



KELAYAKAN INSTRUMEN DIAGNOSTIK PADA MATERI ASAM-BASA DAN KESETIMBANGAN KELARUTAN

Ardiansah¹, Mohammad Masykuri², Sentot Budi Rahardjo²

¹Universitas Sebelas Maret, Surakarta, 57126

¹Universitas Sebelas Maret, Surakarta, 57126

¹Universitas Sebelas Maret, Surakarta, 57126

Email Korespondensi: ardiansah@student.uns.ac.id

Abstrak

Instrumen tes diagnostik *three-tier multiple-choice* dikembangkan untuk mengetahui validitas instrumen dalam memetakan konsepsi siswa pada materi asam-basa dan kesetimbangan kelarutan. Dengan acuan kurikulum kimia Sekolah Menengah Atas, dikembangkan tes diagnostik yang bisa diterapkan di Indonesia. Model pengembangan 4D menjadi dasar pengembangan tes ini. Sebanyak enam pakar yang memenuhi syarat dijadikan sebagai validator. Sebelum itu, data dianalisis dengan menggunakan deskriptif persentase kelayakan yang ditinjau dari aspek materi, bahasa, dan konstruksi pada lembar validasi. Saat validasi, terdapat beberapa saran yang mendasari perbaikan instrumen dari validator. Hasil validasi menunjukkan hasil yang “sangat layak”. Hal ini membuktikan bahwa instrumen yang dikembangkan bisa digunakan untuk memetakan konsepsi siswa dan digunakan sebagai alat diagnostik guru.

Kata kunci: Instrumen diagnostik, asam-basa, kesetimbangan kelarutan, pemahaman konsepsi siswa, validasi instrumen

Pendahuluan

Instrumen tes diagnostik merupakan jenis instrumen yang berfungsi untuk mendeteksi kesalahan siswa untuk selanjutnya dijadikan bahan perbaikan dalam pembelajaran pada materi tersebut. Instrumen diagnostik menggunakan berbagai jenis tes maupun non-tes. Instrumen non-tes misalnya adalah wawancara, unjuk kerja. Instrumen tes dapat bervariasi tergantung kebutuhan dari peneliti. Sebagai contoh, peneliti menggunakan tes asosiasi kata (Şendur, Özbayrak, & Uyulgan, 2011), peta konsep (Ross & Munby, 1991), tes jawaban terbuka, dan tes jawaban tertutup.

Tes dengan jawaban tertutup terdiri dari beberapa variasi. Menurut Gurel, Eryılmaz, & Mcdermott (2015), tes dengan jawaban tertutup terdiri dari pilihan ganda tradisional. Tes pilihan ganda tradisional pada umumnya berupa tes benar-salah atau tes dengan beberapa opsi. Namun, tes ini memberikan kesempatan menebak yang besar kepada siswa hingga menyebabkan data yang didapatkan menjadi tidak terlalu akurat. Untuk tujuan ini, Treagust (1987) mengembangkan tes bertingkat yang dapat mendiagnosis konsepsi siswa dengan baik. Tes ini terdiri dari dua, tiga, dan empat tingkat yang masing-masing memiliki kekurangan dan kelebihan yang spesifik.

Tes diagnostik yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah tes diagnostik tiga tingkat. Secara khusus, tes ini bertujuan untuk memetakan pemahaman konsepsi siswa yang terdiri dari tahu konsep, kesalahan positif, kesalahan negatif, kurang pengetahuan, keberuntungan menebak, dan tidak tahu konsep (I. S. Caleon & Subramaniam, 2010; I. Caleon & Subramaniam, 2010). Miskonsepsi atau

konsep alternatif merupakan suatu konsepsi siswa yang tidak sesuai dengan konsepsi yang telah disetujui secara ilmiah. Miskonsepsi yang terjadi pada siswa pada bisa disebabkan oleh guru, buku (Sanger & Greenbowe, 1999), dan konsepsi yang telah dimilikinya sebelum belajar.

