

# PENGUATAN PEMBELAJARAN KIMIA DAN SUMBER BELAJAR BERKEARIFAN LOKAL PADA ERA DISRUPSI

I Wayan Dasna

*Jurusan Kimia, Universitas Negeri Malang (UM), Jl. Semarang 5 Malang-Jawa Timur  
idasna@um.ac.id*

## ABSTRAK

Membelajarkan konsep-konsep kimia yang luas namun masih dangkal melalui pembelajaran langsung akan menjadi hambatan besar para pengajar untuk membelajarkan kimia pada era Industri 4.0. Strategi konvensional yang berjalan selama ini belum dapat mendorong para pebelajar mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, dan ketrampilan mengkomunikasikan gagasan/ide yang sangat penting pada era desruptif. Materi kimia yang dibelajarkan cenderung berputar pada konsep, hukum, dan teori namun tidak sampai pada aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari sehingga dapat menyebabkan pembelajaran kimia tidak menarik. Oleh sebab itu, gagasan pembelajaran bersiklus dimana konstruksi konsep sampai pada aplikasi konsep dengan materi kekinian, berbasis kearifan lokal, yang bersinergi dengan hasil-hasil penelitian menjadi sangat penting. Pada makalah ini dibahas gagasan strategi pembelajaran berbasis pengembangan kemampuan berpikir, bahan ajar berbasis hasil-hasil penelitian berkearifan lokal, penguatan pembelajaran praktikum, dan penggunaan internet dalam pembelajaran kimia

**Kata kunci:** pembelajaran kimia, konstrksi konsep, bahan ajar berbasis hasil-hasil penelitian, era disrupsi

## PENDAHULUAN

Era disrupsi dalam dunia pendidikan telah menjadi diskusi yang hangat dalam beberapa tahun terakhir ini (Christensen dkk. , 2011; Rizal, 2017). Era ini menjadi tantangan bagi para pengembang, pegiat, pengajar atau pendidik pada semua jenjang pendidikan. Pada dunia pendidikan, disrupsi ini menjadi perhatian banyak kalangan ketika munculnya inovasi kuliah dalam jaringan seperti MOOC (*massive open online courses*). Kuliah dengan sistem ini menembus batas ruang/tempat dan waktu. Pebelajar (mahasiswa) dan pembelajar (dosen) tidak lagi perlu datang bertatap muka di depan kelas namun mereka dapat berdiskusi secara intens lewat dunia maya.

Jumlah pebelajar dalam sartu kelas bisa tidak terbatas karena mereka menggunakan fasilitasnya

sendiri. Keadaan tersebut berlawanan dengan pakem-pakem yang berlaku selama ini dimana ada ruang, tempat, dan waktu yang terjadual secara ketat untuk belajar, ada tatap muka yang terjadual, dan ada interaksi face to face antara pebelajar dengan pembelajar.

Selain itu, pebelajar yang saat ini sedang berproses akan berhadapan dengan generasi milenial yang sering disebut generasi Z. Generasi ini dideskripsikan sebagai masyarakat yang selalu terkoneksi dengan dunia maya, menggunakan internet dalam aktivitasnya, mampu melakukan lebih dari satu hal dalam waktu yang bersamaan (Rofi'uddin dkk, 2017). Pembelajaran konvensional sebagaimana yang kita biasa lakukan akan menjadi tidak menarik bagi generasi saat ini apalagi generasi yang akan datang. Penyiapan pengajar untuk generasi Z juga menjadi tantangan bagi perguruan tinggi khususnya LPTK.

Untuk mengantisipasi keadaan tersebut, hampir semua kalangan khususnya perguruan tinggi telah melakukan upaya-upaya agar lulusannya siap bekerja pada era revolusi industri 4.0. Perubahan kurikulum yang mengakomodasi teknologi dan sistem pembelajaran, pengembangan sistem pembelajaran *online*, merubah paradigma mengajar menjadi membelajarkan, merupakan contoh-contoh upaya dunia pendidikan mengantisipasi perubahan yang cepat sebagai dampak perubahan teknologi informasi dan komunikasi. Demikian juga dalam pendidikan sains khususnya kimia, perlu melakukan antisipasi terhadap perubahan-perubahan yang sedang dan akan terjadi. Inovasi-inovasi dalam pembelajaran kimia harus terus dilakukan agar pebelajar dapat memahami ilmu kimia dan menerapkannya dalam kehidupan.

Pada pembelajaran kimia, tantangan utama yang dihadapi adalah memilih konten kimia (fundamental) dan penerapan pedagogi yang tepat. Konsep-konsep kimia deskriptif yang ada pada buku-buku kimia misalnya, dibelajarkan dengan detail dan mendalam, padahal sebagian besar deskripsi (kimia deskriptif) dapat diakses oleh pebelajar melalui internet. Misalnya tentang ikatan ion dan ikatan kovalen yang kita jelaskan dengan berbagai strategi belajar, secara singkat dapat ditemukan deskripsi, contoh, dan bahkan animasinya di internet. Hal ini perlu disadari bahwa sebagian besar konsep-konsep kimia itu disimpan di dunia maya, pebelajar dapat mengakses jika diperlukan sehingga tidak semua harus dijelaskan di kelas. Selain konten, bagaimana membelajarkannya juga tersaji dengan baik dalam situs-situs tertentu.

