

**PENGEMBANGAN ASESMEN *SYSTEMS THINKING*
PADA KONSEP ASAM BASA SISWA SMA/MA**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana S1
Dalam Ilmu Pendidikan Kimia



Oleh:

Aura Asla Nur Fajri
NIM : 2008076089

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2025**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Aura Asla Nur Fajri

NIM : 2008076089

Jurusan : Pendidikan Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

PENGEMBANGAN ASESMEN *SYSTEMS THINKING* PADA KONSEP ASAM BASA SISWA SMA/MA

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 19 Desember 2024

Pembuat Pernyataan



Aura Asla Nur Fajri

NIM. 2008076089



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang
Telp.024-7601295 Fax.7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Pengembangan Asesmen *Systems Thinking*
Pada Konsep Asam Basa Siswa SMA/MA
Penulis : Aura Asla Nur Fajri
NIM : 2008076089
Jurusan : Pendidikan Kimia

Telah diujikan dalam sidang tugas akhir oleh Dewan Penguji
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat
diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana
dalam Ilmu Pendidikan Kimia.

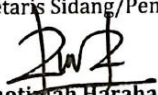
Semarang, 12 Januari 2025

DEWAN PENGUJI

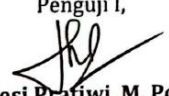
Ketua Sidang/Penguji,


Dr. Suwahono, M. Pd
NIP: 197205201999031004

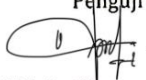
Sekretaris Sidang/Penguji,


Lenni Khotimah Harahap, M. Pd
NIP: 199212202019032019

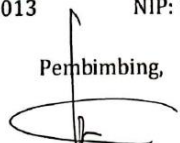
Penguji I,


Resi Pratiwi, M. Pd
NIP: 198703142019032013

Penguji II,


Ulfa Lutfianasari, M. Pd
NIP: 198809282019032019

Pembimbing,


Dr. Suwahono, M. Pd
NIP: 197205201999031004

NOTA DINAS

Semarang, 07 November 2024

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb

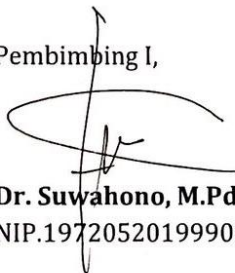
Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul Skripsi	: Pengembangan Asesmen <i>Systems Thinking</i> Pada Konsep Asam Basa Siswa SMA/MA
Penulis	: Aura Asla Nur Fajri
NIM	: 2008076089
Program Studi	: Pendidikan Kimia

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam sidang munaqosyah.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Pembimbing I,



Dr. Suwahono, M.Pd

NIP.197205201999031004

ABSTRAK

Kemampuan berpikir sistem penting untuk memahami konsep kimia secara holistik. Namun, belum banyak instrumen asesmen yang dirancang untuk mengevaluasi kemampuan *systems thinking*. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan instrumen asesmen *systems thinking* pada materi asam basa. Penelitian difokuskan pada pengembangan asesmen *systems thinking* dengan menggunakan metode *Research & Development (R&D)* dengan model pengembangan Djemari Mardapi. Subjek penelitian ini adalah siswa kelas XII IPA MAN 2 Semarang. Teknik pemilihan sampel menggunakan teknik *purposive sampling* dan data yang diperoleh dianalisis menggunakan Rasch model. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *item reliability* menggunakan aplikasi program Ministep, diperoleh nilai 0,91 (*real*) dan 0,93 (model) dari 10 butir soal dengan kriteria reliabilitas sangat tinggi. Nilai rata-rata *outfit* MNSQ, dan *outfit* ZSTD berturut-turut adalah 1, dan -0,33. Hal ini menunjukkan bahwa instrumen dikatakan valid berdasarkan Rasch model. Pendekatan *systems thinking* dalam asesmen menunjukkan bahwa siswa memahami keterkaitan konsep, yang dapat digunakan sebagai rujukan untuk mengembangkan soal berbasis keterampilan berpikir sistem pada materi kimia lainnya.

Kata kunci: asam basa, asesmen pendidikan, *systems thinking*

ABSTRACT

Systems thinking skills are important for understanding chemical concepts holistically. However, there are not many assessment instruments designed to evaluate systems thinking abilities. This research aims to develop a systems thinking assessment instrument on acid-base material. The study is focused on developing systems thinking assessments using the Research & Development (R&D) method with the Djemari Mardapi development model. The subjects of this research were students of class XII IPA MAN 2 Semarang. The sample selection technique uses a purposive sampling technique and the data obtained is analyzed using the Rasch model. The research results showed that item reliability using the Ministep program application obtained values of 0.91 (real) and 0.93 (model) from 10 questions with very high-reliability criteria. The average values of the MNSQ and ZSTD outfits are 1 and -0.33, respectively. This shows that the instrument is said to be valid based on the Rasch model. The systems thinking approach in assessment shows that students understand the relationship between concepts, which can be used as a reference for developing questions based on systems thinking skills in other chemistry material.

Keywords: *acid-base, educational assessment, systems thinking*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengembangan Asesmen *System Thinking* pada Materi Asam Basa Siswa SMA/MA”. Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan dalam Pendidikan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

Terselesaikannya skripsi ini tidak lepas dari bantuan, arahan dan doa dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Nizar M.Ag. selaku Rektor UIN Walisongo Semarang;
2. Prof. Dr. H. Musahadi M.Ag. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang;
3. Dr. Atik Rahmawati, S.Pd, M.Si. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang;
4. Wirda Udaibah, M.Si. selaku Sekretaris Prodi Pendidikan Kimia Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang;
5. Dr. Suwahono, M.Pd. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, mengarahkan, memberikan kritik, saran, dan motivasi kepada penulis guna terselesaikannya skripsi ini;
6. Teguh Wibowo, M.Pd. selaku Dosen Wali yang telah mendampingi dan memberi bimbingan selama perkuliahan;

7. Dr. Sri Mulyanti, M.Pd., Mohammad Agus Prayitno, M.Pd., Roidatun Niswati, S.T., dan H.M Zahri Johan, M.Pd. selaku validator ahli yang telah membantu memberikan saran dan perbaikan pada penelitian skripsi ini;
8. Bapak dan Ibu dosen, pegawai, dan staf akademik UIN Walisongo Semarang yang telah membagi ilmu yang dimiliki dengan tulus selama perkuliahan;
9. Drs. H. Junaedi, M.Pd. selaku kepala sekolah MAN 2 yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian;
10. Syekh Akbar Muhammad Fathurrahman, M.Ag. yang senantiasa membimbing dan menjadi teladan dalam menuntut ilmu dan berakhlak;
11. Orangtua penulis, Ibu Euis Herlina, S.Ag dan Bapak ling Setiadi, S.M serta keluarga yang selalu hadir disisi penulis, mencurahkan kasih sayang yang berlimpah, memberikan dukungan dan selalu mendoakan selama kegiatan perkuliahan;
12. Keluarga Besar Pondok Pesantren Progresif Fathimah Al-Amin, Bapak H.M Zahri Johan, M.Pd. dan Ibu Ratih Rizqi Nirwana, M.Pd. selaku pengasuh dan para pengajar serta staf pondok yang telah menjadi keluarga kedua selama di Semarang;
13. Santri Kamar Khodijah (Annisa Aulia, Anisah Ratu, Tazkia, Rifa, Dely, Mba Laely, Maylan, Dwi, Nabita), Mba Fina Nabilah Layalia, M.Pd., dan seluruh santri Pondok Pesantren Progresif Fathimah Al-Amin yang telah menjadi teman seperjuangan dan keluarga selama hampir 3 tahun ini;
14. Ririn Nur Fadila Hafid, Mba Laely, Eka Wahyu Maharani, dan Aida yang telah meluangkan waktunya dan membantu penulis dalam pengambilan data penelitian;

15. Dila Mahira Fadlilah, Risha Nurfitri Firdaus, S.Pd., Novia Kusumadewi, S.Pd., dan Noor Izzatusa'adah selaku teman seperjuangan dalam proses menyelesaikan perkuliahan dan skripsi;
16. Teman-teman PLP MAN 1 Semarang tahun 2023 dan teman-teman KKN Reguler 81 yang Kelompok 19 Rowosari telah memberi semangat kepada penulis;
17. Teman-teman mahasiswa Pendidikan Kimia UIN Walisongo Semarang angkatan 2020 yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang selalu memberikan semangat dan berjuang bersama-sama mencari ilmu di UIN Walisongo Semarang;
18. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis hanya mampu mengucapkan terima kasih dan mendoakan semua pihak yang telah membantu penulis selama studi ini, semoga Allah SWT memudahkan setiap hal yang dilalui. Penulis menyadari dalam skripsi ini masih banyak kelemahan dan kekurangan, baik dari sistematika, isi, dan penyusunan didalamnya. Untuk itu, penulis selalu terbuka menerima masukan dan saran membangun terkait kepenulisan. Dengan adanya skripsi ini semoga memberi manfaat bagi masyarakat luas guna menambah ilmu dan pengetahuan. Aamiin.

