

KEEFEKTIFAN PEMBELAJARAN KONSEP KIMIA LARUTAN DENGAN MENERAPKAN MODEL PENGGAMBARAN MIKROSKOPIS DI MAN KABUPATEN PIDIE

Azhar

Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh

E_mail: azhar_amsal@yahoo.co.id

Abstract

The microscopic concept in chemistry learning can not be obtained directly from the experience or sensory observations. To understand this microscopic concept requires complex intellectual engagement. One way to facilitate learners in understanding the concept of microscopic is by using the appropriate modeling or learning media. In the study of chemical solution, so that learners easy to understand the concept of the microscopic can use a model picture called the microscopic model of depiction. This study aims to examine the effectiveness of learning chemical concept of solution by applying the model of microscopic depiction as well as to know the student's response to microscopic modeling in MAN Kabupaten Pidie Aceh Province. The research design used in this research is quasi experimental design. The results showed that by applying microscopic modeling model can streamline the learning process of chemical solution in MAN Kabupaten Pidie. Furthermore, MAN students in Kabupaten Pidie have a positive response to the application of microscopic modeling of learning chemistry of solution because students feel easier in understanding the chemical concept of solution.

Keywords: *Microscopic model of depiction, Learning outcomes, Chemical concepts of solutions.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang masalah

Konsep dalam pembelajaran ilmu kimia terdiri dari konsep konkret serta konsep yang bersifat abstrak, dan sebagian besar konsep dalam ilmu kimia merupakan konsep yang bersifat abstrak. Pada pendekatan analogi, suatu konsep abstrak dianalogikan dengan objek atau peristiwa dalam dunia nyata, seperti konsep disosiasi asam lemah dalam air dapat dianalogikan dengan suasana dalam sebuah pesta dansa, sebagian tamu berdansa berpasangan (suami-istri) dan sebagian tamu lainnya memilih duduk-duduk saja masing-masing. Hubungan antara PH dan POH dapat dianalogikan dengan dua orang yang masing-masing duduk dikedua ujung sebuah papan dengan titik tumpu di bagian tengah. Jadi dengan menggunakan pendekatan analogi tersebut, maka individu akan lebih mudah dalam memahami konsep kimia yang bersifat abstrak.

Pada pendekatan pembelajaran konsep kimia melalui representasi mikroskopis memberikan kontribusi besar untuk mempermudah pemahaman konsep bagi peserta didik. Deskripsi tentang zat dalam berbagai fasa yaitu padat, cair dan gas, konsep reaksi kimia,

konsep zat basa, kerapatan, struktur zat, stoikiometri dan konsep kimia larutan akan lebih mudah untuk dipahami jika dipresentasikan melalui pendekatan mikroskopis.

Konsep pada pembelajaran kimia larutan merupakan suatu abstraksi atau gagasan tentang suatu materi atau perubahan suatu materi dimaksud. Untuk memahami konsep kimia larutan perlu diperhatikan bagaimana peserta didik dapat membentuk suatu konsep dalam struktur kognitifnya. Berdasarkan latar belakang inilah maka perlu didesain suatu model pembelajaran yang tepat sehingga memungkinkan dapat membantu peserta didik dalam proses pembelajaran kimia larutan.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas maka permasalahan dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Apakah dengan menerapkan model penggambaran mikroskopis akan mengefektifkan proses pembelajaran kimia larutan di MAN Kabupaten Pidie?
2. Bagaimanakah respon siswa MAN di Kabupaten Pidie terhadap penerapan model penggambaran mikroskopis pada pembelajaran kimia larutan?

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini yaitu:

1. Untuk menguji keefektifkan pembelajaran konsep kimia larutan dengan menerapkan model penggambaran mikroskopis di MAN Kabupaten Pidie.
2. Untuk mengetahui respon siswa MAN di Kabupaten Pidie terhadap penerapan model penggambaran mikroskopis pada pembelajaran kimia larutan.