Bila kita search kelas online kimia, maka akan banyak situs pembelajaran online ditemui seperti coursera, Khan academy, edX, udemy, Cozora, Ruang guru, dan sejenisnya. Pada kelas-kelas online itu, mereka membelajarkan kimia mungkin saja lebih mudah diterima atau dipahami oleh siswa dibandingkan ketika dibelajarkan di kelas. Dengan arti lain, bila implementasi pedagogi yang digunakan masih konvensional maka pebelajar akan lebih tertarik dengan kelas online sehingga kegiatan belajar di kelas menjadi formalitas.

Berdasarkan uraian tersebut tampak bahwa pada era disruptif, pebelajar dapat menggunakan banyak pilihan untuk belajar. Materi dan pedagogi dapat mereka akses dari dunia maya jika penyajian di kelas kurang menarik atau kurang relevan. Semua materi kimia dalam berbagai jenjang pendidikan tersedia (termasuk yang mengandung kesalahan konsep, deskripsi kurang lengkap) pada berbagai situs internet sehingga dapat dibandingkan oleh pebelajar.

Pebelajar harus mempunyai pengetahuan kimia jauh lebih luas dan lebih dalam dibandingkan pebelajar. Oleh sebab itu, pedagogi dan konten kimia sangat penting dikuatkan agar tetap relevan pada pembelajaran era disruptif ini.

Penguatan pembelajaran kimia penting dilakukan agar konten dan pedagogi yang dibelajarkan saat ini tetap relevan. Pembelajaran kimia di dunia barat pada dekade terakhir (Lewis dkk, 2006; Lederman dkk, 2014) ini menggunakan isu-isu sosial ilmiah (*sosioscientific issue*) untuk menjembatani konsep sains (kimia) dan masalah yang terjadi di masyarakat. Strategi ini dapat meningkatkan literasi sains dan motivasi pebelajar belajar kimia, namun bila pembelajaran tidak dilakukan dengan baik maka pebelajar akan lemah memahami konsep-konsep dasar kimia (pemahaman pragmatis). Kandungan dan keterkaitan konsep-konsep kimia yang kurang pada isu-isu sosial dapat menyulitkan pebelajar mengarahkan siswa memahami kimia. Apakah pembelajaran kimia kita diarahkan ke sana? Indonesia sangat kaya dengan kearifan lokal sehingga menggunakan *local genius* yang ada sebagai sumber belajar atau pengemasan kasus akan lebih menarik daripada mencontoh apa yang telah dikembangkan orang lain.

Beberapa gagasan yang dibahas pada makalah ini adalah: (1) Pengembangan strategi pembelajaran kimia yang dapat mendorong pebelajar berpikir bukan mengingat, (2) penggunaan hasil-hasil penelitian terkini sebagai sumber belajar dalam bentuk perangkat utuh pembelajaran (*educational kit*), (3) pembelajaran praktikum kimia berbasis inkuiri, dan (4) Penggunaan internet dalam pembelajaran kimia yang efektif.

## PEMBAHASAN

### **Pembelajaran Kimia yang mengkonstruksi konsep**

Problematika pembelajaran kimia saat ini antara lain capaian kompetensi siswa masih belum dapat menggambarkan kemampuannya menggunakan konsep untuk memecahkan masalah dan retensi pemahaman yang juga pendek. Pada beberapa kasus pada pebelajar tahun pertama yang menempuh matakuliah kimia dasar, nilai kimia pada raport atau ijazahnya mempunyai korelasi yang rendah dengan nilai kimia dasarnya. Ada pebelajar yang nilai kimianya tinggi tetapi tidak lulus kuliah kimia dasar padahal materi kuliah ini masih dekat dengan yang mereka pelajari di sekolah. Dasna (2018) mendeskripsikan sebagian pebelajar 'lupa' menjelaskan perbedaan unsur dan senyawa, membaca

reaksi kimia dengan benar, atau menjelaskan konsep-konsep yang terkait dengan fakta kimia.

Keadaan tersebut dapat terjadi karena pada pembelajaran belum terjadi proses konstruksi konsep. Konsep-konsep yang dipelajari adalah konsep-konsep yang telah matang yang cukup dihafal. Misalnya mereka belajar definisi unsur dan senyawa, kemudian mencari contoh-contoh unsur dan senyawa. Memberi nama senyawa tersebut menurut aturan penamaan. Proses belajar sampai pada tahap tersebut baru memperoleh pengetahuan pada tingkat mengingat dan memahami, Ketika kemudian diberikan kasus “apakah ozon merupakan unsur?” Sebagian mahasiswa akan kesulitan menjawabnya. Mereka tidak dapat mengaitkan definisi ‘unsur’ dan ‘senyawa’ pada kasus tersebut dengan kata lain mereka belum dapat menerapkan pengetahuannya pada masalah nyata. Keadaan tersebut menunjukkan bahwa proses belajar yang terjadi baru sampai pada tahap *lower order thinking* (LOTS) dan belum sampai melatih pebelajar untuk mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi.