Kurikulum SMA mengenai asam-basa dan kesetimbangan kelarutan terdapat pada keputusan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan. Pada mata pelajaran kimia, materi asam basa dan kesetimbangan kelarutan terletak pada akhir semester kedua kelas XI mata pelajaran kimia utama. Materi asam basa terdiri dari teori asam basa, keasaman larutan, kekuatan asam basa, indikator asam basa, dan reaksi asam basa. Hidrolisis garam terdiri dari konsep hidrolisis garam dan sifat keasaman larutan garam. Larutan penyangga terdiri dari konsep larutan penyangga, sifat keasaman larutan penyangga, dan sistem penyangga dalam tubuh manusia. Materi titrasi terdiri dari konsep titrasi, titik ekuivalen, titik akhir titrasi, dan buffer pada titrasi. Kesetimbangan kelarutan terdiri dari konsep kelarutan, hasil kali kelarutan, faktor yang mempengaruhi kelarutan dan pemisahan endapan.

Identifikasi miskonsepsi asam basa di Indonesia telah dilakukan sebelumnya (Muchtar & Harizal, 2012). Meskipun demikian, cakupan algoritmik yang lebih banyak dari pada konseptual. Untuk hal ini, penulis mengembangkan tes diagnostik miskonsepsi yang terfokus pada materi konseptual. Lebih jauh terdapat pula penelitian mengenai asam-basa dengan bentuk *three-tier multiple-choice diagnostic test* (Cetin-Dindar & Geban, 2011) yang berbeda dengan penulis yang akan kembangkan.

Beberapa organisasi (*American Educational Research Association, American Psychological Association, & National Council on Measurement in Education*) yang mengatur mengenai standar kualitas tes yang baik. Indikator tes yang baik adalah validitas dan reliabilitas yang memenuhi standar. Adapun sumber dari hasil validitas tersebut dapat berasal dari konten tes, proses respons dari peserta tes, struktur internal dari tes, keterkaitan dengan variabel lain, dan hasil dari tes (Park & Liu, 2016). Validitas yang baik membuktikan bahwa teknik evaluasi atau tes itu dapat mengukur apa yang sebenarnya akan diukur. Validitas suatu instrumen dapat dilakukan dengan menggunakan metode pengembangan. Metode pengembangan yang sering digunakan dalam penelitian pendidikan misalnya adalah model Borg & Gall, ADDIE (*Analysis, Design, Develop, Implement, Evaluate*), 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*), dan lain-lain.

Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan termasuk pada jenis penelitian pengembangan. Model pengembangan instrumen diagnostik ini menggunakan tahapan 4D dari Thiagarajan (1974). Tahapan 4D ini adalah mendefinisikan, mendesain, mengembangkan, dan diseminasi. Penelitian ini dilaksanakan pada Maret-Mei 2017. Hasil dari penelitian ini adalah menghasilkan instrumen diagnostik siswa pada materi asam-basa dan kesetimbangan kimia. Data dikumpulkan dengan metode validasi dengan enam orang pakar yang telah ahli dalam bidangnya dan memenuhi kualifikasi yang ditentukan. Validasi yang dilakukan ditinjau dari tiga aspek utama yaitu, aspek materi, bahasa, dan konstruksi. Alat pengumpul data menggunakan lembar validasi yang telah dibuat penulis. Setiap soal dinilai semua aspek dengan angka penilaian skala empat. Data yang didapatkan kemudian dihitung dan dianalisis menggunakan teknik deskriptif persentase. Perangkat penilaian yang dikembangkan dinyatakan layak apabila mendapatkan persentase yang baik.

Terdapat tiga puluh soal hasil pengembangan instrumen ini dengan pembagian sepuluh soal pada materi asam basa, lima soal masing-masing pada materi titrasi, larutan penyangga, hidrolisis garam, dan kesetimbangan kelarutan. Setiap soal terdiri dari tiga tingkatan dimana tingkat pertama merupakan jawaban atas pernyataan pada soal yang terdiri dari pilihan benar-salah, tingkatan kedua dengan empat pilihan jawaban yang merupakan alasan siswa dari pemilihan jawaban pada tingkat pertama, sedangkan tingkat ketiga merupakan tingkat keyakinan siswa dalam menjawab pertanyaan dari kedua tingkatan jawaban tersebut.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Tahapan dari penelitian ini dilakukan dengan empat tahapan sebagaimana tahapan yang penulis adaptasi yaitu mendefinisikan, mendesain, mengembangkan, dan diseminasi. Tahap pertama, mendefinisikan, dilakukan untuk dengan lima bagian kecil yaitu analisis ujung depan, analisis siswa, analisis tugas, analisis konsep, dan analisis tujuan pembelajaran. Analisis ujung depan dan analisis siswa dilakukan dengan menganalisis kebutuhan siswa mengenai terhadap instrumen diagnostik yang penulis akan kembangkan. Hasil dari analisis kebutuhan menunjukkan bahwa sebanyak 97% siswa menyatakan bahwa instrumen ini diperlukan dalam memetakan pemahaman konsepsi siswa.