KAJIAN KEPUSTAKAAN

Model Penggambaran Mikroskopis pada Konsep Kimia

Ilmu kimia merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan alam yang mempelajari tentang materi dan perubahannya. Perubahan materi meliputi sifat dan energi yang menyertai perubahan tersebut. Materi ilmu kimia dapat memiliki konsep makro maupun mikro. Untuk dapat mempelajari materi atau konsep kimia dengan ukuran mikro, maka dihadapkan pada kendala keterbatasan pancaindra. Sebagai contoh untuk menggambarkan gerak elektron dalam mengelilingi inti atom adalah suatu hal yang tidak mudah, meskipun teori ini sudah lama dikembangkan oleh para ahli kimia. Selanjutnya contoh lain yaitu konsep tentang molekul dan ion yang merupakan materi dasar kimia yang tidak dapat dijangkau oleh indera (mikroskopis). Hal ini menuntut siswa untuk dapat membayangkan keberadaan konsep

tersebut tanpa mengalaminya secara langsung. Pada hal konsep tersebut merupakan pembahasan yang penting dalam kimia. Namun demikian sebenarnya dapat dibentuk suatu gambaran untuk mewakili sebuah atom, misalnya sebuah atom oksigen dapat digambarkan sebagai bulatan (O), demikian pula dapat dibayangkan gambaran sebuah molekul air.

Konsep tersebut di atas hanya dapat dipahami dengan baik oleh peserta didik yang telah mencapai tingkat perkembangan intelektual berpikir formal. Untuk membantu peserta didik memahami konsep tersebut para ahli kimia telah mengembangkan model yang disesuaikan dengan teori konsep yang bersangkutan, seperti konsep atom dikenal dengan atom Dalton, Thomson, Rutherford-Bohr. Model-model atom tersebut merupakan gambaran fisik dari atom yang sebenarnya dan gambaran logika dari sifat-sifat yang dimiliki oleh atom. Molekul model atom penggambaran mikroskopis dapat membantu peserta didik memperoleh gambaran tentang atom secara lebih jelas.

Kirkwood dan Symington¹ mengungkapkan bahwa capaian besar dari ahli kimia karena mereka mampu menemukan dan menjelaskan objek-objek yang sifatnya abstrak dan berukuran mikro, meskipun belum pernah ada dari mereka yang sudah dapat melihat bagaimana wujud sebenarnya dari objek yang mereka jelaskan. Konsep tentang atom hingga saat ini belum pernah ada orang yang mampu melihat wujud dari atom yang sebenarnya. Pernyataan ini menyiratkan adanya keterbatasan ilmu kimia dalam menjelaskan fenomena konsep yang tampaknya telah begitu dikenal dan dikuasai dengan baik.

Pemodelan dalam ilmu kimia merupakan model besar dari sebuah benda yang berukuran sangat kecil atau suatu objek pada tingkat mikroskopis². Penggunaan model dalam memahami suatu konsep kimia pada dasarnya merupakan upaya untuk mengkonkretkan suatu konsep yang abstrak, seperti konsep asam basa, konsep tentang model atom Bohr, konsep kesetimbangan kimia dan sebagainya. Konsep tentang asam, misalnya HCl sebagai asam kuat dapat dipandang dari sisi makroskopis dan sisi mikroskopis. Secara makroskopis HCl dapat dianggap sebagai konsep konkrit dan digambarkan sebagai larutan kontinu. Upaya untuk mengkonkritkan konsep ini ditempuh dengan mengamati perubahan warna yang terjadi setelah larutan HCl diberikan indikator universal atau kemampuan HCl yang dapat merubah warna kertas lakmus biru.

Pada pendekatan pembelajaran konsep melalui representasi mikroskopis memberikan kontribusi besar untuk mempermudah pemahaman konsep bagi peserta didik. Ditinjau dari sisi mikroskopis larutan asam dihubungkan dengan kemampuannya untuk melepaskan ion H^+

¹ Kirkwood dan Symington. Lecture Perception of Student Difficulties in First Year Chemistry Course. *Journal of Chemical Education*. 73 no.4 (2011): 339-343.