Kenyamanan belajar pada tingkat LOTS sering ditunjang dengan sistem evaluasi pembelajaran dan penugasan yang juga mengukur kemampuan mendeskripsikan fakta dan mengingat apa yang telah dipelajari. Pada tahap ini, pebelajar cukup melakukan ‘googling’ mencari jawaban di internet sehingga penyelesaian yang diberikan adalah memindahkan informasi yang ada di internet ke kertas jawaban. Dengan kata lain, belum terjadi proses berpikir dalam penyelesaian tugas atau evaluasi. Fakta ini dapat ditelusuri pada matakuliah-matakuliah yang berprasarat dimana mahasiswa tidak dapat mengaitkan dengan baik materi yang dipelajari saat itu dengan materi yang telah dipelajari sebelumnya. Misalnya mengapa  $\text{CF}_3\text{COOH}$  bersifat kurang asam dibandingkan dengan  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , sebagian mahasiswa kesulitan menjelaskan terjadi perbedaan tarikan elektron akibat gugus yang terikat sehingga senyawa  $\text{CF}_3\text{COOH}$  lebih sukar melepaskan ion  $\text{H}^+$  dalam air. Proses belajar yang baru sampai pada tingkat pemahaman juga berakibat pada lemahnya pebelajar melakukan argumentasi untuk menjelaskan suatu fakta kimia.

Rusmayanti (2018) mengukur kemampuan siswa SMA di suatu sekolah membuat argumen. Siswa diberikan beberapa kasus, salah satu yang sederhana adalah ‘buah-buahan dapat lebih cepat masak jika dibawahnya diisi dengan karbit’, Siswa diminta menjelaskan apa hubungan antara karbit dengan buah lebih cepat masak. Jawaban siswa dikategorikan menjadi 4 level argumentasi mulai dari yang paling

seederhana (claim) sampai pada penggunaan data, mengaitkan konsep dan teori yang relevan. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa siswa yang mampu memberikan ‘claim’ saja (penjelasan yang sederhana) masih sekitar 2 – 6%. Sedangkan siswa yang mampu membuat argumen level 4 sebanyak 26% untuk kelas konvensional dan 38% untuk kelas yang dibelajarkan dengan inkuiri-SET.

Dari penelitian tersebut dapat diketahui bahwa bagaimana proses pebelajar pebelajar di kelas mempengaruhi tingkat pemahamannya terhadap materi yang dipelajari. Pembelajaran yang menyajikan fakta dan mendeskripsikan konsep mendorong pebelajar untuk menghafal dan kurang dapat mengembangkan argumentasi pada level yang lebih tinggi. Pemanfaatan internet lebih pada mencari informasi untuk dipindahkan sebagai jawaban dan belum mendorong pebelajar untuk membandingkan atau menganalisis informasi-informasi tersebut guna memperoleh deskripsi yang lengkap dan komprehensif. Keadaan ini sangat ditentukan oleh bagaimana pebelajar memfasilitasi pebelajar agar dapat belajar.

Secara umum pembelajaran kimia mencakup pembelajaran ‘fakta’, ‘konsep’ dan ‘simbol’ sebagaimana yang dikemukakan Johnston (Herron, 1996: 127-135). Penyajian fakta-fakta kimia (makroskofis) dilanjutkan dengan menganalisis bagaimana kaitan antar konsep atau prinsip untuk menjelaskan fakta tersebut. Dari prinsip-prinsip yang ada dilanjutkan dengan menjelaskannya secara reaksi kimia (simbol) sehingga pebelajar memperoleh pemahaman yang utuh terhadap suatu fakta. Kelemahan pembelajaran kimia saat ini dapat terjadi karena ketiga unsur dari Johnston tersebut belum disajikan secara utuh.

Pada dua tahun terakhir ini, Universitas Negeri Malang mengembangkan pendekatan pembelajaran berbasis kehidupan (PBK) untuk menerapkan kurikulum pada semua program studi. Secara sederhana pembelajaran dimulai dengan eksplorasi fakta untuk memperoleh (konstruksi) konsep, dilanjutkan dengan penguatan atau penghalusan konsep, dan kemudian perluasan konsep pada tataran aplikasi konsep dalam kehidupan yang lebih luas. Dengan tahapan tersebut, pebelajar diharapkan mempelajari sesuatu secara utuh mulai dari konsep sampai dengan penerapannya. Melalui proses pembelajaran yang demikian, pebelajar diharapkan dapat mengembangkan kapasitasnya dalam menghadapi tantangan perkembangan ipteks pada era disrupsi.