Analisis konsep dilakukan dengan mengidentifikasi konsep pokok. Hasil dari tahap ini terdapat pada bagian pendahuluan dimana terdapat beberapa materi pokok dan konsep penting yang akan dimunculkan dalam penelitian ini. Analisis ini mempermudah penulis mengembangkan dan memberikan gambaran mengenai produk yang akan dibuat. Analisis konsep ini juga disesuaikan dengan materi yang guru ajarkan di sekolah. Biasanya, materi ini berkaitan dengan kompetensi dasar dan standar kompetensi dan kompetensi inti. Materi ini terdapat pada peraturan menteri pendidikan. Tahap perumusan tujuan pembelajaran tidak dilaksanakan dalam penelitian ini. Meskipun demikian analisis mengenai perilaku siswa yang terdapat dari penentuan kemungkinan konsepsi dilakukan. Penentuan konsepsi ini didapatkan dari telaah literatur terkait.

Tahap kedua adalah tahap mendesain. Pada tahap ini terdiri dari tiga tahapan yaitu menyusun standar tes, pemilihan format dan rancangan awal produk. Penyusunan tes dilakukan dengan membuat pedoman pemberian skor yang terdiri dari lima poin ketika siswa memberikan semua pilihan jawaban yang benar. Kunci jawaban diformulasikan untuk tidak berada pada jawaban yang sama pada soal berurutan. Setelah didapatkan hasil dari dua tahapan tersebut, penulis membuat soal dengan rancangan yang siap untuk diuji coba pada tahapan selanjutnya.

Tahap ketiga yang dilaksanakan adalah mengembangkan tes diagnostik untuk menghasilkan produk yang baik dan layak digunakan. Terdapat dua tahapan yang dilakukan pada tahap ini yaitu validasi dan uji coba pengembangan. Uji coba pengembangan belum dilakukan pada saat ini. Validasi dilakukan dengan menggunakan tiga aspek yang penting pada tes diagnostik miskonsepsi yaitu pada aspek materi, evaluasi, dan pakar kependidikan. Berikut disajikan hasil validasi instrumen diagnostik.

a. Hasil Validasi Produk pada Ahli Materi

Ahli materi yang dimaksud dalam penelitian pengembangan instrumen diagnostik adalah orang yang memiliki bidang ilmu linier dengan pengembangan produk. Penelitian ini melibatkan dua orang ahli materi. Ahli materi pertama merupakan dosen program studi Pendidikan Sains Universitas Sebelas Maret (UNS) Surakarta yang mengajar kimia anorganik. Ahli materi kedua merupakan dosen program studi Pendidikan Kimia Universitas Tanjungpura (Untan) Pontianak yang mengajar kimia dasar. Fungsi ahli materi dalam penelitian ini adalah melakukan validasi isi atau konsep materi sehingga terhindar dari miskonsepsi. Hasil penilaian aspek instrumen ahli materi disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2 yang merupakan penilaian dengan masing-masing indikator.

Tabel 1. Hasil Penilaian Aspek Materi Instrumen Diagnostik

Aspek yang dinilai	Skor (%)	Konversi	Kriteria
Kebenaran materi	99	A	Sangat baik
Kedalaman materi	99	A	Sangat baik
Keterbacaan soal	100	A	Sangat baik
Rata-rata	99	A	Sangat baik

Tabel 2. Hasil Penilaian Indikator Materi Tes Diagnostik

Indikator yang dinilai	Skor (%)	Konversi	Kriteria
Konsep materi soal benar	99	A	Sangat baik
Cakupan materi sesuai tingkatan siswa	100	A	Sangat baik
Istilah yang digunakan jelas	99	A	Sangat baik
Materi soal mudah dipahami	100	A	Sangat baik
Materi soal ditulis sistematis, runtut, dan alur logika jelas	100	A	Sangat baik
Rata-rata	99	A	Sangat baik