² Kent L. Gustafson dan Robert Maribe Branch. *Survey of Instructional Development Models*. New York: Eric, 2006.

dalam air. Konsep ini bersifat formal untuk membayangkan diperlukannya kemampuan berpikir pada tingkat mikroskopis, hal ini berarti bahwa penjelasan secara verbal saja tidak memberikan definisi yang cukup, tetapi diperlukan suatu model pendekatan yang dapat menggambarkan keadaan mikroskopis larutan asam tersebut.

Model yang dimaksud dalam pendekatan ini adalah suatu model yang dirancang untuk memudahkan siswa memahami konsep-konsep yang bersifat mikroskopis, baik dengan menggunakan gambaran suatu model atau menggunakan teknik animasi komputer. Model tersebut dirancang untuk menggambarkan keadaan suatu konsep kimia yang bersifat mikroskopis. Sebagai contoh konsep asam, dalam menggambarkan keberadaan larutan asam dilihat dari interaksi antara kation dan anion, kemungkinan ionisasi yang terjadi dan juga perbandingan ukuran anion dan kation yang berada dalam larutan. Model semacam ini disebut sebagai model penggambaran mikroskopis. Keadaan inilah yang menyebabkan banyak penelitian berkesimpulan bahwa siswa-siswa yang terbiasa menggunakan pemodelan, terutama model mikroskopis untuk memahami suatu konsep kimia pada umumnya memiliki logika dan perkembangan intelektual yang lebih tinggi³. Kemampuan siswa dalam menggambarkan atau menggunakan model mikroskopis seperti konsep partikel zat juga penting untuk menjelaskan fenomena atau reaksi-reaksi kimia, perubahan kondisi dalam bentuk dan hukum-hukum gas. Bahkan kemampuan tersebut sangat penting untuk memahami konsep kimia secara keseluruhan.

Para ahli pendidikan berpendapat bahwa hal terpenting yang dibawa peserta didik ke ruang kelas sebelum memulai pembelajaran adalah konsep-konsep yang telah mereka miliki dan kuasai sebelumnya. Hal ini berarti pemahaman yang benar tentang suatu konsep merupakan hal yang sangat penting, karena pemahaman yang salah memungkinkan terjadinya kesalahan pada konsep-konsep lain yang berhubungan. Hal ini memerlukan keahlian para pendidik untuk dapat memilih metode pembelajaran yang tepat agar dapat memperkecil kemungkinan terjadinya kesalahan konsep pada individu peserta didik.

Konsep Kimia Larutan Melalui Model Penggambaran Mikroskopis

Pendekatan yang digunakan dalam menggambarkan konsep-konsep kimia adalah pendekatan makroskopis dan pendekatan mikroskopis. Pada pendekatan makroskopis konsep-konsep dibangun dari aspek-aspek kasat mata, yakni variabel-variabel yang dapat diukur seperti pH larutan, konsentrasi, suhu, dan tekanan. Sedangkan pada mikroskopis konsep-konsep dibangun dari aspek molekuler, seperti atom, ion, atau molekul yang merupakan objek-objek yang abstrak. Oleh karena itu untuk memahami konsep dan prinsip melalui

³ Aquino, Gaudencio V. *Fundamental of Effective Teaching*. Manila: National Book Store INC, 2012.

pendekatan ini dibutuhkan kemampuan berpikir abstrak. Dalam pelaksanaan pembelajaran kedua pendekatan ini saling melengkapi satu sama lain. Untuk memudahkan pemahaman terhadap suatu konsep pendekatan makroskopis dapat diterapkan terlebih dahulu, kemudian diikuti dengan pendekatan mikroskopis⁴.

Konsep kimia larutan telah mulai dipelajari oleh siswa sejak kelas II SLTA. Pembelajaran tentang larutan asam basa biasanya dimulai dari pembahasan tentang sifat-sifat asam dan basa, seperti kemampuannya dalam mengubah warna kertas lakmus. Berdasarkan sifat-sifat kimia larutan tersebut kemudian dikemukakan beberapa teori larutan asam basa, yang biasanya adalah teori Arrhenius dan teori Bronsted-Lowry. Kedua teori ini dapat memberikan jawaban mengapa suatu zat dapat memberikan sifat asam atau sifat basa.