Semarang, 07 November 2024

Penulis

Aura Asla Nur Fajri

NIM. 2008076089

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA DINAS.....	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	7
C. Rumusan Masalah.....	8
D. Tujuan Penelitian dan Pengembangan	9
E. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan.....	9
F. Manfaat Penelitian	11
G. Asumsi dan Keterbatasan Penelitian dan Pengembangan	12
BAB II LANDASAN TEORI	15
A. Landasan Teori	15
1. Penelitian Pengembangan	15
2. Asesmen.....	19
3. <i>Systems Thinking</i>	21
4. Asam Basa	24
5. Asesmen <i>Systems Thinking</i> pada Asam Basa.....	28
B. Kajian Pustaka.....	32
C. Kerangka Berpikir	35
BAB III METODE PENELITIAN.....	38
A. Model Penelitian dan Pengembangan.....	38
B. Prosedur Penelitian dan Pengembangan.....	39
C. Subjek Penelitian	42
D. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data	43
E. Teknik Analisis Data	44
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	50
A. Hasil Pengembangan Produk Awal	50

1. Menyusun Spesifikasi Tes dan Menulis Soal Tes.....	50
2. Menelaah Soal Tes.....	51
3. Melakukan Uji Coba.....	68
B. Hasil Uji Coba Produk	69
C. Revisi Produk	70
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	77
A. Simpulan.....	77
B. Saran	78
DAFTAR PUSTAKA.....	79
LAMPIRAN	84
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	173

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 2. 1	Indikator Asam Basa	26
Tabel 2. 2	Indikator <i>Systems Thinking</i>	29
Tabel 3. 1	Kriteria Kelayakan	45
Tabel 3. 2	Kriteria Penilaian Pakar	46
Tabel 3. 3	Tabulasi Penilai Pakar	47
Tabel 3. 4	Kriteria Validitas Uji Gregory	48
Tabel 3. 5	Kriteria Reliabilitas Soal	49
Tabel 4. 1	Kriteria Penilaian Pakar	61
Tabel 4. 2	Tabulasi Penilai I dan II	61
Tabel 4. 3	Tabulasi Penilai III dan IV	62
Tabel 4. 4	Kriteria Validitas <i>Rasch Model</i>	63
Tabel 4. 5	Nilai <i>Item Separation Index</i>	65
Tabel 4. 6	Kisi-kisi sebelum dan setelah direvisi	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2. 1	Kerangka Berpikir	37
Gambar 3. 1	Prosedur Penelitian	40
Gambar 4. 1	Penilaian Validator I	53
Gambar 4. 2	Grafik Penilaian Validator I	54
Gambar 4. 3	Penilaian Validator II	55
Gambar 4. 4	Grafik Penilaian Validator II	56
Gambar 4. 5	Penilaian Validator III	57
Gambar 4. 6	Grafik Penilaian Validator III	58
Gambar 4. 7	Penilaian Validator IV	59
Gambar 4. 8	Grafik Penilaian Validator IV	60
Gambar 4. 9	Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas	63
Gambar 4. 10	<i>Misfit Order</i>	66
Gambar 4. 11	Persentase hasil uji coba	69

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1	Surat Ijin Penelitian	84
Lampiran 2	Lembar Validasi	85
Lampiran 3	Hasil Validasi Validator 1	91
Lampiran 4	Hasil Validasi Validator 2	94
Lampiran 5	Hasil Validasi Validator 3	97
Lampiran 6	Hasil Validasi Validator 4	100
Lampiran 7	Hasil Wawancara dengan guru	103
Lampiran 8	Rancangan Kisi-Kisi Soal	106
Lampiran 9	Hasil Validasi Rancangan Asesmen <i>Systems Thinking</i> Asam Basa	112
Lampiran 10	Presentase Kelayakan Hasil Validasi	114
Lampiran 11	Daftar Rekap Nilai Responden	115
Lampiran 12	Uji Validitas dan Reliabilitas	117
Lampiran 13	Jawaban Responden	118
Lampiran 14	Rubrik Penilaian	126
Lampiran 15	Asesmen <i>System Thinking</i>	158
Lampiran 16	Surat Keterangan Penelitian	171
Lampiran 17	Dokumentasi	172

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pengembangan pengetahuan dan keterampilan yang berguna untuk berkontribusi pada masyarakat global butuh adanya kemajuan. Mahasiswa tentu telah dibekali pengetahuan dan keterampilan selama belajar di universitas untuk memecahkan masalah dan tantangan yang akan dihadapi nantinya. Pada era globalisasi saat ini dunia terus berubah sehingga akan muncul masalah dan tantangan yang berbeda. Sebagai masyarakat selayaknya melakukan *upgrade* pengetahuan dan keterampilan. Salah satu faktor keberhasilan dalam mencapai tujuan pembelajaran adalah kesiapan pendidik itu sendiri (Hasriani & Arty, 2015). Kualitas pendidikan tercermin dari kualitas guru, dan kualitas guru dilihat dari kualitas siswanya (Zamroni, 2011).

Pendidikan merupakan aspek yang sangat krusial dalam era globalisasi. Adapun masalah pendidikan yang dihadapi saat ini adalah siswa kesulitan dalam memahami materi yang kompleks. Salah satu bidang keilmuan yang cukup sulit dipelajari adalah kimia. Karena materi ajar yang bersifat abstrak dan kompleks, sehingga siswa kesulitan

untuk memahami dan terdapat beberapa materi yang sulit diamati secara langsung oleh siswa (Ristiyani & Bahriah, 2016).

Bidang ilmu kimia yang diajarkan di sekolah sangat beragam seperti termokimia, kesetimbangan kimia, laju reaksi, asam basa dan materi lainnya yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari. Asam basa merupakan salah satu materi yang dianggap sulit oleh siswa dan salah satu materi yang lebih kompleks dalam pembahasan kimia. Terdapat beberapa hal yang membuat siswa kesulitan dalam memahami konsep kimia asam basa, diantaranya : 1) Ilmu kimia terdiri dari tiga level (makroskopis, submikroskopis, dan simbolis); 2) Metode pembelajaran yang diajarkan secara ceramah; dan 3) Metode pembelajaran yang kurang sesuai (Cardellini, 2012). Sheppard (2006) juga menyatakan bahwa materi asam basa memerlukan pemahaman yang terintegrasi dengan konsep-konsep kimia lainnya, seperti sifat dan komposisi larutan, struktur atom, ikatan ionik dan kovalen, serta simbol, rumus dan persamaan reaksi.

Pembahasan konsep secara teoritis tidaklah cukup untuk mengembangkan keterampilan pada siswa. Dibutuhkan bantuan, tuntutan, pelayanan, dan dorongan bagi siswa dari guru (Waroh, 2019). Usaha yang dapat

dilakukan untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi asam basa antara lain, menggunakan model pembelajaran yang sesuai, menggunakan bahan ajar tidak hanya satu sumber, menggunakan asesmen pembelajaran yang sesuai, mengembangkan asesmen pembelajaran, dan lainnya. Dalam penelitian ini memfokuskan solusi dengan pengembangan asesmen.

Asesmen diartikan sebagai evaluasi proses, kemajuan, dan hasil belajar siswa (Stiggins, 1994). Asesmen merupakan suatu proses yang sistematis yang dilakukan untuk menentukan tingkat keberhasilan dan efisiensi dari program tertentu. Hal ini juga mencakup untuk mengevaluasi keberhasilan seluruh subjek belajar yang diterapkan dalam program. Asesmen juga diartikan sebagai proses menemukan dan menggunakan informasi untuk membuat pertimbangan sebelum keputusan (Firman, 2000). Asesmen merupakan komponen yang penting karena kualitas penilaian yang diterapkan erat kaitannya dengan kualitas pengajaran (Khadijeh & Amir, 2015). Berdasarkan pendapat yang dikemukakan oleh Stiggins, Firman, Khadijeh dan Amir menunjukkan bahwa asesmen sangat penting untuk evaluasi pemahaman pembelajaran. Pengukuran pemahaman siswa pada materi asam basa memerlukan sebuah penilaian atau

asesmen sehingga meningkatkan keterampilan berpikir siswa. Adanya perkembangan dalam pendidikan terutama di abad 21 ini dan adanya perubahan kurikulum memerlukan pendekatan yang sesuai dalam merancang asesmen. Oleh karena itu perlu dilakukan pengembangan terhadap asesmen.

Pendekatan yang mulai banyak diperkenalkan dalam konteks pendidikan kimia adalah *systems thinking*. *Systems thinking* adalah pendekatan untuk memeriksa dan menangani perilaku dan fenomena yang kompleks dari perspektif yang lebih luas (York et al., 2020). Pendekatan ini dapat mempersiapkan siswa untuk memahami dan menangani permasalahan dunia nyata yang kompleks (York et al., 2020). Berdasarkan pendapat yang dikemukakan oleh York menunjukkan bahwa pendekatan *systems thinking* dapat membantu siswa dalam memahami materi yang kompleks.

Beberapa ahli mengemukakan pendapat mengenai makna *systems thinking*. Goekler (2003) berpendapat bahwa *systems thinking* adalah cara berpikir, bahasa, dan seperangkat alat (asesmen) untuk mengeksplorasi dan memahami interaksi yang menentukan perilaku suatu sistem. Reisman & Oral, (2005) mengklaim bahwa *systems thinking* adalah berpikir secara sistematis dengan berfokus

pada interaksi dinamis dan seringkali non-linear dari komponen sistem dan lingkungan tempat sistem beroperasi, sehingga dapat dikatakan bahwa *systems thinking* ini melihat hubungan antara beberapa elemen dalam sistem tersebut. Kesimpulan dari pendapat Goekler, Reisman & Oral, *systems thinking* merupakan pendekatan yang mengeksplorasi materi yang kompleks dari perspektif yang lebih luas.

