volatil dan higroskopis. Beberapa jawaban partisipan yang menunjukkan miskonsepsi ini adalah:

Etanol tentu akan memiliki titik beku yang lebih tinggi dibandingkan air, hal tersebut dikarenakan etanol merupakan zat yang mudah menguap dan bersifat higroskopis sehingga untuk mengubahnya menjadi fasa padat akan lebih cepat sama halnya dengan penguapannya.

Tanggapan di atas dengan jelas menunjukkan bahwa calon guru berpikir bahwa hanya zat terlarut padat yang tidak dapat digerakkan yang menurunkan titik beku dalam kasus zat terlarut yang mudah menguap, titik beku meningkat. Alasan di balik kesalahpahaman ini mungkin karena penekanan yang diberikan pada zat terlarut yang tidak dapat diatasi dalam definisi sifat koligatif dalam buku teks [9] dan contoh-contoh yang digunakan oleh guru. Penekanan yang diberikan pada zat terlarut yang tidak dapat digerakkan dalam definisi sifat koligatif mungkin membuat siswa berpikir bahwa penurunan titik beku hanya terjadi dalam kasus zat terlarut yang tidak dapat digerakkan.

Rata – rata jawaban mahasiswa sudah tepat mengenai titik beku etanol lebih rendah dibandingkan dengan titik beku air murni. Namun, untuk yang diberikan masih mengalami kekeliruan seperti tanggapan yang menunjukkan miskonsepsi:

Titik beku air murni lebih tinggi dibandingkan dengan etanol, karena etanol lebih banyak menjadi ion-ionnya di dalam larutan.

Pernyataan ini tidak sesuai dengan jawaban secara ilmiah bahwa penurunan titik beku hanya dipengaruhi oleh jumlah partikel dan sifat elektrolit.

Titik beku zat pelarut murni selalu lebih tinggi daripada zat pelarut yang telah tercampur dengan zat terlarut dan menjadi larutan. Adanya zat terlarut dalam sebuah larutan itulah yang membuat terjadinya penurunan titik beku, sehingga titik beku pelarut murni akan selalu lebih tinggi daripada titik beku sebuah larutan.

c. Perubahan Titik Didih

Berdasarkan analisis jawaban survei, terlihat bahwa mayoritas partisipan (93%) mengalami miskonsepsi dalam menjelaskan penyebab tidak konstannya titik didih yang terjadi pada larutan

garam saat proses pendidihan. Miskonsepsi yang terjadi dapat dibagi menjadi 3 tema, yaitu:

- 1) Perubahan titik didih terjadi akibat perbedaan antara tekanan uap larutan dengan tekanan atmosfer.
- 2) Perubahan titik didih disebabkan oleh pemanasan yang terjadi secara bertahap.
- 3) Perubahan titik didih diakibatkan oleh peristiwa bereaksinya larutan dengan pengotor yang ada di udara atau di sekitar larutan.

Miskonsepsi yang paling sering ditemukan adalah perubahan titik didih akibat perbedaan antara tekanan uap larutan dengan tekanan atmosfer. Beberapa jawaban partisipan yang menunjukkan miskonsepsi ini adalah:

Pada proses pendidihan larutan garam dengan keadaan terbuka tentunya mengakibatkan tekanan udara luar berpengaruh pada penguapan larutan tersebut, ditambah dengan terdapatnya zat terlarut membuat titik didihnya menjadi lebih tinggi dan tidak konstan karena lingkungan sekitar.

Titik didih tercapai ketika tekanan uap zat tersebut sama dengan tekanan udara. Ketika wadah terbuka tentu terjadi perubahan tekanan udara luar hal itu yang menyebabkan proses pendidihan tidak konstan.

Titik didih adalah suhu ketika tekanan uap sebuah zat cair sama dengan tekanan dari luar yang dialami oleh cairan. Tekanan yang dialami larutan garam encer dalam wadah terbuka adalah tekanan atmosfer. Tekanan atmosfer tidak selalu konstan sehingga titik didih larutan garam encer ketika proses pendidihan pun menjadi tidak konstan.