Teori Arrhenius menjelaskan asam sebagai zat yang dapat memperbesar konsentrasi ion H^+ dalam air. Ion-ion H^+ itulah yang berfungsi sebagai pembawa sifat asam. Dengan demikian semakin banyak jumlah ion H^+ dalam air, maka semakin kuat sifat asamnya. Menurut Arrhenius basa adalah zat-zat yang dapat memperbesar konsentrasi ion OH dalam air. Oleh karena itu seperti halnya asam, semakin banyak jumlah ion OH dalam air, sifat basa semakin kuat⁵. Penjelasan-penjelasan semacam ini merupakan definisi verbal yang biasa dipergunakan dalam menjelaskan konsep larutan asam basa.

Keadaan seperti tersebut di atas yang menyebabkan mengapa banyak peneliti berkesimpulan bahwa siswa-siswa yang terbiasa menggunakan model, terutama model mikroskopis untuk memahami suatu konsep dalam kimia pada umumnya memiliki logika dan perkembangan intelektual yang lebih tinggi⁶. Penetapan pendekatan mikroskopis pada pembelajaran kimia larutan diwujudkan dengan bantuan model atau gambaran model, baik berupa model gambaran dua dimensi, teknik animasi komputer, dan analog. Penerapan pendekatan mikroskopis melalui bantuan model atau gambaran model ini dapat dilakukan baik dalam proses pembelajaran maupun sebagai suatu teknik evaluasi pemahaman konsep. Gambaran konsep mikroskopis larutan asam basa dan hasil reaksi asam basa dapat diberikan berdasarkan teori asam basa yang sesuai menurut teori Arrhenius atau teori Bronsted-Lowry.

METODE PENELITIAN

Sesuai dengan tujuan penelitian ini yaitu untuk menguji keefektifan pembelajaran konsep kimia larutan dengan menerapkan model penggambaran mikroskopis di MAN Kabupaten Pidie Propinsi Aceh, maka rancangan penelitian yang digunakan yaitu *quasi*

⁴ Baumgartner, Ted A., et al. *Measurement for Evaluation*. Eighth Edition. New York: McGraw-Hill, 2011.

⁵ Huddle, PA dan Pillay. An In-Depth Study of Misconceptions in Stoichiometry and Chemical Equilibrium at a South Africa University. *Journal of Research in Science Teaching*. 33 no.1 (2011): 65-77.

⁶ Heinich, Robert, dkk. *Instructional Media and The Technologies of Instruction*. New York: John Wiley & Sons, 2012.

experimental. Rancangan penelitian *quasi experimental* dengan desain *control-group pretest-posttest*, yang menurut Creswell⁷ bahwa desain ini termasuk desain eksperimen dengan kontrol maksimal dibandingkan dengan rancangan *Pre-experimental*. Sesuai dengan hipotesis yang akan diuji maka dalam penelitian ini ditetapkan dua kelompok penelitian yaitu kelompok eksperimen dan kelompok reguler.

Kelompok penelitian eksperimen dan kelompok reguler mendapat perlakuan pembelajaran yang sama dari segi tujuan dan isi materi pembelajaran. Perbedaannya terletak pada diberikan atau tidak diberikan pembelajaran dengan model penggambaran mikroskopis dalam proses pembelajarannya. Pada kelompok eksperimen dilaksanakan pembelajaran dengan penerapan model penggambaran mikroskopis dalam proses pembelajarannya sedangkan pada kelompok reguler dilaksanakan pembelajaran tanpa menerapkan model penggambaran mikroskopis sebagaimana proses pelaksanaan pembelajaran selama ini pada konsep kimia larutan di MAN Kabupaten Pidie.