Systems thinking adalah pendekatan yang lebih holistik yang mencakup pemeriksaan kompleksitas, fokus pada hubungan antara konsep kimia yang berbeda, dan pertimbangan tentang sifat dinamis dari proses kimia. *Systems thinking* memungkinkan siswa untuk mengembangkan keterampilan yang diperlukan untuk memahami dan menangani masalah dunia nyata yang kompleks (Aubrecht et al., 2019). Pendekatan *systems thinking* menekankan saling ketergantungan komponen sistem dinamika dan interaksinya dengan sistem lain (seperti sistem masyarakat dan lingkungan). Alternatifnya, *systems thinking* menghubungkan antara materi kimia secara teoretis dengan kejadian di sekitar yang berkaitan dengan konsep kimia seperti reaksi asam basa pada pasta gigi (basa) untuk menetralkan asam pada gigi dan mulut (Chiu et al., 2019).

Systems thinking telah berkembang sangat pesat, dan mencakup hampir semua disiplin keilmuan, khususnya dalam disiplin ilmu kimia. Melalui *systems thinking* ini pembelajaran kimia akan lebih kuat, terhubung, dan bermakna. Menurut (Maani & Cavana, 2000) ada enam alasan mengapa metode *systems thinking* ini dibutuhkan, diantaranya : 1) Kehidupan yang semakin kompleks dan berubah-ubah; 2) Simbiosis mutualisme antar individu yang semakin berkembang 3) Manajemen teori dan praktik mengalami pergeseran perspektif; 4) Kesadaran global semakin meningkat; 5) Penghargaan yang lebih besar untuk pembelajaran sebagai komponen penting dari kemampuan organisasi; dan 6) Permasalahan yang muncul tidak dapat diselesaikan dengan pola pikir yang sama yang menyebabkan masalah tersebut terjadi.

Sebagai lulusan sarjana pendidikan kimia yang akan menjadi seorang pendidik diperlukan keterampilan yang harus dikembangkan yaitu bagaimana membantu siswa dalam mengembangkan keterampilan berpikir. Oleh karena itu diperlukan asesmen pembelajaran yang memiliki potensi untuk mengembangkan keterampilan berpikir siswa. Dalam penelitian ini digunakan asesmen *systems thinking* untuk mengembangkan keterampilan berpikir siswa secara tersistem pada materi asam basa.

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru mata pelajaran kimia di MAN 2 Semarang menunjukkan bahwa meskipun istilah *systems thinking* baru mendengar pertama kali, namun sudah menerapkan pendekatan serupa dalam pengajaran. Misalnya, ketika mengajarkan materi asam dan basa, memastikan siswa memahami konsep dasar seperti penggolongan unsur dalam tabel periodik unsur agar memudahkan dalam mengidentifikasi asam ataupun basa. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan *systems thinking* memiliki relevansi dalam mendukung pembelajaran kimia yang lebih efektif dan integratif.

Pendapat tersebut menjadi salah satu landasan untuk dilakukan pengembangan asesmen berbasis *systems thinking* pada materi asam basa. Karena *systems thinking* memeriksa fenomena yang kompleks dari perspektif yang lebih luas.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep kimia, khususnya pada materi asam-basa, karena sifatnya abstrak, kompleks, dan memerlukan

pemahaman terintegrasi dengan konsep-konsep kimia lainnya.

2. Proses pembelajaran sering kali dilakukan secara ceramah dan kurang menggunakan pendekatan atau model pembelajaran yang inovatif.
3. Asesmen yang digunakan belum sepenuhnya mampu mengevaluasi tingkat pemahaman siswa terhadap materi asam-basa, serta kurang mendorong pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi.
4. Perubahan kurikulum dan tuntutan pembelajaran abad ke-21 diperlukan adanya pengembangan asesmen yang inovatif
5. Pendekatan *systems thinking* memiliki potensi untuk membantu siswa memahami konsep kimia yang kompleks, belum banyak diterapkan secara eksplisit dalam proses pembelajaran dan asesmen.

C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses pengembangan asesmen *systems thinking* pada materi asam dan basa di MAN 2 Semarang?

2. Bagaimana hasil dari pengembangan asesmen *systems thinking* pada materi asam basa di MAN 2 Semarang?

D. Tujuan Penelitian dan Pengembangan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui proses pengembangan asesmen *systems thinking* pada materi asam dan basa di MAN 2 Semarang
2. Mengetahui hasil dari pengembangan *systems thinking* di MAN 2 Semarang

E. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah instrumen asesmen berbasis *systems thinking* pada materi asam basa siswa SMA/MA. Produk ini dirancang untuk mengukur kemampuan berpikir sistem siswa dengan pendekatan holistik dan sistematis. Spesifikasi produk dijelaskan sebagai berikut:

1. Jenis Produk

Produk berupa instrumen asesmen dalam bentuk soal uraian. Instrumen ini terdiri dari 10 butir soal yang

dirancang untuk mengukur delapan indikator *systems thinking*.

2. Komponen Utama Produk

- a. Indikator *Systems Thinking*: Instrumen mencakup indikator seperti memahami hubungan antar komponen sistem, siklus sistem, dimensi tersembunyi, dan kemampuan membuat generalisasi terkait asam basa
- b. Konteks Materi: Soal-soal yang dirancang pada materi asam basa melibatkan konsep-konsep seperti teori asam basa, pH, kekuatan asam dan basa, serta aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari.

3. Tujuan Produk

Produk ini bertujuan untuk memberikan alternatif asesmen yang dapat mengukur kemampuan berpikir sistem siswa secara lebih menyeluruh, membantu siswa memahami hubungan antar konsep kimia dengan cara berpikir yang lebih mendalam dan terstruktur, dan sebagai alat evaluasi yang mendukung pendekatan pembelajaran abad ke-21, terutama pada materi kimia yang kompleks.

4. Kriteria Kelayakan Produk

- a. Validasi ahli: instrumen dinilai oleh para validator berdasarkan aspek isi, konstruk, bahasa, dan keterbacaan.
 - b. Reliabilitas: reliabilitas instrumen diukur menggunakan model Rasch
5. Ciri Khas Produk
- a. Menggunakan pendekatan *systems thinking* yang menekankan pada hubungan antar elemen dalam sistem kimia
 - b. Dirancang untuk mengatasi kesulitan siswa dalam memahami konsep kimia yang kompleks melalui pemetaan konsep yang lebih luas dan aplikatif.

F. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai dasar dalam pengembangan ilmu pengetahuan serta memberikan kemudahan dalam proses mempelajarinya

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Lembaga

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi dalam upaya peningkatan mutu pembelajaran di lembaga pendidikan

b. Bagi Guru

Menyediakan pemahaman mengenai penerapan *systems thinking* dalam materi asam dan basa sehingga guru dapat menjadikannya sebagai salah satu alternatif dalam penilaian pembelajaran

c. Bagi Siswa

Melalui pendekatan *systems thinking* diharapkan siswa dapat termotivasi untuk memahami hubungan antar berbagai aspek dalam proses pembelajaran

G. Asumsi dan Keterbatasan Penelitian dan Pengembangan

a. Asumsi Penelitian dan Pengembangan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disampaikan, terdapat beberapa asumsi pengembangan terkait penelitian yang dilakukan, antara lain:

1. Pendekatan *systems thinking* dianggap efektif untuk membantu siswa memahami materi asam basa yang bersifat kompleks melalui pemahaman hubungan antar konsep secara lebih terstruktur.
2. Indikator yang digunakan dalam asesmen *systems thinking* diasumsikan telah sesuai dan relevan untuk mengukur kemampuan berpikir sistem siswa dalam memahami konsep asam basa.

3. Instrumen penilaian yang dikembangkan disesuaikan dengan kurikulum yang berlaku dan dapat diimplementasikan dalam pembelajaran kimia di kelas XII IPA.

b. Keterbatasan Penelitian dan Pengembangan

Berdasarkan identifikasi masalah perlu adanya batasan masalah agar permasalahan yang akan dibahas dapat jelas tidak menyimpang, maka dibuat batasan sebagai berikut:

1. Materi yang dikembangkan dalam asesmen hanya mencakup konsep-konsep pada topik asam basa, seperti teori asam basa (Arrhenius, Bronsted-Lowry, dan Lewis), perhitungan pH, dan aplikasi dalam kehidupan sehari-hari. Penelitian ini tidak mencakup topik kimia lainnya yang mungkin memiliki relevansi dengan *systems thinking*.
2. Tahapan pengembangan hanya sampai pada tahap uji coba skala kecil dengan jumlah subjek penelitian yang terbatas. Hal ini dapat memengaruhi tingkat representasi hasil penelitian terhadap populasi yang lebih luas.
3. Analisis *systems thinking* dalam penelitian ini hanya menggunakan indikator yang telah ditentukan berdasarkan kajian literatur dan keterbatasan waktu.

Indikator lain yang relevan mungkin belum terintegrasi dalam pengembangan asesmen.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Landasan Teori

1. Penelitian Pengembangan

Pengembangan merupakan suatu pendekatan penelitian yang bertujuan untuk menciptakan produk tertentu, serta menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2008). Adapun menurut Borg and Gall, pengembangan merupakan proses sistematis yang melibatkan perencanaan, implementasi, dan evaluasi untuk menciptakan atau meningkatkan suatu produk atau program tertentu (Gall et al., 1996). Pengembangan adalah suatu inisiatif yang bertujuan untuk meningkatkan keterampilan teknis, pemahaman teoritis, konsep, serta nilai-nilai moral yang sejalan dengan kebutuhan yang ada. Proses ini dilakukan melalui metode pendidikan dan pelatihan yang bersifat sistematis (Majid, 2007). Pada konteks pendidikan, pengembangan dapat berupa perancangan kurikulum, pembuatan materi ajar, pengembangan model pembelajaran, atau inovasi dalam bidang pendidikan lainnya.