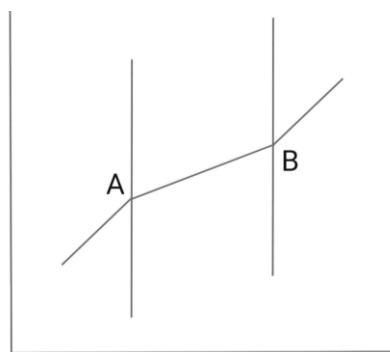
Kutipan jawaban di atas menunjukkan bahwa partisipan hanya berfokus pada definisi dari titik didih yang mana memang berkaitan erat dengan tekanan uap. Akan tetapi, yang perlu ditegaskan di sini ialah perubahan dari titik didih itu sendiri. Adapun kemungkinan yang menyebabkan partisipan mengalami miskonsepsi yaitu mereka melihat dari segi termodinamika. Tekanan uap dari pelarut dapat berkurang dikarenakan adanya pelarutan dari zat yang terlarut. Zat terlarut yang

non-volatile memiliki tekanan uap nol, jadi tekanan uap dari larutan memiliki tekanan uap yang lebih rendah dari pelarut, yang berarti tekanan yang tinggi diperlukan untuk meningkatkan nilai tekanan uap hingga menjadi tekanan sekitar, sehingga titik didihnya meningkat [15].

Penjelasan lain diberikan oleh 14% partisipan yang menjelaskan bahwa perubahan titik didih disebabkan oleh pemanasan yang terjadi secara bertahap. Para calon guru di sini beranggapan bahwa komponen-komponen dalam larutan mendidih pada suhu didihnya secara mandiri dari satu sama lain, dan sebagai akibatnya suhu didih perubahan. Mereka menyatakan bahwa air mendidih terlebih dahulu kemudian garam mengikutinya. Di bawah ini merupakan kutipan tanggapan yang mewakili pandangan tersebut:

Ketika memanaskan larutan maka pemanasan akan terjadi secara bertahap atau perlahan-lahan. Ketika dipanaskan hingga suhu tertentu maka tekanan uap akan sama dengan tekanan udara sehingga terjadi mendidih.

Miskonsepsi serupa juga ditemukan pada penelitian lain [8]. Peneliti tersebut menduga miskonsepsi ini didasarkan pada pengetahuan partisipan yang beranggapan bahwa komponen-komponen dalam larutan akan mendidih pada temperatur didihnya tetapi dengan cara terpisah satu sama lain sehingga mengakibatkan titik didih berubah. Miskonsepsi responden ini juga didukung oleh Gambar.1 yang mana tersapat grafik yang menunjukkan bahwa air mulai mendidih di titik 'a' dan garam mulai mendidih di titik 'b'. Air mendidih terlebih dahulu lalu garam mengikutinya, sehingga suhunya tidak konstan atau mengalami perubahan titik didih.



Gambar 1. Grafik titik didih air dan garam

Beberapa partisipan juga menjelaskan bahwa perubahan titik didih diakibatkan oleh peristiwa bereaksinya larutan dengan pengotor yang ada di udara atau di sekitar larutan, seperti yang ditampilkan dalam kutipan berikut:

Sistem terbuka memungkinkan adanya pengotor yang masuk, yang dapat mengakibatkan bertambahnya zat terlarut non volatile sehingga titik didih larutan tidak konstan.

Karena NaCl bersifat higroskopis yang sangat mudah bereaksi dengan air dan udara sehingga saat wadah terbuka terdapat kemungkinan larutan NaCl akan bereaksi dengan udara sehingga menyebabkan konsentrasinya tidak konstan yang berarti bahwa jumlah ionnya atau partikelnya juga tidak konstan. Maka titik didihnya pun menjadi tidak konstan.

Kutipan jawaban di atas menunjukkan bahwa partisipan tidak menyadari bahwa interaksi antar partikel garam dan pengotor merupakan sifat yang dipengaruhi oleh identitas partikelnya (polar atau non-polar). Sementara sifat koligatif adalah sifat fisik dari sebuah larutan, yang hanya dipengaruhi oleh jumlah relatif partikel zat terlarut dan tidak dipengaruhi identitas dari zat lain [9-12].

d. Perubahan Titik Beku

Kesalahpahaman yang teridentifikasi pada partisipan di pertanyaan terakhir yaitu mengenai penyebab tidak konstannya titik beku yang terjadi pada larutan garam saat proses pembekuan. Terhitung seluruh partisipan (100%) mengalami miskonsepsi yang beragam. Miskonsepsi tersebut tidak jauh berbeda dengan miskonsepsi pada perubahan titik didih. Miskonsepsi yang terjadi dapat dibagi menjadi 3 tema di antaranya:

- 1) Perubahan titik beku terjadi akibat perbedaan antara tekanan uap larutan dengan tekanan atmosfer.
- 2) Perubahan titik beku diakibatkan oleh peristiwa bereaksinya larutan dengan pengotor yang ada di udara atau di sekitar larutan.
- 3) Tidak memberikan penjelasan bagaimana penurunan titik beku terjadi.