Tabel 1 dan 2 menunjukkan bahwa skor rata-rata keseluruhan indikator materi adalah 99 % dan termasuk dalam kategori “A”. Validasi instrumen diagnostik kepada ahli materi dilakukan lebih dari sepuluh kali, sedangkan validator kedua dilakukan dua kali. Ahli materi memberikan saran-saran untuk merevisi produk instrumen diagnostik evaluasi hasil pengembangan adalah memeriksa konsep yang berasal dari buku, dan memeriksa penulisan simbol yang kurang jelas.

b. Hasil Validasi Produk Kepada Ahli Instrumen Diagnostik

Ahli instrumen evaluasi dalam penelitian pengembangan instrumen ini menggunakan dua ahli. Ahli pertama merupakan dosen pengampu mata kuliah miskonsepsi kimia di program studi magister pendidikan kimia di Universitas Sebelas Maret (UNS) Surakarta dan ahli kedua merupakan dosen pengampu mata kuliah evaluasi pembelajaran di program studi pendidikan kimia Universitas Tanjungpura (Untan) Pontianak. Fungsi ahli instrumen adalah untuk memvalidasi kesesuaian soal dengan indikator (validitas konstruk) sehingga menjamin soal instrumen diagnostik yang dikembangkan dapat mengukur pemahaman konseptual siswa. Hasil penilaian dan aspek indikator oleh ahli instrumen evaluasi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Penilaian Aspek Konstruk Instrumen Diagnostik

Aspek yang dinilai	Skor	Konversi	Kriteria
Ranah materi	94	A	Sangat baik
Ranah konstruksi	98	A	Sangat baik
Ranah bahasa	75	B	Sangat baik
Rubrik penilaian	100	A	Sangat baik
Rata-rata	92	A	Sangat baik

Tabel 3 menunjukkan bahwa skor rata-rata keseluruhan aspek konstruksi instrumen diagnostik adalah 92 dan termasuk kategori A.

Tabel 4 Hasil Penilaian Indikator Konstruk Instrumen Diagnostik

No.	Indikator yang dinilai	Skor	Konversi	Kriteria
1	Butir soal sesuai indikator	94	A	Sangat baik
2	Butir soal sesuai dengan materi yang diajarkan	90	A	Sangat baik
3	Isi materi yang ditanyakan sesuai tingkatan siswa	94	A	Sangat baik
4	Soal hanya mengandung satu jawaban benar	96	A	Sangat baik
5	Pokok soal dirumuskan dengan jelas	93	A	Sangat baik
6	Pokok soal merupakan kalimat yang diperlukan saja	95	A	Sangat baik
7	Pilihan jawaban homogen	96	A	Sangat baik
8	Panjang alternatif pilihan jawaban sama	95	A	Sangat baik
9	Pokok soal tidak menunjuk ke arah jawaban yang benar	99	A	Sangat baik
10	Tidak ada kalimat "semua jawaban benar" atau "semua jawaban salah"	97	A	Sangat baik
11	Distraktor arau pengecoh berfungsi	99	A	Sangat baik
12	Letak pilihan jawaban benar ditentukan secara acak	100	A	Sangat baik
13	Pokok soal tidak mengandung pernyataan negatif ganda	100	A	Sangat baik
14	Wacana, gambar, atau grafik berfungsi	100	A	Sangat baik
15	Butir soal tidak tergantung satu sama lain	100	A	Sangat baik
16	Rumusan kalimat komunikatif	75	B	Baik
17	Kalimat menggunakan bahasa yang baik dan benar	75	B	Baik
18	Rumusan kalimat tidak mengandung penafsiran ganda	75	B	Baik
19	Menggunakan bahasa yang umum (bukan bahasa lokal)	75	B	Baik
20	Rumusan soal tidak mengandung pernyataan yang menyinggung perasaan	75	B	Baik
21	Rubrik penilaian benar	100	A	Sangat baik
22	Penskoran objektif	100	A	Sangat baik
	Rata-rata	92	A	Sangat baik