PBK dapat diterapkan dengan model-model pembelajaran yang berbasis pada konstruksi konsep seperti pembelajaran berbasis masalah (PBL), PjBL,

inkuiri, siklus belajar, dan sebagainya. Model-model tersebut pada umumnya tidak dimulai dengan deskripsi konsep tetapi dimulai dengan ‘masalah’ nyata yang ada dalam kehidupan sehari-hari. Untuk memecahkan masalah tersebut, pebelajar mempelajari konsep melalui konstruksi pemahaman. Contoh sederhana konstruksi konsep misalnya untuk membedakan unsur dan senyawa bukan dimulai dari definisi unsur dan senyawa tetapi dari contoh dan bukan contoh. Sejumlah bahan dikelompokkan dalam kelompok ‘contoh’ dan yang lain ‘bukan contoh’. Pebelajar kemudian menganalisis mengapa suatu materi termasuk contoh dan yang lain bukan contoh. Setelah variabel ditemukan barulah dikenalkan konsepnya “bila materi pada contoh disebut unsur, apakah definisi unsur itu?” Pada pembelajaran dengan konstruksi konsep, pebelajar didorong untuk berpikir bukan untuk menghafal.

Pembelajaran dengan konstruksi konsep secara umum mengarahkan pebelajar untuk berpikir sehingga memahami konsep yang dipelajari (bukan menghafal). Pemahaman konsep yang baik dapat mereka gunakan untuk mengembangkan penalaran dalam membuat argumentasi atau memecahkan masalah. Dengan demikian, pebelajar dapat mengantisipasi kecepatan perkembangan pengetahuan kimia yang melaju sangat pesat pada era disrupsi ini. Pebelajar dapat menggunakan pengetahuan bila berhadapan dengan masalah. Misalnya mereka telah belajar ‘tekanan osmosis’ saat ini berkembang teknologi ‘reverse osmosis’ untuk penjernihan air. Dengan pemahaman yang baik pada konsep sebelumnya maka pebelajar akan dapat menggunakan pengetahuannya untuk menjelaskan suatu fakta atau fenomena.

Pembelajaran kimia pada era disrupsi dimana sumber belajar telah tersedia di dunia maya harus ditransformasikan dari belajar fakta pada belajar mengkonstruksi konsep untuk mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi atau berpikir kritis. Keluasan sumber belajar yang tersedia agar digunakan sebagai bahan analisis untuk membandingkan dan melengkapi sumber belajar yang satu dengan yang lainnya. Pengembangan pembelajaran kimia melalui konstruksi konsep dapat dimulai dengan menyediakan *worksheet* yang menuntun pebelajar untuk melakukan kajian, perbandingan konsep, atau analisis, sampai pada aplikasi konsepnya. Proses pembelajaran dapat dimulai dengan penyajian kasus yang kontekstual, kemudian pertanyaan-pertanyaan untuk mengkonstruksi konsep (Dasna, 2018). Pada penerapan model ini, pebelajar lebih banyak bekerja, berdiskusi, dan melakukan presentasi untuk memperoleh pemahaman yang utuh terhadap materi yang dipelajari. Pada pembelajaran

yang mengkonstruksi konsep diperlukan sumber belajar yang terkini sehingga memotivasi belajar.

### **Hasil-hasil riset berkearifan lokal sebagai sumber belajar**

Sejauh pengamatan pemateri, penelitian-penelitian bidang kimia belum diteruskan pada pembelajaran kimia sebagai sumber belajar. Penelitian pada bidang nanomaterial, sel surya, atau bahkan struktur senyawa kompleks yang dilakukan para peneliti kimia di laboratorium belum sampai ke kelas. Bila penelitian tersebut dilakukan di suatu lembaga penelitian mungkin masih wajar namun bila dilakukan di kampus dimana peneliti tersebut juga sebagai pengampu matakuliah maka telah terjadi ketidaksinambungan antara perkembangan ilmu dengan pembelajaran. Pebelajar akan tetap mempelajari teori-teori yang ada pada textbook sedangkan peneliti sudah jauh di depan. Oleh sebab itu, wawasan pebelajar belum maju untuk mengejar perkembangan ilmu yang terjadi.

Keadaan tersebut dapat menghambat perkembangan pengetahuan di masyarakat. Misalnya pada contoh nanomaterial dimana telah tersebar produk-produk industri yang berlabel ‘nano’ seperti ‘nanospray, penjernih air berteknologi nano, dan sebagainya’ namun masyarakat belum mengetahui apa itu teknologi nano. Kesenjangan tersebut dapat terjadi karena peneliti dan pengajar masih punya fokus yang berbeda, dimana hasil-hasil penelitian belum banyak dimanfaatkan sebagai sumber belajar. Akibatnya, materi pembelajaran menjadi kurang update sedangkan hasil riset juga tidak tersosialisasi.