Pengembangan pembelajaran melibatkan proses perancangan pembelajaran secara logis dan sistematis, dengan tujuan menentukan semua elemen yang akan

diimplementasikan dalam kegiatan belajar. Seluruh proses ini dilakukan dengan mempertimbangkan potensi dan kompetensi siswa (Majid, 2007).

Pengembangan pembelajaran berfokus pada pencapaian praktik yang lebih nyata dibandingkan dengan idealisme pendidikan yang seringkali sulit untuk diimplementasikan dalam kehidupan sehari-hari. Tujuan dari pengembangan adalah untuk meningkatkan kualitas proses pembelajaran yang mencakup aspek materi, yakni penyesuaian bahan ajar sesuai dengan perkembangan pengetahuan terkini, serta metode yang berkaitan dengan strategi pembelajaran, baik secara teoritis maupun praktis. (Hamid, 2013).

Adapun model-model pengembangan dari beberapa ahli, diantaranya sebagai berikut:

1. Model Pengembangan Djemari Mardapi

Model pengembangan yang dirancang oleh Djemari Mardapi berfokus pada pengembangan instrumen asesmen. Model ini terdiri dari langkah-langkah sistematis untuk menghasilkan alat asesmen yang valid reliabel, dan efektif (Mardapi, 2008). Adapun prosedurnya meliputi: a)Menentukan tujuan tes; b)menyusun spesifikasi tes; c)menulis soal; d)melakukan penelaahan dan revisi oleh ahli; e)melakukan uji coba terbatas; f)menganalisis data

hasil uji coba untuk menilai validitas dan reliabilitas;
 g) menyempurnakan instrumen berdasarkan hasil analisis;
 dan h) merakit instrumen akhir.

2. Model Borg & Gall

Model Borg & Gall adalah model pengembangan yang sering digunakan untuk penelitian pengembangan (*Research & Development*). Model ini memiliki 10 langkah sebagai berikut: a) penelitian dan pengumpulan informasi; b) perencanaan; c) mengembangkan produk awal; d) uji coba lapangan awal; e) revisi produk utama; f) uji coba lapangan utama; g) revisi produk operasional; h) uji lapangan operasional; i) revisi produk akhir; dan j) diseminasi dan implementasi (Gall et al., 1996).

3. Model ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implement, Evaluate*)

Model ADDIE sering digunakan dalam pengembangan kurikulum dan bahan ajar. Tahapannya meliputi berikut ini:

- a) *Analyze*: menganalisis kebutuhan dan masalah yang akan dipecahkan
- b) *Design*: merancang solusi produk yang dikembangkan
- c) *Develop*: mengembangkan produk sesuai desain yang telah dibuat
- d) *Implement*: menguji produk pada kelompok sasaran

- e) *Evaluate*: mengevaluasi efektivitas dan efisiensi produk, termasuk revisi

(Branch, 2010)

4. Model 4D (*Definr, Design, Develop, Disseminate*)

Model pengembangan 4D dikembangkan oleh Thiagarajan, Semmel. Tahapan utamanya meliputi:

- a) *Define*: mendefinisikan masalah dan kebutuhan
- b) *Design*: merancang produk
- c) *Develop*: mengembangkan dan memvalidasi produk
- d) *Disseminate*: menyebarkan produk untuk digunakan secara luas

(Thiagarajan & Sivasailam, 1974)

5. Model Kemp (*Instructional Design*)

Model Kemp menekankan bahwa pengembangan bahan ajar harus bersifat iteratif dan tidak linier. Tahapannya meliputi:

- a) Mengidentifikasi kebutuhan siswa
- b) Menentukan tujuan pembelajaran
- c) Menentukan isi materi yang relevan
- d) Merancang strategi penyampaian
- e) Menentukan evaluasi untuk mengukur keberhasilan
- f) Melakukan revisi berdasarkan hasil evaluasi

(Kemp, 1971)

Beberapa definisi yang telah dijelaskan menunjukkan bahwa, pengembangan merupakan suatu proses yang bertujuan untuk menciptakan produk baru atau meningkatkan kualitas produk yang telah ada. Berdasarkan pendapat yang dikemukakan oleh Borg & Gall, Sugiyono, dan Majid produk hasil pengembangan kemudian dilakukan uji coba untuk menguji keefektifan produk tersebut.

Adapun model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model pengembangan menurut Djemari Mardapi, Karena model ini sesuai dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu pengembangan asesmen.

2. Asesmen

Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) menjabarkan asesmen sebagai proses atau tindakan pengumpulan data dan informasi yang sistematis untuk menilai atau mengevaluasi kemampuan, kualitas, potensi, atau kecocokan seseorang, kelompok atau objek dengan standar atau kriteria yang ditentukan. Asesmen dapat dipahami sebagai suatu proses yang bertujuan untuk mengumpulkan informasi dalam berbagai bentuk, yang selanjutnya dapat dijadikan sebagai landasan dalam pengambilan keputusan yang berkaitan dengan siswa. Informasi tersebut mencakup aspek kurikulum, program pembelajaran, iklim sekolah, serta kebijakan-kebijakan yang diterapkan di sekolah (Poerwanti et al., 2008).

Berdasarkan definisi diatas asesmen dapat didefinisikan sebagai proses pengumpulan, analisis, dan interpretasi data untuk mengevaluasi kemajuan dan pencapaian siswa.

Fungsi asesmen meliputi pengukuran pencapaian hasil belajar siswa, peningkatan kualitas pembelajaran, penentuan kategori kualifikasi sekolah, serta pemberian bimbingan untuk membantu siswa mengembangkan bakatnya secara optimal (Ariffiansyah et al., 2015). Melalui asesmen, dapat diidentifikasi tingkat pencapaian siswa terhadap tujuan pembelajaran, melakukan perbaikan dalam proses pembelajaran, serta melacak kemajuan dan membandingkan kinerja antar sekolah.

Berdasarkan fungsinya jenis asesmen dibedakan menjadi: asesmen sebagai proses pembelajaran (*assessment as learning*), asesmen untuk proses pembelajaran (*assessment for learning*), dan asesmen pada akhir proses pembelajaran (*assessment of learning*) (Lestari et al., 2023). Asesmen sebagai proses pembelajaran (*assessment as learning*) berfungsi sebagai asesmen formatif. Asesmen ini digunakan untuk refleksi pada proses pembelajaran, diantaranya asesmen diri (*self assessment*), dan asesmen antar teman (*peer assessment*).

Adapun asesmen untuk proses pembelajaran (*assessment for learning*) berfungsi juga sebagai asesmen formatif. Asesmen ini digunakan sebagai perbaikan

pembelajaran. Berdasarkan hasil yang didapatkan dari asesmen formatif tersebut, pendidik mendapatkan informasi kebutuhan siswa untuk meningkatkan pembelajaran. Adapun asesmen pada akhir proses pembelajaran (*assessment of learning*) berfungsi sebagai asesmen sumatif. Asesmen ini digunakan untuk evaluasi pembelajaran. Asesmen sumatif dilakukan pada akhir materi atau dilaksanakan di akhir semester (Sufyadi et al., 2021). Jenis asesmen dalam penelitian ini adalah *assesment of learning* atau yang dilakukan setelah siswa mempelajari materi. Adapun pendekatan yang digunakan adalah *systems thinking*.

3. *Systems Thinking*

Systems thinking atau pemikiran sistem dapat didefinisikan sebagai pendekatan atau keterampilan. Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) menjabarkan sistem sebagai perangkat unsur yang secara teratur saling berkaitan sehingga membentuk suatu prosedur. Sementara itu, Sarah York berpendapat pemikiran sistem adalah suatu pendekatan yang menyeluruh sebagai satu kesatuan dan berfokus pada hubungan timbal balik pada komponen yang terdapat dalam sistem (York & Orgill, 2020). Berdasarkan definisi tersebut *systems thinking* dapat diartikan sebagai suatu cara pandang dan pembicaraan mengenai realitas kehidupan. *Systems*

thinking memberikan perspektif yang menyeluruh tentang cara kerja dunia.

Beberapa ahli mengemukakan pendapat mengenai makna *systems thinking*. John Goekler berpendapat bahwa *systems thinking* adalah cara berpikir, bahasa, dan seperangkat alat untuk mengeksplorasi dan memahami interaksi yang menentukan perilaku suatu sistem (Goekler, 2003). Reisman dan Oral mengklaim bahwa *systems thinking* adalah berpikir secara sistematis dengan berfokus pada interaksi dinamis dan seringkali non-linear dari komponen sistem dan lingkungan tempat sistem beroperasi (Reisman & Oral, 2005). Senge mencatat bahwa *systems thinking* berkaitan dengan pengenalan pola dan keterkaitan, serta penggunaannya untuk membangun proses mental yang lebih efektif dan efisien (Senge, 2006). Evagorou et al. berpendapat bahwa *systems thinking* adalah kemampuan untuk memahami dan menginterpretasikan sistem yang kompleks (Evagorou et al., 2009). Arnold dan Wade (2015) mendefinisikan *systems thinking* sebagai sekumpulan keterampilan analitik yang bersifat sinergis, yang digunakan untuk meningkatkan kapasitas dalam mengidentifikasi dan memahami sistem, memprediksi perilaku sistem tersebut, serta merancang modifikasi yang diperlukan guna menghasilkan efek yang diinginkan (Arnold & Wade, 2015).