Validasi konstruk instrumen kepada ahli instrumen diagnostik sebanyak dua kali. Adapun saran dari ahli instrumen evaluasi hasil pengembangan adalah menghindari penggunaan kata yang miskonsepsi, memperhatikan tata penulisan (kesalahan tata tulis) dan memperbaiki beberapa indikator yang tidak sesuai dengan soal.

c. Hasil Validasi Produk Kepada Guru Senior

Ahli instrumen evaluasi dalam penelitian pengembangan instrumen ini menggunakan dua ahli. Guru senior tersebut berasal dari MAN 1 Kota Pontianak dan SMAN 1 Kota Pontianak. Fungsi guru senior adalah memvalidasi kelayakan instrumen diagnostik sebelum diterapkan di sekolah. Hasil penilaian aspek dan indikator instrumen diagnostik disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Penilaian Aspek Kelayakan Instrumen Diagnostik

Aspek yang dinilai	Skor	Konversi	Kriteria
Isi soal	87	A	Sangat baik
Keterbacaan soal	94	A	Sangat baik
Penggunaan bahasa	86	A	Sangat baik
Rubrik penilaian	98	A	Sangat baik
Manajemen waktu	100	A	Sangat baik
Rata-rata	92	A	Sangat baik

Tabel 5 menunjukkan bahwa skor rata-rata keseluruhan aspek konstruksi instrumen diagnostik adalah 92 dan termasuk kategori A. Secara lengkap, Tabel 6 menyajikan hasil penilaian indikator konstruk pada setiap indikator.

Tabel 6 Hasil Penilaian Indikator Konstruk Instrumen Diagnostik

No.	Indikator yang dinilai	Skor	Konversi	Kriteria
1	Soal sesuai dengan kompetensi dasar	82	A	Sangat baik
2	Butir soal sesuai indikator	92	A	Sangat baik
3	Soal dapat mengukur pemahaman konsepsi siswa	87	A	Sangat baik
4	Maksud pertanyaan jelas	90	A	Sangat baik
5	Perintah mengerjakan soal jelas	91	A	Sangat baik
6	Istilah yang digunakan jelas	100	A	Sangat baik
7	Susunan kalimat baik	84	A	Sangat baik
8	Kunci jawaban benar	88	A	Sangat baik
9	Penskoran objektif	96	A	Sangat baik
10	Waktu siswa cukup untuk mengerjakan soal	100	A	Sangat baik
	Rata-rata	92	A	Sangat baik

Validasi konstruk instrumen kepada guru senior sebanyak dua kali. Setiap perbaikan dan saran yang didapatkan penulis dalam mengembangkan tes diagnostik ini menjadi pertimbangan untuk memberikan kontribusi dalam tes yang lebih baik.

d. Hasil Validasi Isi dengan Formula Aiken

Untuk memperkuat hasil validasi, dilakukan validasi menggunakan validasi isi untuk mengetahui validitas instrumen dengan digunakan formula Aiken sebagai berikut:

$$V = S / [n \cdot (c - 1)] \text{ dengan } S = \sum n_i (r - l_o)$$

Keterangan:

- V : indeks validitas n_i : banyaknya penilai memilih kriteria i
 c : jumlah kategori r : kriteria ke i
 l_o : kategori terendah n : jumlah seluruh penilai

Nilai V berada pada rentang 0-1 dan nilai minimal validitas untuk penilai sebanyak 6 adalah 0,89 (Aiken, 1985). Hasil pengembangan tes diagnostik kemudian diuji validitas isi dengan analisis data koefisien Aiken' V pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil Penilaian Indikator Konstruk Instrumen Diagnostik

No. soal	Hasil Perhitungan	Keputusan	No. soal	Hasil Perhitungan	Keputusan
1	0.94	Valid	16	0.94	Valid
2	0.94	Valid	17	0.94	Valid
3	1	Valid	18	0.94	Valid
4	1	Valid	19	0.94	Valid
5	1	Valid	20	0.94	Valid
6	1	Valid	21	0.94	Valid
7	1	Valid	22	0.94	Valid
8	0.94	Valid	23	1	Valid
9	1	Valid	24	1	Valid
10	1	Valid	25	1	Valid
11	1	Valid	26	1	Valid
12	1	Valid	27	1	Valid
13	1	Valid	28	0.94	Valid
14	0.94	Valid	29	0.94	Valid
15	0.94	Valid	30	1	Valid

Berdasarkan hasil indeks Aiken, dapat diketahui bahwa rata-rata indeks adalah sebesar 0,97. Ini membuktikan bahwa semua butir soal yang dibuat valid dan dapat mengukur apa yang hendak diukur.