Pengumpulan data dilakukan dengan instrumen tes hasil belajar kimia larutan dan angket respon siswa MAN di Kabupaten Pidie terhadap penerapan model penggambaran mikroskopis pada pembelajaran kimia larutan, dengan langkah-langkah sebagai berikut: setelah dilaksanakan penentuan subjek penelitian, kemudian menetapkan kelompok-kelompok penelitian (kelompok reguler dan kelompok eksperimen). Selanjutnya pada masing-masing kelompok penelitian dilakukan tes awal secara serentak. Tes ini dimaksudkan untuk melihat kemampuan awal dari masing-masing kelompok penelitian. Setelah selesai kegiatan perlakuan pembelajaran, maka dilaksanakan tes hasil pembelajaran dan uji respon siswa MAN di Kabupaten Pidie terhadap penerapan model penggambaran mikroskopis pada pembelajaran kimia larutan.

Data yang diperoleh dari penelitian ini dianalisis dengan menggunakan teknik statistik analisis kovarian (*analysis of covariance*) dengan skor tes awal dijadikan sebagai kovariatnya, sehingga dengan analisis kovarian peneliti dapat mengendalikan variabel bebas yang diduga dapat berpengaruh pada hasil penelitian yang diperoleh.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian berdasarkan analisis kovarian diperoleh F hitung sebesar 9,301 dan dari daftar distribusi F dengan $df = 1,78$ pada taraf signifikan 0,05 diperoleh nilai $F_{(0,05)(1,78)} = 3,964$, sedangkan pada taraf signifikan 0,01 diperoleh nilai $F_{(0,01)(1,78)} = 6,970$. Jadi nilai F hitung $> F_{tabel}$, dengan demikian menunjukkan bahwa dengan menerapkan model penggambaran mikroskopis akan mengefektifkan proses pembelajaran kimia larutan di MAN

⁷ Creswell, John W. *Educational Research, Planning, Conducting and Evaluating, Quantitative and Qualitative Research*. Third Edition. New Jersey: Pearson, 2008.

Kabupaten Pidie. Hal ini juga didukung dari respon siswa MAN di Kabupaten Pidie terhadap penerapan model penggambaran mikroskopis pada pembelajaran kimia larutan yang memiliki respon positif karena menurut siswa akan lebih mudah dalam memahami konsep pada pembelajaran kimia larutan. Penerapan konsep mikroskopis pada pembelajaran kimia larutan dapat hanya dilakukan melalui pengamatan terhadap gejala fisik yang ditimbulkannya, sebagai contoh pada konsep larutan asam dan basa, menurut Arrhenius asam didefinisikan sebagai spesies yang dalam air dapat melepaskan ion H^+ , namun sampai saat ini belum ada yang pernah melihat bagaimana ion H^+ itu sebenarnya.

Batasan suatu asam atau basa hanya dapat diketahui berdasarkan fisik yang ditimbulkannya seperti pH atau perubahan warna dari suatu indikator yang digunakan pada larutan tersebut. Demikian juga halnya apabila dua larutan yang dicampurkan, maka akan terjadi suatu reaksi kimia yang spesifik. Misalnya pada reaksi yang ditandai dengan terbentuknya endapan, sehingga yang dapat diamati dan diukur dari reaksi ini hanyalah gejala fisiknya saja, sedang bagaimana sebenarnya proses yang berlangsung dalam larutan pada saat terjadinya pembentukan endapan secara mikroskopis tidak dapat diamati.

Keadaan seperti ini dapat dipermudah dengan bantuan pemodelan atau gambaran model yang dapat digunakan untuk menerangkan peristiwa atau proses di alam yang tidak dapat diamati secara langsung. Model penggambaran mikroskopis yang dikembangkan pada umumnya tidak mencakup semua sifat dan ciri benda asli yang diwakilinya, melainkan hanya mempunyai sifat dan ciri yang kiranya relevan bagi pembuat atau pemakai model⁸. Model-model gambaran mikroskopis dalam ilmu kimia tidak dapat disamakan dengan model-model miniatur bangunan, misalnya dalam arti versi kecil dari suatu benda berukuran besar.