Sebagai contoh matakuliah kimia koordinasi, materi kuliah ini secara umum dimulai dengan apa itu senyawa koordinasi, ikatan yang terbentuk, jenis-jenis ligan, tatanama, teori medan kristal, teori orbital molekul pada senyawa kompleks, sampai pada jenis-jenis senyawa kompleks. Mahasiswa merasa kuliah ini sangat padat dan sulit sehingga cukup banyak yang tidak lulus. Pemakalah kemudian menggunakan hasil penelitian senyawa kompleks yang dipublikasikan pada jurnal internasional. Pada jurnal tersebut disajikan senyawa kompleks dengan data ikatan antar atomnya, data sifat magnetik, dan data UV-visible. Mahasiswa diminta menelaah artikel tersebut mulai dengan mencermati gambar struktur dan mengkaitkan dengan data ikatan antar atom dan sudut ikatan. Mahasiswa dituntun dengan pertanyaan-pertanyaan ‘apa bentuk geometrinya’, ‘atom-atom yang berikatan, perbandingan panjang ikatan, sudut ikatan, dan seterusnya. Mahasiswa dapat menemukan bentuk

molekulnya, distorsi struktur, dan bahkan adanya perbedaan panjang ikatan antara atom-atom yang terikat pada posisi aksial dan equatorial (efek Jahn Teller). Demikian juga dari data sifat magnet, mahasiswa menentukan jumlah elektron tidak berpasangan, kemudian menjelaskannya dengan teori medan kristal dan medan ligan. Deskripsi singkat tersebut menunjukkan bahwa hasil-hasil penelitian tersebut sangat lengkap digunakan sebagai sumber belajar. Berbeda dengan yang ada di textbook, contoh senyawa kompleksnya masih yang lama seperti kompleks Cu(II) dengan H<sub>2</sub>O atau NH<sub>3</sub>.

Hasil-hasil penelitian yang relevan dengan kearifan lokal di suatu daerah menjadi sangat penting digunakan sebagai sumber belajar. Misalnya, penelitian dalam bidang biodisel menggunakan bahan dasar minyak sawit sangat berkembang pesat pada dekade terakhir ini. Pada kurikulum sekolah, materi ini bukan merupakan materi utama atau masih jarang digunakan sebagai topik bahasan ketika mempelajari reaksi hidrolisis, esterifikasi, atau pada materi biokimia. Akibatnya, ketika di masyarakat beredar bahan bakar biodisel maka masyarakat hanya menggunakan saja tanpa memperoleh pemahaman yang baik. Oleh sebab itu, hasil-hasil penelitian sebagai sumber belajar seyogyanya menjadi keniscayaan bukan hanya untuk publikasi.

Untuk mencapai tujuan tersebut diperlukan kerjasama yang sinergis antara peneliti dan pengajar. Peneliti dan pengajar seyogyanya mengembangkan kit pendidikan (*educational kit*) untuk membedakan dengan kit percobaan asam-basa dan sejenisnya. Kit pendidikan mencakup materi kajian, worksheet siswa, percobaan yang mengacu pada penelitian sederhana (inkuiri), media, model, dan sampai pada alat evaluasi serta referensi yang relevan. Misalnya kit Biodisel mencakup buku kajian tentang biodisel: teori, reaksi, data lain, buku kerja siswa untuk mengkonstruksi konsep biodisel dan membedakan dengan bahan bakar fosil, percobaan tentang biodisel, jenis-jenis (contoh) biodisel, video pabrik biodisel, dan hasil-hasil penelitian tentang biodisel. Kit pendidikan tersebut akan memberikan pengetahuan dan pemahaman yang utuh bagi pembelajar untuk mempelajari tema biodisel. Kit pendidikan juga dapat disertai dengan *teacher guide* yang berisi analisis pedagogi dan analisis teknologi untuk tema tersebut.

Perangkat pembelajaran yang utuh tersebut dapat membantu pembelajar memahami hasil-hasil penelitian dengan lebih sederhana (berbeda dengan telaah artikel oleh peneliti/ilmuwan). Melalui kit tersebut konsep-konsep dasar yang dipelajari juga dipelajari, hubungan antar konsep untuk menjelaskan fakta kimia sesuai

dengan tema kit yang ada. Oleh sebab itu, *educational kit* merupakan jembatan antara peneliti dengan pembelajar serta pembelajar untuk memahami fenomena dan mengkonstruksi konsep.