Dalam hal ini, instrumen diagnostik *three-tier multiple-choice* dapat memetakan pemahaman konsep siswa pada materi yang diteliti.

Simpulan, Saran, dan Rekomendasi

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, hasil dari ketiga validasi pada aspek materi, evaluasi, dan kependidikan masing-masing sebesar 99%, 92%, dan 92%. Hal ini menunjukkan bahwa instrumen diagnostik *three-tier multiple-choice* dinyatakan layak untuk mengukur dan memetakan pemahaman konsepsi siswa pada materi asam basa dan kesetimbangan kelarutan. Penulis menyarankan agar perlu penelitian lebih lanjut dalam materi asam basa. Hal ini mengingat konsepsi siswa yang sangat banyak pada hasil penelitian hasil studi pustaka. Implikasi bagi pengajaran kimia terhadap instrumen ini adalah bisa menjadi dasar dalam mendiagnosis kesalahan konsepsi siswa.

Ucapan Terima Kasih

Penulis berterima kasih kepada para validator yang berkontribusi pada penelitian ini yaitu Prof. Sentot Budi Rahardjo, Ph.D, Dra. Eny Enawaty, M. Si., Dr.paed. Nurma Yunita Indriyanti, M.Si., M.Sc, Dr. Hairida, M. Pd, Karina, S.Hut, M.Pd, dan Lusi Eka Purnamasari, S.P., M.Pd.

Daftar Pustaka

- Aiken, L. R. (1985). Three Coefficient for Analyzing the Reliability and Validity of Ratings. *Educational and Psychological Measurement*, 45(1), 131–142.
- Caleon, I. S., & Subramaniam, R. (2010). Do students know What they know and what they don't know? Using a four-tier diagnostic test to assess the nature of students' alternative conceptions. *Research in Science Education*, 40(3), 313–337. <https://doi.org/10.1007/s11165-009-9122-4>
- Caleon, I., & Subramaniam, R. (2010). Development and Application of a Three-Tier Diagnostic Test to Assess Secondary Students' Understanding of Waves, (April 2011), 146–155. <https://doi.org/10.1080/09500690902890130>
- Cetin-Dindar, A., & Geban, O. (2011). Development of a three-tier test to assess high school students' understanding of acids and bases. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15, 600–604. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.03.147>
- Gurel, D. K., Eryilmaz, A., & Mcdermott, L. C. (2015). A Review and Comparison of Diagnostic Instruments to Identify Students' Misconceptions in Science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(5), 989–1008. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1369a>
- Haslam, F., & Treagust, D. F. (1987). Diagnosing secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two-tier multiple choice instrument. *Journal of Biological Education*, 21(3), 203–211.
- Muchtar, Z., & Harizal. (2012). Analyzing of Students' Misconceptions on Acid-Base Chemistry at Senior High Schools in Medan. *Journal of Education and Practice*, 3(15), 65–74. Retrieved from <http://www.iiste.org/Journals/index.php/JEP/article/view/3445>
- Park, M., & Liu, X. (2016). Assessing Understanding of the Energy Concept in Different Science Disciplines.

Science Education, 100(3), 483–516. <https://doi.org/10.1002/sce.21211>

- Ross, B., & Munby, H. (1991). Concept mapping and misconceptions: a study of high-school students' understandings of acids and bases. *International Journal of Science Education (Online) Journal INT. J. SCI. EDUC*, 13(1), 950–693. <https://doi.org/10.1080/0950069910130102>
- Sanger, M. J., & Greenbowe, T. J. (1999). An Analysis of College Chemistry Textbooks As Sources of Misconceptions and Errors in Electrochemistry, 76(6), 853–860.
- Şendur, G., Özbayrak, Ö., & Uyulgan, M. A. (2011). A study of determination of pre-service chemistry teachers' understanding about acids and bases. *Procedia Computer Science*, 3, 52–56. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2010.12.010>
- Thiagarajan, S. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook*. ERIC.