Pada kebanyakan pengenalan konsep-konsep dalam kimia larutan, penjelasan lebih ditekankan pada definisi-definisi atau verifikasi untuk membuktikan definisi konsep tersebut. Untuk konsep larutan asam basa, demonstrasi biasa dilakukan dengan meneteskan sedikit larutan asam atau basa pada kertas lakmus atau menggunakan indikator universal pada larutan tersebut. Perubahan warna yang terjadi pada kertas lakmus atau indikator menunjukkan sifat dari asam atau basa larutan tersebut. Masalahnya sekarang apakah cukup hanya dengan meneteskan sedikit larutan asam atau basa pada kertas lakmus atau dengan mengukur pH larutannya siswa akan memperoleh pemahaman yang benar dan menyeluruh tentang konsep tersebut?. Bagaimana dengan keadaan mikroskopis dari asam atau basa tersebut? Apa upaya yang dapat dilakukan untuk mempermudah siswa dalam memahami keadaan mikroskopis larutan asam atau basa? Untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan ini, maka harus dilihat

⁸ Sund, RB & Carin, AA. *Teaching Science Through Discovery*. Columbus: Charles E. Merrill, 2010.

kembali beberapa pendekatan yang mungkin dapat digunakan untuk menjelaskan konsep-konsep kimia larutan.

Pada pembelajaran konsep larutan asam basa, pendekatan makroskopis dapat diterapkan dengan cara mengkonkretkan konsep asam melalui penggunaan lakmus dengan cara pengukuran pH larutan. Pada keadaan ini dijelaskan bahwa asam merupakan suatu senyawa yang memiliki pH lebih kecil dari 7 sedangkan basa memiliki pH lebih besar dari 7. Untuk membuktikan hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan pH meter lakmus universal. Dalam metode ini pancaindra turut menentukan keefektifan proses pemahaman, karena dengan keterlibatan pancaindra menyebabkan pengertian konsep akan menjadi lebih mudah dipahami, karena hanya memerlukan keterampilan klasifikasi⁹.

Namun untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif, strategi tersebut di atas masih harus ditunjang dengan pendekatan mikroskopis, terutama untuk menjelaskan konsep-konsep formal tentang larutan asam basa, seperti konsep asam adalah zat yang menghasilkan ion H^+ dalam air (teori Arrhenius) atau sebagai donor proton (teori Bronted-Lowry). Dalam hal ini siswa perlu dilatih untuk mengembangkan kemampuan berpikir formalnya. Dengan mengembangkan kemampuan intelektual ditambah dengan imajinasi, siswa dilatih untuk mengathau asam atau basa dalam keadaan mikroskopis sebagai molekul yang saling berinteraksi, bergerak kian kemari dalam larutan, mempunyai ukuran yang proporsional satu sama lain, dan selanjutnya menuangkan imajinasinya kedalam suatu model visual yang disebut dengan model penggambaran mikroskopis.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data penelitian maka disimpulkan bahwa dengan menerapkan model penggambaran mikroskopis dapat mengefektifkan proses pembelajaran kimia larutan di MAN Kabupaten Pidie. Selanjutnya siswa MAN di Kabupaten Pidie memiliki respon yang positif terhadap penerapan model penggambaran mikroskopis pada pembelajaran kimia larutan karena siswa merasa dengan menerapkan model ini maka akan lebih mudah dalam memahami konsep kimia larutan.

Saran-Saran

Atas dasar temuan penelitian maka disarankan pada pembelajaran konsep kimia larutan dapat diterapkan model penggambaran mikroskopis yang dirujuk pada mikroskopis asam dan basa, disamping itu dapat juga dikembangkan konsep kelarutan dengan menggunakan model penggambaran mikroskopis yang sesuai dengan konsep tersebut.

⁹ Driscoll, M.P. *Psychology of Learning for Instruction*. 2nd ed. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon, 2010.