Systems thinking adalah pendekatan yang lebih holistik yang mencakup pemeriksaan kompleksitas, fokus pada hubungan antara konsep kimia yang berbeda, dan pertimbangan tentang sifat dinamis dari proses kimia. Mahaffy mengklarifikasi bahwa pendekatan *systems thinking* dapat membantu memvisualisasikan interkoneksi dan hubungan bagian-bagian sistem (Mahaffy et al., 2019). *Systems thinking* memungkinkan siswa untuk mengembangkan keterampilan yang diperlukan untuk memahami dan menangani masalah dunia nyata yang kompleks (Aubrecht et al., 2019).

Berdasarkan pengertian dan pendapat dari para ahli tersebut dapat disimpulkan bahwa *systems thinking* adalah suatu cara berpikir yang menyeluruh dan sistematis. *Systems thinking* atau pemikiran sistem membahas pengenalan pola keterkaitan antara satu aspek dengan aspek yang lainnya untuk meningkatkan kemampuan mengidentifikasi dan memahami sistem, memprediksi perilaku dan merancang modifikasi untuk menghasilkan efek yang diinginkan.

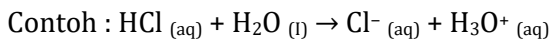
Adapun materi yang menjadi fokus dalam penelitian ini adalah materi asam basa. Karena relevan untuk mengaplikasikan pendekatan *systems thinking* dalam memahami konsep kimia secara holistik.

4. Asam Basa

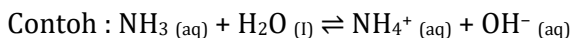
1) Perkembangan Teori Asam Basa

a. Teori Asam Basa Arrhenius

Asam adalah substansi yang menghasilkan satu atau lebih ion hidrogen saat larut dalam air. Salah satu contoh senyawa asam adalah asam klorida, yang saat dilarutkan dalam air akan membentuk ion hidronium (H_3O^+) dan ion klorida.

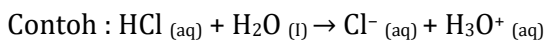


Basa adalah substansi yang menghasilkan satu atau lebih ion hidroksida (OH^-) ketika larut dalam air. Salah satu contoh senyawa basa adalah NH_3 .

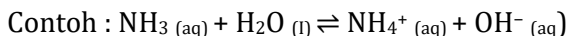


b. Teori Asam Basa Bronsted Lowry

Asam merupakan substansi yang mendonorkan proton (ion H^+) sedangkan basa merupakan substansi yang menerima proton (ion H^+). Menurut Bronsted-Lowry, asam dapat dipahami sebagai konjugat dari basa konjugasi basa, dan sebaliknya, basa sebagai konjugat dari asam. Reaksi antara asam dan basa menurut teori Arrhenius juga dapat dijelaskan melalui teori asam basa Bronsted-Lowry.



HCl termasuk asam karena memberikan proton kepada H_2O yang merupakan basa. Setelah HCl melepaskan proton, Cl^- menjadi basa konjugasinya. Sementara itu, ketika air menerima proton dari asam klorida, berubah menjadi ion hidronium (H_3O^+) yang merupakan asam konjugasi dari H_2O .



NH_3 merupakan basa karena menerima proton (ion H^+) dari H_2O yang merupakan asam. Ketika NH_3 menerima proton, berubah menjadi ion NH_4^+ yang merupakan asam konjugasi dari NH_3 . OH^- merupakan basa konjugasi dari H_2O yang telah memberikan protonnya.

c. Teori Asam Basa Lewis

Asam Lewis adalah spesi (atom, ion, atau molekul) sebagai akseptor pasangan elektron, sementara basa Lewis adalah spesi yang berperan sebagai donor pasangan elektron. Ketika asam Lewis bereaksi dengan basa Lewis, terbentuk ikatan kovalen. Produk dari reaksi antara asam-basa Lewis disebut adisi atau senyawa adisi (Petrucchi et al., 2017)



NH_3 berperan sebagai basa dengan memberikan pasangan elektron bebasnya untuk berikatan dengan BF_3 membentuk ikatan koordinasi.

2) Indikator Asam Basa

Indikator asam basa merupakan senyawa pewarna yang mengalami perubahan warna ketika berada dalam larutan asam atau basa. Fungsi utama indikator asam basa adalah untuk membedakan antara larutan asam dan larutan basa. Sebagai contoh, kertas lakmus berubah menjadi merah saat terpapar larutan asam dan berwarna biru dalam larutan basa. Di laboratorium, beberapa indikator yang sering digunakan antara lain kertas lakmus, fenoltalein, metil merah, dan metil jingga.

Tabel 2. 1 Indikator Asam Basa

Indikator	Larutan Asam	Larutan Basa	Larutan Netral
Fenoltalein	Tidak berwarna	Merah	Tidak berwarna
Metil jingga	Merah	Kuning	Kuning
Metil jingga	Merah	Kuning	Kuning

3) Kekuatan Asam Basa

Asam kuat dan basa kuat sepenuhnya terionisasi dalam air, sementara asam lemah dan basa lemah hanya terionisasi sebagian. Larutan asam dan basa termasuk dalam kategori larutan elektrolit yang mampu menghantarkan arus listrik. Kemampuan penghantaran listrik setiap larutan bergantung pada konsentrasi ion-ion dalam larutan tersebut. Elektrolit kuat terionisasi sepenuhnya, sehingga konsentrasi ion-ion

dalam larutan tersebut relatif lebih tinggi. Sebaliknya, elektrolit lemah hanya terionisasi sebagian kecil, sehingga konsentrasi ion-ion relatif lebih rendah. Derajat ionisasi (α) merupakan parameter yang menunjukkan perbandingan antara jumlah zat yang terionisasi dan jumlah total zat yang dilarutkan.

Derajat ionisasi memiliki rentang nilai antara 0 dan 1. Elektrolit yang bersifat kuat memiliki derajat ionisasi (α) sebesar 1, sementara elektrolit yang bersifat lemah memiliki nilai derajat ionisasi (α) yang mendekati nol (Iskandar, 2017).

Asam kuat: HCl, HI, HBr, H₂SO₄, HClO₄

Asam lemah: CH₃COOH, H₂S, H₂CO₃

Basa kuat: NaOH, KOH, Ca(OH)₂, Ba(OH)₂

Basa lemah: NH₄OH

4) Derajat Keasaman

Pada tahun 1909, seorang ahli biokimia asal Denmark bernama Sorensen mengusulkan simbol pH sebagai potensial ion hidrogen, yang didefinisikan sebagai logaritma negatif dari konsentrasi ion hidrogen (H⁺) atau (H₃O⁺) (Haryono, 2019). Nilai pH memberikan informasi mengenai kekuatan suatu asam atau basa.

Pada molaritas yang sama, kekuatan suatu asam ditunjukkan oleh molritas ion yang lebih besar dalam larutan,

menyebabkan nilai pH yang lebih rendah. Dengan kata lain, semakin kuat asam semakin kecil nilai pH nya. Sebaliknya, kekuatan suatu basa dapat dilihat dari molaritas ion yang lebih besar dalam larutan. Semakin besar molaritas ion, semakin kecil nilai pH. Oleh karena itu, semakin kuat suatu basa, semakin besar nilai pH nya (Permana, 2009).

Larutan asam memiliki pH di bawah 7, dan semakin mendekati ujung kiri jalur pH, nilai pH nya akan semakin kecil yang menunjukkan` sifat keasaman yang lebih tinggi dengan pH di atas 7. Sebaliknya, semakin mendekati ujung kanan jalur pH, nilai pH nya akan semakin besar, menunjukkan kekuatan sifat kebasaan yang lebih tinggi. Untuk mengukur derajat keasaman suatularutan, dapat menggunakan rumus :

$$\text{pH} = -\log (\text{H}_3\text{O}^+)$$

$$\text{pOH} = -\log (\text{OH}^-)$$

5. Asesmen *Systems Thinking* pada Asam Basa

Asesmen menurut adalah proses pengumpulan, penafsiran dan penggunaan bukti untuk membuat keputusan tentang prestasi siswa dalam pendidikan. Asesmen secara garis besar dapat digunakan: (1) untuk menentukan tingkat pencapaian hasil pembelajaran yang dikenal dengan asesmen sumatif atau *assessment of learning* (AoL), dan (2) untuk memperbaiki proses pembelajaran yang dikenal dengan

asesmen formatif atau *assessment for learning* (AfL). Selanjutnya, asesmen formatif dapat digunakan untuk memperbaiki: (1) proses pembelajaran oleh guru atau *assessment for learning*, dan (2) proses pembelajaran oleh siswa atau *assessment as learning* (Sudiyanto et al., 2015). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan (Assaraf & Orion, 2005) maka asesmen yang akan diukur pada penelitian ini meliputi beberapa indikator, diantaranya :

Tabel 2. 2 Indikator *Systems Thinking*

No	Indikator <i>System Thinking</i>
1	Mengidentifikasi komponen sistem dan proses dalam sistem
2	Mengidentifikasi hubungan diantara komponen sistem
3	Mengidentifikasi hubungan dinamis dalam sistem
4	Mengatur komponen sistem dan proses dalam kerangka hubungan
5	Memahami siklus sistem
6	Membuat generalisasi
7	Memahami dimensi tersembunyi sistem
8	Berpikir secara temporer, retrospeksi dan prediksi

Indikator mengidentifikasi komponen sistem dan proses dalam sistem yaitu melibatkan identifikasi komponen-komponen utama dalam sistem dan proses yang berlangsung di dalamnya (Assaraf & Orion, 2005). Dengan mengidentifikasi komponen dan prosesnya dapat dipahami dinamika sistem pada asam basa, seperti perubahan pH, kekuatan relatif asam

dan basa, serta dampak dari pencampuran berbagai asam dan basa.