Pengembangan *educational kit* untuk dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut. (1) peneliti dan pembelajar dapat memilih tema atau topik yang relevan dengan hasil-hasil penelitian yang mempunyai unsur kearifan lokal kuat. (2) Pembelajar melakukan analisis pedagogi bagaimana strategi atau model yang tepat untuk membelajarkan tema tersebut. Pada tahap ini dipetakan konsep-konsep yang akan dipelajari, karakteristik konsep, strategi penyajian, analisis media yang diperlukan, analisis teknologi yang terlibat. (3) Pembelajar mengembangkan materi ajar (buku siswa, buku guru, alat evaluasi) berdasarkan rancangan penelitian pengembangan yang relevan. Perangkat dapat dikembangkan dalam bentuk digital sehingga dapat mengakomodasi media audio-visual, animasi, dan sebagainya. (4) Peneliti dan pembelajar mengembangkan model atau media yang menggambarkan proses, prospek, dan penggunaan hasil penelitian tersebut di masyarakat. (5) Dilakukan uji coba, uji efektivitas dan perbaikan hasil pengembangan.

### **Penguatan pembelajaran praktikum kimia**

Pembelajaran praktikum yang telah dilakukan di sekolah-sekolah saat ini masih padat dengan kegiatan verifikasi konsep atau teori yang telah dipelajari. Siswa diberikan atau dibelajarkan tentang asam-basa, misalnya, kemudian mereka membuktikan bahwa perubahan warna kertas lakmus dalam larutan asam atau basa. Data percobaan yang diperoleh digunakan untuk memperkuat pemahaman pada pelajaran teori. Pada kasus lain, kegiatan praktikum diberikan dulu kemudian dibahas pada pembelajaran di kelas. Data percobaan telah digunakan sebagai fakta untuk mengkonstruksi konsep-konsep yang akan dipelajari. Namun demikian, ketrampilan menggunakan metode ilmiah melalui kegiatan praktikum masih perlu ditingkatkan.

Masalah utama pembelajaran praktikum, terlepas dari ketersediaan sarana dan prasarana, adalah pembelajar belum difasilitasi melakukan pemecahan masalah. Praktikum yang dilakukan pada sebagian besar sekolah adalah melaksanakan prosedur kerja yang telah ditulis seperti resep. Pembelajar belum diberi kesempatan memecahkan masalah sesuai urutan metode ilmiah. Jika praktikum dimulai dari suatu masalah, misalnya ada sungai yang mengalir di dekat sekolah, jika praktikum dimulai dengan pertanyaan "Bagaimanakah kualitas air sungai ini, apakah layak

sebagai air minum?” maka tahapan riset sederhana akan dilakukan. Pada kegiatan seperti ini, disamping ketrampilan laboratorium, pebelajar juga didorong menggunakan kemampuan berpikir kritis, kreativitas memecahkan masalah, dan tentu saja kerja kelompok yang kolaboratif.

Pembelajaran praktikum kimia pada era disrupsi dimana sebagian besar data telah tersedia maka praktikum dengan resep akan kurang bermakna. Bila ditelusuri melalui internet, jenis-jenis ion yang mengendap, asam-basa, kesetimbangan kimia, dan sebagainya akan didapatkan datanya di internet. Bila data tersebut telah diketahui oleh siswa maka pada praktikum konvensional kegiatan yang dilakukan hanya untuk verifikasi. Sebaliknya bila pembelajaran praktikum tersebut diarahkan pada kegiatan penelitian sederhana untuk mengayakan atau merapkan konsep-konsep yang dipelajari maka ketrampilan ilmiah, ketrampilan berpikir, dan ketrampilan memecahkan masalah pebelajar akan dapat ditingkatkan.

Pembelajaran praktikum kimia seyogyanya dapat terus ditingkatkan untuk melatih ketrampilan. Kegiatan belajar ini satu-satunya yang tidak dapat digantikan dengan pembelajaran dalam jaringan (daring) atau online. Praktikum bertujuan untuk melatih ketrampilan pebelajar untuk melakukan percobaan kimia sehingga satu-satu cara adalah dengan melakukan bukan dengan cara menonton video atau animasinya kecuali suatu percobaan yang berbahaya atau mahal.

Pada beberapa hasil penelitian telah dibandingkan hasil belajar kimia dengan praktikum riil dan virtual praktikum. Pada beberapa kasus tidak dapat dibedakan hasil belajar kedua kelompok sehingga disarankan bila kegiatan praktikum riil tidak dapat dilakukan maka dapat dilakukan praktikum virtual (Ray, 2007:203). Hasil penelitian tersebut mengacu pada hasil belajar yang diukur dengan test bukan hasil belajar praktikum yang diukur dengan praktikum. Penelitian Sadam (2018) menguatkan bahwa siswa yang dibelajarkan dengan praktikum berbasis inkuiri mempunyai hasil belajar pemecahan masalah yang lebih tinggi dibandingkan dengan praktikum verifikasi. Pembelajaran praktikum berbasis inkuiri sangat diperlukan untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Strategi pengembangan pembelajaran praktikum berbasis inkuiri dapat dilakukan dengan memodifikasi praktikum verifikasi. Pertama, Praktikum dimulai dengan penyajian masalah yang mungkin tidak terstruktur sehingga pebelajar punya alternatif memilih masalah yang akan dipecahkan. Kedua, Disediakan alat-alat dan bahan yang diperlukan sehingga pebelajar

menyesuaikan alat dan bahan yang tersedia dengan masalah yang akan dipecahkan. Ketiga, tiap-tiap masalah yang akan dipecahkan harus mengandung variabel-variabel atau hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat. Keempat, diperlukan kontrol yang ketat terhadap keselamatan kerja, relevansi dengan perkembangan peserta didik, atau tahapan pemecahan masalah. Kelima, pebelajar dapat melakukan praktikum secara berkelompok baik sebagai proyek atau non-proyek. Masing-masing kelompok harus mempresentasikan hasil pemecahan masalahnya menggunakan media yang relevan.