Seperti pada perubahan titik didih, miskonsepsi yang paling sering ditemukan (50%) di sini ialah perubahan titik beku diakibatkan oleh perbedaan antara tekanan uap larutan dengan tekanan atmosfer. Berikut ialah beberapa jawaban partisipan yang menunjukkan miskonsepsi ini:

Sama halnya dengan proses pendidihan, proses pembekuan yang dilakukan dengan keadaan terbuka akan membuat tekanan dari udara luar menjadi ikut berkontribusi dalam proses pembekuan tersebut sehingga titik bekunya pun akan berubah.

Tekanan pada atmosfer mempengaruhi pembekuan garam, pada tekanan atmosfer berbeda maka pembekuan juga berbeda.

Kutipan jawaban di atas menunjukkan bahwa partisipan hanya berfokus pada definisi dari titik beku yang mana memang berkaitan erat dengan tekanan uap. Sedangkan yang perlu ditegaskan di sini ialah perubahan dari titik beku itu sendiri. Adapun kemungkinan yang menyebabkan partisipan mengalami miskonsepsi yaitu mereka melihat dari segi termodinamika. Tekanan uap dari pelarut dapat berkurang dikarenakan adanya pelarutan dari zat yang terlarut [15]. Zat terlarut yang non-volatile memiliki tekanan uap nol, jadi tekanan uap dari larutan memiliki tekanan uap yang lebih rendah dari pelarut, yang berarti tekanan yang tinggi diperlukan untuk meningkatkan nilai tekanan uap hingga menjadi tekanan sekitar, sehingga titik bekunya menurun.

Penjelasan lain diberikan oleh 14% partisipan yang menjelaskan bahwa perubahan titik beku diakibatkan oleh peristiwa bereaksinya larutan dengan pengotor yang ada di udara atau di sekitar larutan. Berikut merupakan kutipan tanggapan yang mewakili pandangan tersebut: *Sistem terbuka memungkinkan adanya pengotor yang masuk, yang dapat mengakibatkan bertambahnya zat terlarut non volatile sehingga titik beku larutan tidak konstan.*

Partisipan beranggapan bahwa komponen-komponen dalam larutan akan bereaksi dengan pengotor. Mereka tidak menyadari bahwa interaksi antar partikel garam dan pengotor

merupakan sifat yang dipengaruhi oleh identitas partikelnya (polar atau non-polar). Sementara sifat koligatif adalah sifat fisik dari sebuah larutan, yang hanya dipengaruhi oleh jumlah relatif partikel zat terlarut dan tidak dipengaruhi identitas dari zat lain [9-12].

Dari analisis data yang dilakukan juga terlihat bahwa beberapa partisipan yang tidak menjelaskan bagaimana penurunan titik beku terjadi, seperti pada beberapa kutipan berikut:

Karena ada pengaruh penurunan titik beku.

Saya masih bingung terkait soal pembekuan, jadi saya belum bisa menjawab.

Ditinjau dari jawaban tersebut, diketahui bahwa ada partisipan yang memang belum memahami konsep pembekuan. Selain itu, terdapat partisipan yang kurang jelas dalam menjawab sehingga belum dapat dipastikan apakah ia mengalami miskonsepsi atau kurang memahami pertanyaan pada instrumen yang diberikan.

2. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam materi sifat koligatif, khususnya penurunan titik beku dan kenaikan titik didih, calon guru, dalam hal ini mahasiswa pendidikan kimia, masih banyak terjadi miskonsepsi, yaitu sebagai berikut:

- Mengapa penurunan titik beku dan kenaikan titik didih terjadi
- Bagaimana pengaruh penambahan zat terlarut terhadap kenaikan titik didih dan penurunan titik beku.
- Apa yang menyebabkan titik didih larutan garam tidak konstan saat proses pendidihan.
- Apa yang menyebabkan titik beku larutan garam tidak konstan saat proses pembekuan.

Dalam hal penyebab penurunan titik beku dan kenaikan titik didih, sebagian partisipan gagal menghubungkan konsep yang mereka sudah pahami, yaitu penambahan zat terlarut menurunkan tekanan uap larutan, dengan peristiwa titik beku dan titik didih. Karenanya terlihat masih adanya pemahaman yang tidak sempurna pada materi koligatif ini, sehingga

partisipasi berusaha membentuk penjelasannya sendiri yang lebih mudah mereka pahami. Interaksi antar molekul merupakan materi yang biasanya diajarkan pada kimia dasar 1 dan merupakan salah satu konsep dasar dalam kimia, jadi sebagian besar siswa sudah memiliki pemahaman yang baik. Oleh karenanya, tidak mengherankan sebagian besar siswa menggunakan interaksi antar partikel untuk menjelaskan sifat koligatif.