Indikator kedua mengidentifikasi hubungan diantara komponen sistem melibatkan pemahaman bagaimana komponen-komponen saling berinteraksi dan mempengaruhi satu sama lain (Assaraf & Orion, 2005). Dengan mengidentifikasi hubungan antar komponen sistem, diharapkan siswa dapat memprediksi bagaimana perubahan dalam satu komponen akan mempengaruhi komponen lain.

Indikator ketiga mengidentifikasi hubungan dinamis dalam sistem melibatkan pemahaman interaksi antara komponen-komponen sistem berubah seiring waktu dan perubahan satu komponen dapat mempengaruhi keseluruhan sistem (Assaraf & Orion, 2005). Dengan memahami hubungan dinamis, diharapkan siswa dapat memprediksi bagaimana sistem akan merespons perubahan, dan bagaimana interaksi antara komponen-komponen sistem berubah dari waktu ke waktu.

Indikator keempat mengatur komponen sistem dan proses dalam kerangka hubungan melibatkan penyusunan elemen-elemen sistem secara terstruktur untuk memahami interaksi dan pengaruh satu sama lain. Dengan menyusun komponen-komponen dalam kerangka hubungan, siswa diharapkan dapat memvisualisasikan perubahan dalam satu

elemen, seperti penambahan asam atau basa mempengaruhi keseluruhan sistem.

Indikator kelima memahami siklus sistem melibatkan kemampuan untuk mengidentifikasi dan memahami tentang pola berulang yang terjadi dalam sistem. Dengan memahami siklus sistem, siswa diharapkan dapat memprediksi sistem akan bereaksi terhadap perubahan, dan mengidentifikasi pola yang tidak terlihat dengan pengamatan jangka pendek.

Indikator keenam membuat generalisasi berarti mengetahui konsep umum yang dapat diterapkan pada situasi yang melibatkan reaksi asam basa. Dengan membuat generalisasi dari pola dalam sistem asam basa, siswa diharapkan dapat mengembangkan aturan dan konsep untuk memudahkan pemahaman.

Indikator ketujuh memahami dimensi tersembunyi sistem melibatkan kemampuan pengenalan dan analisis elemen atau faktor yang tidak terlihat secara langsung tapi mempunyai dampak terhadap sistem. Dengan memahami dimensi tersembunyi siswa diharapkan dapat memprediksi perilaku asam basa.

Indikator kedelapan berpikir secara temporer, retrospeksi dan prediksi melibatkan kemampuan untuk menganalisis sistem berdasarkan perspektif waktu, seperti perilaku sistem di masa lalu, saat ini, dan di masa depan.

Dengan berpikir secara temporer, retrospeksi, dan prediksi siswa diharapkan dapat memahami sistem asam basa dengan lebih efektif (Assaraf & Orion, 2005).

B. Kajian Pustaka

Ide penelitian ini berasal dari hasil penelitian sebelumnya yang dijadikan sebagai referensi dalam penelitian. Beberapa penelitian terdahulu dengan topik serupa telah dilakukan oleh peneliti terdahulu, antara lain sebagai berikut:

Pengembangan instrumen tes dilakukan oleh (Fauziyyah, 2023) dengan judul Pengembangan Instrumen Tes Literasi Sains materi Hukum Dasar Kimia pada Kurikulum Merdeka. Hasil penelitian ini adalah 15 soal uraian yang telah melalui tahap validasi oleh validator dan dianalisis menggunakan model Rasch dengan bantuan *software Ministep*. Hasil uji kualitas instrumen dinyatakan layak digunakan. Hasil analisis dengan nilai *Person Reliability* sebesar 0,66 (lemah), *item reliability* sebesar 0,94 (bagus sekali), dan *Alpha Cronbach* sebesar 0,73 (bagus). Perbedaan penelitian dengan penelitian yang akan dilakukan adalah pendekatan dengan *systems thinking* pada pengembangan asesmen di materi asam basa.

Penelitian lain yaitu dilakukan oleh (Ravi et al., 2021) dengan judul *Identifying Opportunities to Promote Systems Thinking in Catalysis Education*. Penelitian ini adalah untuk

mengidentifikasi peluang untuk menerapkan pendekatan pembelajaran *systems thinking* tingkat universitas dalam materi katalisis. Peneliti menggunakan alar grafis yang disebut alat grafis SOCME. Alat grafis ini berupa diagram atau peta konsep yang saling dihubungkan dengan garis panah. Pelaksanaannya menggunakan model pembelajaran *Think-Pair-Share*. Perbedaan penelitian tersebut dengan penelitian yang dilakukan peneliti adalah: a) Penerapan *systems thinking* untuk topik asam basa di tingkat SMA/MA; b) penelitian yang dilakukan adalah mengembangkan instrumen asesmen yang dirancang untuk mengevaluasi kemampuan *systems thinking* siswa SMA/MA; dan c) penelitian ditujukan untuk siswa sekolah menengah yang cenderung baru memahami konsep kimia, sehingga menjadi sarana untuk memperkenalkan pendekatan *systems thinking* pada level yang lebih sederhana.

Penelitian pengembangan instrumen penilaian *systems thinking* yang dilakukan oleh (Johariah et al., 2023) dengan judul Pengembangan Instrumen Penilaian Untuk Mengukur Kemampuan Berpikir Sistem Siswa SMP Pada Materi Pencemaran Lingkungan. Kevalidan instrument penilaian yang telah dikembangkan didasarkan pada validasi ahli, dengan persentase kesesuaian isi mencapai 99,6%, konstruksi 86,6% dan bahasa 84,6%. Dengan demikian, instrumen penilaian yang berfokus pada materi pencemaran lingkungan ini

dinyatakan valid berdasarkan penilaian dari ahli, baik dalam aspek kesesuaian isi, konstruksi maupun bahasa. Adapun perbedaan antara penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian yang telah dilakukan adalah materi pada asesmen yang dikembangkan dengan pendekatan *systems thinking* adalah materi asam basa.

Penelitian lain yang relevan yaitu yang dilakukan oleh Amalia Septhyanda, Maya Istyadji, dan Rusmansyah (Septhyanda et al., 2019) dengan judul *Implementasi Systems Thinking Learning Cycle (STLC) Terhadap Kedalaman Konsep dan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan*. Hasil penelitian menunjukkan terdapat pengaruh terhadap kedalaman konsep siswa, dan hasil belajar siswa. Adapun perbedaan antara penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian yang telah dilakukan adalah: a) Tujuan penelitian berfokus pada pengembangan instrumen asesmen berbasis *systems thinking* pada materi asam basa; b) metode analisis menggunakan analisis Rasch untuk memvalidasi dan mengevaluasi kualitas instrumen asesmen; dan c) produk akhir berupa instrumen asesmen dengan bentuk soal uraian.

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan mengenai pengembangan asesmen, maka peneliti memberikan inovasi terhadap asesmen dengan menggunakan pendekatan

systems thinking dan fokus pada materi asam basa yang diharapkan dapat meningkatkan kemampuan berpikir siswa.

C. Kerangka Berpikir

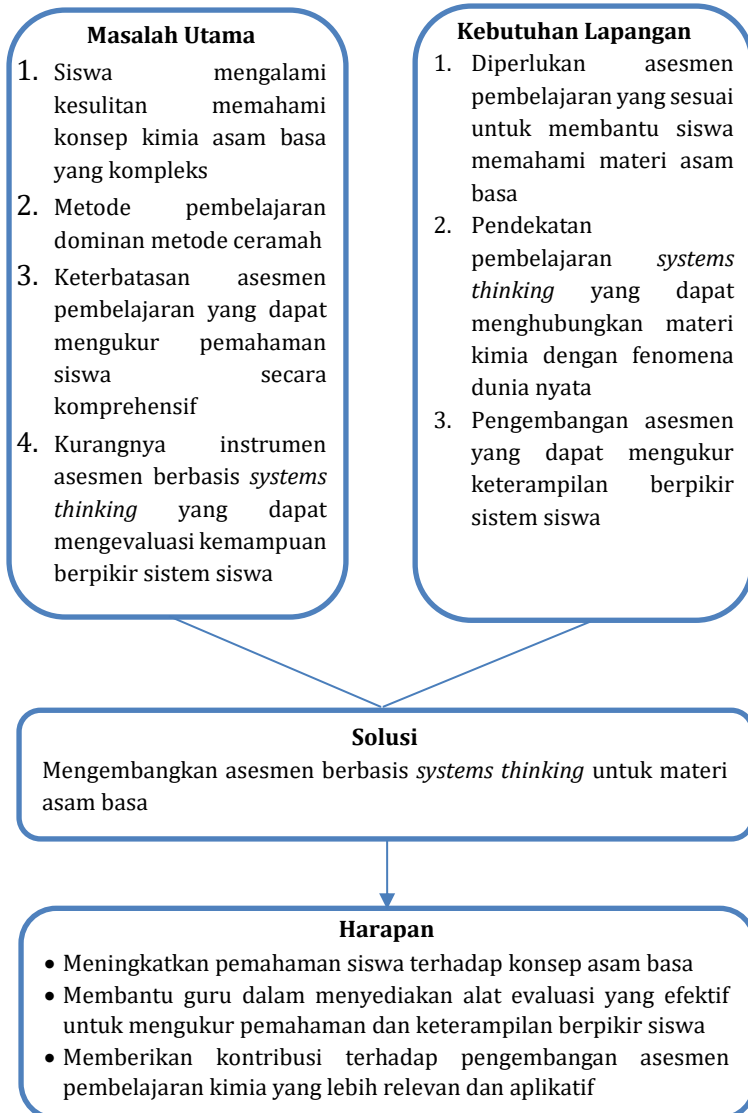
Kemampuan berpikir sistem merupakan kompetensi penting dalam pembelajaran kimia, terutama untuk memahami konsep-konsep kompleks seperti asam-basa. Pendekatan *systems thinking* membantu siswa memahami hubungan antar komponen dalam suatu sistem, sehingga siswa dapat membangun pemahaman yang menyeluruh. Namun, asesmen yang dirancang untuk mengukur kemampuan berpikir sistem pada siswa masih terbatas. Sebagian besar instrumen asesmen belum mengevaluasi sejauh mana siswa mampu mengintegrasikan berbagai konsep dalam suatu sistem.