### **Penggunaan internet dalam pembelajaran kimia**

Pembelajaran dalam jaringan (online learning) saat ini telah berkembang dan diterapkan pada beberapa perguruan tinggi. Pembelajaran daring diijinkan sampai 30% dari keseluruhan tatap muka pada perkuliahan di UM. Penting diperhatikan bahwa pembelajaran daring harus dilakukan dengan perencanaan yang rinci jauh sebelum perkuliahan dimulai. Artinya, pebelajar tidak boleh tiba-tiba menginformasikan kepada mahasiswa bahwa saat ini pembelajaran daring karena pebelajar tidak bisa hadir ke kampus. Pembelajaran daring harus sudah terencana kapan tatap muka (offline) dan kapan online.

Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan hasil belajar antara pembelajaran daring dengan tatap muka. Pada beberapa hasil penelitian yang lain bahkan menunjukkan bahwa pembelajaran online dapat memberikan hasil belajar yang lebih baik dibandingkan yang tatap muka. Hasil-hasil penelitian tersebut dapat diterima dalam pembelajaran kimia, namun ada beberapa topik dalam pembelajaran kimia yang jika dilaksanakan dengan daring harus dilakukan penguatan-penguatan.

Ada dua faktor utama yang menjadi perhatian penulis tentang pembelajaran daring untuk pelajaran kimia. Pertama, penyediaan sumber belajar atau perangkat pembelajaran dan kedua, orientasi tujuan pebelajar. Sebagaimana dipaparkan pada bagian (1) tulisan ini, pembelajaran kimia pada era disrupsi harus dapat memberikan tantangan kepada pebelajar, bukan menyajikan informasi seperti yang telah ada di internet pada umumnya. Oleh sebab itu, rancangan bahan ajar yang akan di upload pada pembelajaran online merupakan bahan ajar yang dapat membangun konsep. Menggunakan pendekatan deduktif ataupun induktif agar terjadi proses berpikir pada pembelajaran tersebut. Bila rancangan bahan ajar yang disajikan kurang menarik maka pebelajar yang sedang online akan tergodanya dengan sajian dunia maya seperti whatsApp,

FB, dan sejenisnya. Pembelajaran online harus didesain dengan rancangan yang kuat agar menarik, menantang, dan efektif untuk membelajarkan.

Materi-materi kimia mencakup materi-materi yang dasar atau prinsip yang akan melandasi membangun konsep sebelumnya dan materi-materi yang deskriptif serta aplikasi. Penguatan konsep dasar harus dilakukan agar tidak terjadi salah konsep. Konsep-konsep dasar harus dapat dikonstruksi oleh pembelajar dengan baik sehingga dipahami dengan baik dan retensinya lama. Bila konsep-konsep dasar tersebut tercakup dalam rancangan pembelajaran online maka perlu ada penguatan yang intens saat online. Sebaliknya, bila dibelajarkan dengan sistem blended maka konsep dasar sebaiknya didiskusikan pada tahapan offline (tatap muka). Pemilihan materi dan penyediaan perangkat pembelajaran yang dapat mendorong pembelajar berpikir ketika online harus dapat dilakukan agar diperoleh pembelajaran online yang bermakna.

Keberhasilan pembelajaran online juga ditentukan oleh orientasi tujuan pembelajar. Orientasi tujuan mencakup tujuan penampilan dan tujuan belajar. Pembelajar dengan tujuan penampilan hanya mementingkan memperoleh nilai agar lulus tidak memperhatikan proses belajar. Pembelajar tipe ini dapat menggunakan segala cara untuk memperoleh hasil belajar yang baik. Bila tipe pembelajar ini mengikuti pembelajaran online maka bisa saja mereka log-in tetapi sambil melakukan kegiatan yang lain. Sebaliknya pembelajar yang mempunyai orientasi belajar maka mereka akan memenuhi rasa ingin tahunya untuk belajar. Pembelajar tipe ini mementingkan proses belajar dibandingkan hasil belajar semata. Mereka memiliki motivasi belajar untuk memahami dengan baik bukan sekedar memperoleh nilai.