Selanjutnya menyarankan kepada peneliti lain agar menguji keefektifan dengan menerapkan model penggambaran mikroskopis pada pembelajaran materi lain yang memiliki karakteristik yang sama dengan materi pembelajaran konsep kimia larutan.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Aquino, Gaudencio V. *Fundamental of Effective Teaching*. Manila: National Book Store INC, 2012.
- Arsyad, Azhar (2010). *Media Pembelajaran*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Baumgartner, Ted A., et al. *Measurement for Evaluation*. Eighth Edition. New York: McGraw-Hill, 2011.
- Creswell, John W. *Educational Research, Planning, Conducting and Evaluating, Quantitative and Qualitative Research*. Third Edition. New Jersey: Pearson, 2008.
- Driscoll, M.P. *Psychology of Learning for Instruction*. 2nd ed. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon, 2010.
- Fatimah., et al. *Hakikat Pembelajaran MIPA dan Kiat Pembelajaran Kimia*, Jakarta: PAU-PPAI, 2011.
- Huddle, PA dan Pillay. An In-Depth Study of Misconceptions in Stoichiometry and Chemical Equilibrium at a South Africa University. *Journal of Research in Science Teaching*. 33 no.1 (2011): 65-77.
- Heinich, Robert, dkk. *Instructional Media and The Technologies of Instruction*. New York: John Wiley & Sons, 2012.
- Hosnan, M. *Pendekatan Saintifik dan Kontekstual dalam Pembelajaran Abad 21*. Bogor: Ghalia Indonesia, 2014).
- Kent L. Gustafson dan Robert Maribe Branch. *Survey of Instructional Development Models*. New York: Eric, 2006.
- Killen, Roy. *Effective Teaching Strategies, Lesson from research and Practice*, Second Edition, Australia, Social Science Press, 2010.
- Kirkwood dan Symington. Lecture Perception of Student Difficulties in First Year Chemistry Course. *Journal of Chemical Education*. 73 no.4 (2011): 339-343.
- Lavie & Lentz. *Teaching and Media*. Englewood Cliffs: Prentice hall, Inc., 2012.
- Miarso, Yusufhadi, dkk. *Teknologi Komunikasi Pendidikan*. Jakarta: Rajawali, 2011.
- Mukhtar dan Martinis Yamin. *Metode Pembelajaran yang Berhasil*. Jakarta: Nimas Multima, 2005.
- Nasution, S. *Berbagai Pendekatan dalam Proses Belajar dan Mengajar*. Jakarta: Bumi Aksara, 2008.
- Sanjaya, Wina. *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta: Prenada Media, 2012.
- Setyosari, Punaji dan Sikhabuden. *Media Pembelajaran*. Malang: Elang Mas, 2011.
- Smaldino, Sharon E., Deborah L. Lowther dan Jammes D. Russel. *Instructional Technology and Media for Learning*. Alih bahasa: Arif Rahman. Jakarta: Kencana Prenada Media Group, 2011.
- Soedijarto. "Belajar Menuju Terwujudnya Masyarakat Indonesia Ber-IPTEK di Era Globalisasi dan Peranan Teknologi Pendidikan". *Prosiding Seminar Nasional*:

- Belajar dengan Teknologi Menuju Masyarakat Berpengetahuan*. Jakarta: IPTPI, 28-29 Agustus 2008.
- Sund, RB & Carin, AA. *Teaching Science Through Discovery*. Columbus: Charles E. Merrill, 2010.
- Suyanto, M. *Multimedia Alat untuk Meningkatkan Keunggulan Bersaing*. Yogyakarta: Andi, 2013.
- Sudjana & Rivai. *Media Pembelajaran (Pembuatannya dan Penggunaannya)*. Bandung: Rusdakarya, 2011.
- Tim DBE-2. *Pemanfaatan Lingkungan sebagai Media dan Sumber Belajar*. Edisi Revisi. Jakarta: USAID-Indonesia, 2010.
- Ward, Hellen. *Pembelajaran Sains Berdasarkan Cara Kerja Otak*. Jakarta: PT Indeks, 2010.