Berdasarkan pertimbangan tersebut maka peneliti menilai bahwa diperlukan pendekatan yang lebih tersistem dan menyeluruh melalui pendekatan *systems thinking*. Siswa diharapkan bisa mengkonstruksikan idenya melalui *systems thinking* ini dengan menerapkan asam basa dalam kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan kondisi yang telah dijelaskan, peneliti mencoba mengembangkan asesmen untuk mengukur kemampuan berpikir sistem pada siswa. Pengembangan

asesmen ini menggunakan indikator *systems thinking* dari Assaraf & Orion (2005). Dengan langkah-langkah pengembangan yang sistematis, diharapkan instrumen asesmen ini tidak hanya valid dan reliabel, tetapi juga praktis digunakan oleh pendidik dalam pembelajaran.

Berikut kerangka berpikir dalam penelitian ini sebagai berikut:



Gambar 2. 1 Kerangka Berpikir

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Model Penelitian dan Pengembangan

Penelitian ini menerapkan metode penelitian dan pengembangan yang lebih dikenal sebagai metode *Research and Development* (R&D). Dalam pendidikan, penelitian dan pengembangan atau research and development (R&D) adalah metode penelitian yang digunakan untuk mengembangkan atau memvalidasi produk yang digunakan dalam pendidikan dan pembelajaran. Tahapan dalam penelitian dan pengembangan (R&D) dalam penelitian ini mengadopsi model Djemari Mardapi yang terdiri dari: 1) Menyusun spesifikasi tes; 2) Menulis soal tes; 3) Menelaah soal tes; 4) Menganalisis soal; 5) Melakukan uji coba soal; 6) Memperbaiki soal tes; 7) Merakit soal tes; 8) Melaksanakan tes; dan 9) Menafsirkan hasil tes (K.T. Marselina et al., 2021) (Mardapi, 2008). Langkah-langkah yang ditempuh pada penelitian ini hanya sampai pada tahap merakit soal tes, disesuaikan dengan kebutuhan pengembangan di lapangan.

B. Prosedur Penelitian dan Pengembangan

1. Menyusun Spesifikasi Tes

Penelitian dimulai dengan menyusun spesifikasi tes yang didasarkan pada identifikasi potensi dan masalah. Potensi mencakup pada berbagai aspek yang, jika dimanfaatkan, akan memberikan nilai tambah. Di sisi lain, masalah juga dapat dianggap sebagai potensi jika dapat dioptimalkan. Masalah dapat diartikan sebagai ketidaksesuaian antara harapan dan kenyataan. Dalam proses penyusunan spesifikasi tes langkah-langkah yang diambil antara lain penentuan tujuan tes, penyusunan kisi-kisi, pemilihan jenis tes, dan penyusunan tes sumatif. Instrumen penilaian yang dikembangkan didasarkan pada 8 indikator. Bentuk tes pada instrumen penilaian berupa soal uraian dengan jumlah butir 10 soal.

2. Menulis Soal Tes

Penulisan soal tes merujuk pada indikator tes yang digunakan. Proses ini merupakan penjabaran dari indikator menjadi pertanyaan yang sesuai dengan kisi-kisi yang telah dirancang.

3. Menelaah Soal Tes

Produk yang telah dirancang oleh peneliti, selanjutnya ditelaah kembali dan diberikan masukan oleh dosen pembimbing. Saran-saran tersebut akan dimanfaatkan untuk dilakukan perbaikan pada produk sebelum dilaksanakan uji coba skala kecil. Setelah menerima saran dan masukan untuk perbaikan, peneliti akan melakukan revisi terhadap produk.

4. Menganalisis Soal

Tahap ini bertujuan untuk memverifikasi dan mengevaluasi kelayakan desain produk serta menguji reliabilitas soal. Dalam proses ini analisis dilakukan oleh para ahli di bidangnya. Penilaian ahli mencakup 3 aspek yaitu kelayakan isi/materi, ahli konstruk dan ahli bahasa. Berdasarkan masukan yang diberikan oleh para ahli, produk yang telah dirancang akan direvisi untuk meningkatkan ketepatan, efektivitas, dan kualitasnya.

5. Uji Coba Produk (Skala Kecil)

Tahap ini adalah proses uji coba rancangan produk yang bertujuan untuk mengumpulkan data empiris mengenai tingkat soal yang telah disusun. Produk yang dikembangkan diujicobakan pada kelompok kecil yang terdiri dari 27 siswa. Sebagaimana diungkapkan oleh Thiagarajan (1974) proses uji coba, revisi dan uji coba

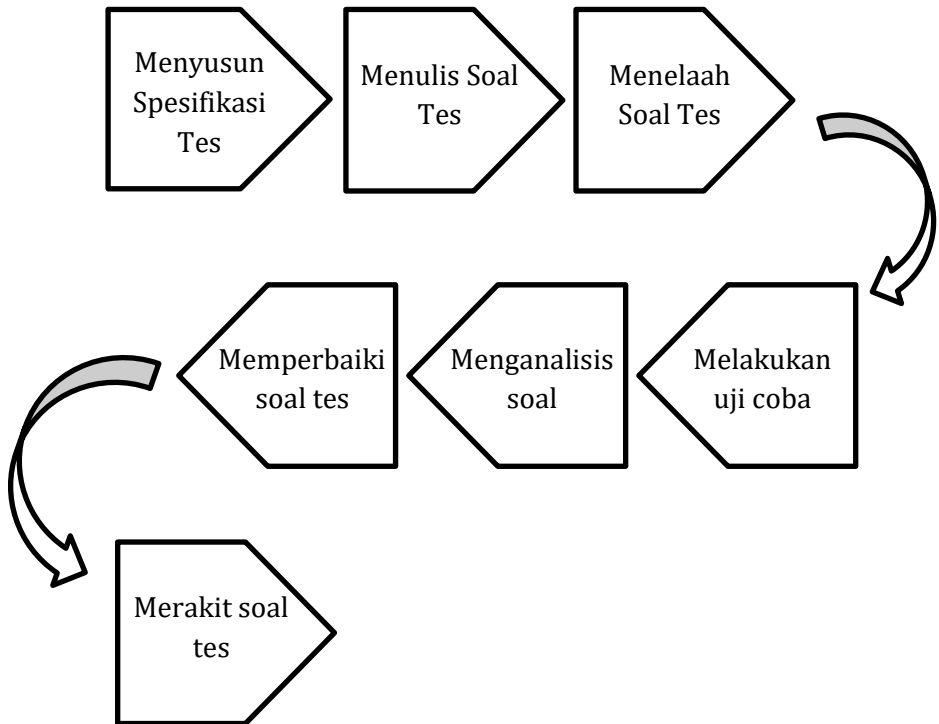
ulang dilakukan secara berkesinambungan hingga tercipta perangkat yang memiliki konsistensi, efektifitas dan efisiensi.

6. Memperbaiki Soal Tes

Setelah produk divalidasi, langkah berikutnya adalah melakukan revisi sesuai dengan saran dan masukan yang diterima dari para validator. Pada tahap ini peneliti memperbaiki dan menyempurnakan aspek-aspek yang perlu perbaikan.

7. Merakit Soal Tes

Soal tes yang telah dibuat, diuji coba, dan dianalisis selanjutnya merancang soal tes yang telah diperbaiki dari beberapa tahapan. Produk akhir ini adalah soal tes yang akan digunakan untuk melaksanakan tes akhir.



Gambar 3. 1 Prosedur Penelitian

C. Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah siswa kelas XII jurusan IPA MAN 2 Semarang. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini adalah menggunakan teknik *purposive sampling*. Pengambilan sampel berdasarkan tujuan tertentu.

D. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

1. Teknik Pengumpulan Data

Peneliti menggunakan beberapa teknik pengumpulan data untuk memperoleh data pada penelitian yang akan dilakukan, diantaranya:

a. Instrumen tes

Instrumen adalah alat yang dipilih dan dipakai dalam pengumpulan data untuk memastikan proses tersebut dilakukan secara sistematis (Arikunto, 2002). Dalam penelitian ini, instrumen yang digunakan yaitu berupa soal tes dengan indikator *systems thinking* dengan jumlah butir 10 soal essay.

b. Wawancara

Wawancara adalah proses komunikasi yang melibatkan pertukaran informasi dan gagasan melalui sesi tanya jawab antara dua pihak atau lebih, dengan tujuan untuk membangun pemahaman mengenai suatu topik tertentu. Objek yang akan digunakan dalam wawancara penelitian adalah pendidik untuk mengetahui permasalahan yang dialami pendidik dalam menyusun asesmen dan sebagai sarana untuk mengenalkan pendekatan *systems thinking*.

c. Dokumentasi

Dokumentasi berupa foto ataupun gambar sebagai bukti dalam melakukan penelitian.