Perbedaan orientasi tujuan tersebut oleh Ray (2007) dinyatakan sebagai pedagogical problem dalam pembelajaran berbasis internet. Adanya fleksibilitas pada pembelajaran online untuk mengumpulkan tugas, berpartisipasi dalam diskusi, atau mereka bisa ikut tetapi tidak menyampaikan komentarnya dapat berakibat pada tidak tercapainya kompetensi belajar kimia yang ditetapkan. Waktu yang fleksibel sering digunakan oleh pembelajar untuk mengerjakan hal lain yang lebih menarik baru kemudian belajar.

Penggunaan internet dalam pembelajaran kimia sebaiknya diarahkan pada pengayaan sumber belajar yang terkini sehingga pembelajar dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritisnya. Penggunaan internet dapat mengkombinasikan berbagai media sehingga pembelajar dapat memahami materi dengan lebih cepat.

Namun demikian, pembelajaran praktikum seyogyanya tidak digantikan dengan praktikum virtual karena ketrampilan ilmiah dalam kimia tidak dapat diperoleh dari melihat animasi atau video namun harus tetap dilakukan.

## SIMPULAN

Disrupsi dalam pembelajaran kimia ditandai dengan adanya banyak pilihan sumber belajar, strategi, sistem pembelajaran, pergantian teknologi pembelajaran yang pesat, dan integrasi teknologi informasi yang semakin kuat sehingga pembelajar konvensional akan tertinggal dan pembelajar mempunyai pilihan belajar yang terbuka. Untuk mengantisipasi keadaan tersebut diperlukan transformasi pedagogi dari pembelajaran penyampaian pengetahuan ke arah pembelajaran mengembangkan kemampuan berpikir, dari bahan ajar konvensional ke arah bahan ajar dalam kemasan *educational kit* yang dapat menyajikan konsep dan aplikasi konsepnya. Pembelajaran praktikum sebaiknya diarahkan pada praktikum berbasis inkuiri bukan dengan prosedur resep tetapi pemecahan masalah. Sedangkan integrasi internet dalam pembelajaran kimia bukan untuk menggantikan pembelajar tetapi memperkaya sumber belajar agar pembelajar dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kerativitas, dan motivasi belajarnya. Oleh sebab itu, perlu adanya perubahan *mindset* bagi pembelajar dan pembelajar khususnya calon pendidik yang disiapkan untuk menjadi pembelajar masa yang akan datang. Diperlukan penguatan strategi pembelajaran ke arah membelajarkan pembelajar, penggunaan teknologi informasi dan komunikasi dalam pembelajaran, dan penggunaan hasil-hasil penelitian terutama yang terkait dengan kearifan lokal sebagai sumber belajar, dan pengembangan pembelajaran praktikum konvensional menjadi berbasis riset (sederhana).

## DAFTAR PUSTAKA

- Cetin P.S. (2014). Explicit Argumentation Instruction to Facilitate Conceptual Understanding and Argumentation Skill. *Research in Science and Technological Education*, 32 (1): 1-20.
- Christensen, C. M., Horn, M. B., Johnson, C. W. (2011). *Disrupting Class How Disruptive Innovation Will Change the Way the World Learns*. New York: McGraw Hill.
- Dasna, I W. (2018). Transpormasi pembelajaran kimia pada era disrupsi. *Makalah*. Seminar nasional Kimia dan Pendidikan Kimia X. Surakarta: Prodi Pendidikan Kimia FKIP UNS tanggal 28 April 2018.

- Herron, J. D. (1996). *The Chemistry Classroom: Formulas for successful teaching*. Washington: American Chemical Society.
- Lederman, N.G., Antink, A., Bartos, S. (2014). Nature of science, scientific inquiry, and socio-scientific issues arising from genetic: A pathway to developing a scientifically literate citizenry. *Science & Education* 23(2), 285-302.
- Lewis, J & Leach, J. (2006). Discussion of socio-scientific issues: The role of science knowledge. *International Journal of Science Education*. 28(11), 1267-1287.
- Ray, B. (2007). *Modern Methods of teaching Chemistry*. New Delhi: APH Publishing Corporation.
- Rizal, M., N. (2017). *Menghadapi era disrupsi*. Republika, Jumat 24 November 2017.
- Rofi'uddin, AH., Saryono, D., Kamdi, W., dan Mukminatn, N. (2017). *Seri Kajian Inovasi Belajar I Universitas Negeri Malang, Menginovasi Pendidikan Tinggi: Kurikulum Transdisipliner dan Belajar berbasis Kehidupan*. Malang: Indonesian Consortium for Learning Innovation Research (ICLIR).
- Rusmayanti, M. I. (2018). *Pengaruh Strategi Pembelajaran Inkuiri Terbimbing dengan Pendekatan SETS (Science, Environment, Technology, And Society) terhadap Keterampilan Proses Sains dan Scientific Argument pada Materi Laju Reaksi*. Tesis, Program Studi Pendidikan Kimia, Pascasarjana Universitas Negeri Malang. Pembimbing: (I) Drs. I Wayan Dasna, M.Si., M.Ed., Ph.D. (II) Dr. Hj. Hayuni Retno Widarti., M.Si.