Selain itu, perlunya penekanan bahwa titik beku zat pelarut murni selalu lebih tinggi daripada zat pelarut yang telah tercampur dengan zat terlarut dan menjadi larutan. Adanya zat terlarut dalam sebuah larutan itulah yang membuat terjadinya penurunan titik beku, sehingga titik beku pelarut murni akan selalu lebih tinggi dari pada titik beku sebuah larutan. Jadi pada kasus tentang titik beku mana yang lebih rendah antara pelarut murni dan pelarut yang ditambahkan 20% etanol tidak dipengaruhi oleh sifat volatil etanol.

Dari analisis yang telah dilakukan juga menunjukkan bahwa calon guru tidak mampu menghasilkan penjelasan pada tingkat molekuler. Mereka gagal menghubungkan konsep keterkaitan antara konsentrasi larutan dengan perubahan titik didih dan titik beku. Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya bahwa sifat koligatif bergantung pada konsentrasi zat terlarut yang artinya, semakin banyak solute yang terlarut dalam pelarut maka semakin besar pula perubahan sifat koligatifnya.

Berdasarkan temuan kami ini, terlihat mahasiswa pendidikan kimia masih banyak yang belum memahami sifat penurunan titik beku dan kenaikan titik didih larutan. Hal ini cukup mengkhawatirkan karena di SMA, ketika mereka mengajar, dapat terjadi penyebaran miskonsepsi yang dimiliki oleh guru. Oleh sebab itu, perlu adanya perubahan cara penyampaian materi sifat koligatif di perguruan tinggi. Kami mengusulkan dalam penyampaian, dijelaskan dahulu asal mula sifat koligatif ini muncul dan dilakukan diskusi tentang yang terjadi pada tingkat molekuler. Hanya menghafal peristiwa yang terjadi serta rumus-rumus yang menyertai tidak cukup untuk pemahaman yang mendalam.

Daftar Pustaka

- [1] Morrison JR, Bol L, Ross SM, Watson GS. Paraphrasing and prediction with self-explanation as generative strategies for learning science principles in a simulation. *Educational Technology Research and Development*. 2015 Dec;63(6):861-82.
- [2] Yeh HY, Tsai YH, Tsai CC, Chang HY. Investigating students' conceptions of technology-assisted science learning: a drawing analysis. *Journal of Science Education and Technology*. 2019 Aug;28(4):329-40.
- [3] Hunt E. Educating the developing mind: The view from cognitive psychology. *Educational Psychology Review*. 2012 Mar;24(1):1-7.
- [4] Tytler R. A comparison of Year 1 and Year 6 students' conceptions of evaporation and condensation: Dimensions of conceptual progression. *International Journal of Science Education*. 2000 May 1;22(5):447-67.
- [5] Canpolat N. Turkish undergraduates' misconceptions of evaporation, evaporation rate, and vapour pressure. *International Journal of Science Education*. 2006 Dec 15;28(15):1757-70.
- [6] Chechulin VL, Mazunin SA. Planarity of mono-and non-variant equilibria as the colligative property of multicomponent saturated water solutions. *Russian Journal of General Chemistry*. 2012 Feb;82(2):199-201.
- [7] Deryabin AN, Trunova TI. Colligative Effects of Solutions of Low-Molecular Sugars and Their Role in Plants under Hypothermia. *Biology Bulletin*. 2021 Dec;48(3):S29-37.
- [8] Pinarbasi T, Sozbilir M, Canpolat N. Prospective chemistry teachers' misconceptions about colligative properties: boiling point elevation and freezing point depression. *Chemistry Education Research and Practice*. 2009;10(4):273-80.

- [9] Atkins P, Atkins PW, de Paula J. *Atkins' physical chemistry*. Oxford university press; 2014.
- [10] Chang R, Goldsby KA. *Chemistry*. New York: McGraw-Hill; 2015.
- [11] Ebbing D, Gammon SD. *General chemistry*. Cengage Learning; 2016.
- [12] Hofmann A. *Physical chemistry essentials*. Springer International Publishing; 2018 May 17.
- [13] Hari BS. *Mengenal Sifat Kimia dan Fisika Zat*. Penerbit Duta; 2019 Sep 13.
- [14] Haynes WM, Lide DR, Bruno TJ. *CRC handbook of chemistry and physics*. CRC press; 2016 Jun 24.
- [15] Tofinas, P., & Rakhmatullah, F. (2013). *Pembuatan Grafik Kenaikan Titik Didih dan Perhitungan Koefisien Perpindahan Panas pada Pendidihan Larutan Na_2SnO_3* . Surabaya: Fakultas Teknologi Industri ITS.