2. Instrumen Pengumpulan Data

a. Soal Esai

Instrumen tes yang diujikan berupa 10 soal esai dengan pendekatan *systems thinking*. Jawaban tes dari siswa dijadikan sebagai dasar untuk mendapatkan skor. Hasil skor siswa kemudian menjadi data untuk menganalisis instrumen lebih lanjut.

b. Dokumentasi

Dokumentasi dilakukan untuk melengkapi data pendukung yang relevan dalam penelitian. Hal itu digunakan untuk mencari informasi tambahan mengenai peserta didik.

E. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data diterapkan untuk mengolah informasi yang didapatkan dari kegiatan penelitian. Dalam penelitian ini teknik analisis data mencakup uji validitas isi dan uji reliabilitas.

a. Analisis Validasi

Analisis validasi menggunakan skala *likert* 1-4. Data hasil validasi selanjutnya dianalisis pada jumlah rerata skor jawaban pada setiap aspek penilaian dengan rumus:

$$\text{Rerata skor} = \frac{\text{jumlah skor}}{\text{jumlah butir}}$$

Kemudian untuk rumus presentasi hasil dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut

$$\text{Presentase} = \frac{\text{nilai rata} - \text{rata akhir}}{\text{skor maksimum}} \times 100\%$$

Kategori kelayakan ditentukan berdasarkan kriteria sebagai berikut

Tabel 3. 1 Kriteria Kelayakan

Skor dalam persen (%)	Kategori Kelayakan
< 21%	Sangat tidak layak
21 – 40%	Tidak layak
41 – 60%	Cukup layak
61 – 80%	Layak
81 – 100%	Sangat layak

Sumber: (Suharsimi, 2006)

b. Uji Validitas Isi

Validitas isi adalah jenis validitas yang menekankan pada komponen atau elemen apa saja yang terdapat dalam instrumen pengukuran (Coaley, 2014). Validitas isi berkaitan dengan format instrumen yang digunakan dalam asesmen. Validitas isi memeriksa sejauh mana instrumen

tersebut akurat dan sesuai dengan tujuannya. Beberapa pertanyaan yang perlu dijawab dalam konsep validitas isi antara lain: (1) seberapa tepat isi instrumen tersebut, (2) apakah instrumen tersebut berhasil mengukur variabel yang ingin diukur, (3) sejauh mana butir tes mewakili materi yang diujikan, dan (4) sejauh mana format instrumen tersebut sesuai. Uji validitas yang digunakan adalah uji validitas Gregory (Gregory, 2004). Mekanisme perhitungan validitas isi menurut Geogery adalah sebagai berikut .

- 1) Para ahli yang kompeten diminta untuk mengevaluasi instrumen dengan menilai setiap butir, menggunakan skala, misalnya skala 1-2-3-4.
- 2) Setelah dilakukan penilaian, skala tersebut dikelompokkan, dimana skor 1-2 dikelompokkan sebagai kurang relevan dan skor 3-4 dikelompokkan sebagai sangat relevan.
- 3) Hasil evaluasi para ahli kemudian disusun dalam bentuk matriks, seperti yang ditunjukkan dibawah ini:

Tabel 3. 2 Kriteria Penilaian Pakar

Penilai 1		Penilai 2		Penilai n	
Kurang Relevan (skor 1-2)	Sangat Relevan (skor 3-4)	Kurang Relevan (skor 1-2)	Sangat Relevan (skor 3-4)	Kurang Relevan (skor 1-2)	Sangat Relevan (skor 3-4)
...	...	...	...	...	...

- 4) Selanjutnya, dibuat tabulasi silang, misalnya untuk dua penilai sebagai contoh berikut:

Tabel 3. 3 Tabulasi Penilai Pakar

Tabulasi 2x2		Penilai 1	
		Kurang Relevan (skor 1-2)	Sangat Relevan (skor 3-4)
Penilai 2	Kurang Relevan (skor 1-2)	(A)	(B)
	Sangat Relevan (skor 3-4)	(C)	(D)

- 5) Perhitungan validitas isi dilakukan menggunakan rumus:

$$CV = \frac{D}{A + B + C + D}$$

Keterangan :

A = sel yang mengindikasikan ketidaksepakatan antara kedua penilai

B dan C = sel yang mengindikasikan adanya perbedaan pendapat antara penilai

D = sel yang mencerminkan kesesuaian valid antara dua penilai

Tabel 3. 4 Kriteria Validitas Uji Gregory

No	Rentang Nilai	Kriteria
1.	0,8 – 1	Validitas sangat tinggi
2.	0,6 – 0,79	Validitas tinggi
3.	0,40 – 0,59	Validitas sedang
4.	0,20 – 0,39	Validitas rendah
5.	0,00 – 0,19	Validitas sangat rendah

Sumber: (Gregory, 2004)

c. Uji Reliabilitas

Pengujian reliabilitas dilakukan untuk mengukur bahwa suatu instrumen cukup andal dan layak digunakan sebagai alat pengumpulan data, karena instrumen tersebut telah memenuhi kriteria baik. Menurut (Loewenthal & Lewis, 2020), reliabilitas didefinisikan sebagai konsistensi sebuah alat ukur dalam mengukur suatu konstruk. Pengukuran yang baik akan memiliki nilai reliabilitas yang tinggi apabila dapat menghasilkan skor yang konsisten. Uji reliabilitas pada penelitian ini menerapkan model Rasch dengan menguji reliabilitas menggunakan koefisien *Alpha Cronbach*. Kriteria uji reliabilitas dengan menggunakan model Rasch ditunjukkan pada tabel berikut (Sumintono & Widhiarso, 2015).

$$P(X_{ni} = 1 | \theta_n, \beta_i) = \frac{e^{(\theta_n - \beta_i)}}{1 + e^{(\theta_n - \beta_i)}}$$

Keterangan :

$P(X_{ni} = 1|\theta_n, \beta_i)$ = probabilitas peserta n menjawab benar soal i

θ_n = kemampuan peserta n

β_i = kesulitan soal i

e = bilangan Euler 2,718

Tabel 3. 5 Kriteria Reliabilitas Soal

Nilai r	Kriteria
<0,5	Buruk
0,5 - 0,6	Jelek
0,6 - 0,7	Cukup
0,7 - 0,8	Bagus
>0,8	Bagus Sekali

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengembangan Produk Awal

Penelitian ini merupakan penelitian *Research and Development* atau penelitian dan pengembangan untuk menghasilkan produk berupa asesmen *system thinking* pada materi asam basa. Adapun tahapan yang telah dilakukan peneliti yaitu: 1) Menyusun spesifikasi tes; 2) Menulis soal tes; 3) Menelaah soal tes; 4) Melakukan uji coba; 5) Menganalisis soal; 6) Memperbaiki soal tes; dan 7) Merakit soal tes. Pengembangan asesmen *systems thinking* pada materi asam basa mengikuti tahapan model pengembangan Mardapi.

Data penelitian diperoleh berdasarkan hasil uji coba asesmen *systems thinking* pada siswa kelas XII IPA MAN 2 Semarang. Uji coba asesmen dilakukan pada tanggal 23 Agustus 2024 dengan diikuti oleh 27 siswa yang telah mempelajari materi asam basa.

1. Menyusun Spesifikasi Tes dan Menulis Soal Tes

Pengembangan tes bertujuan untuk menerapkan soal-soal dengan pendekatan *systems thinking* dalam materi asam basa, serta mengkaji pengaruhnya terhadap pemahaman

siswa. Dengan demikian, tes ini berfungsi sebagai instrumen untuk menguji penerapan pendekatan *systems thinking* dalam konteks pembelajaran kimia.

Kompetensi yang diharapkan dari penerapan soal berbasis *system thinking* ini meliputi kemampuan menghubungkan konsep-konsep kimia yang saling terkait, pemahaman tentang interaksi antara elemen-elemen dalam sistem kimia, dan analisis konsekuensi dari perubahan dalam suatu sistem kimia. Tes ini menggunakan format esai untuk memungkinkan siswa menjelaskan secara rinci bagaimana siswa menghubungkan konsep kimia.

Asesmen yang dikembangkan berdasarkan capaian pembelajaran (CP) dari modul ajar dalam Kurikulum Merdeka, yang menekankan pada penguasaan konsep asam-basa secara mendalam serta pada kemampuan berpikir kritis dan analitis.

2. Menelaah Soal Tes

Tahap ini memiliki tujuan untuk memberikan validasi atau memberikan evaluasi kelayakan rancangan soal sebelum digunakan dalam pengambilan data. Instrumen yang telah disusun kemudian divalidasi oleh para ahli, yang terdiri dari dua orang dosen dan dua orang guru kimia. Uji validitas dilakukan dengan menggunakan angket validasi.

Penilaian ahli mencakup 4 aspek yaitu kelayakan isi/materi, aspek konstruk, aspek bahasa, dan keterbacaan.

Validator menilai dan memberikan saran beserta komentar tentang instrumen asesmen *systems thinking*. Validasi dilakukan oleh 4 validator, 2 dosen dan 2 guru, yaitu ibu Dr. Sri Mulyanti, M.Pd, bapak Mohammad Agus Prayitno, M.Pd, bapak Muhammad Zahri Johan, M.Pd, dan ibu Roidatun Niswati, S.T. Berdasarkan masukan dari para ahli, produk yang telah disusun direvisi untuk meningkatkan ketepatan, efektivitas, dan kualitas yang dihasilkan.

Berdasarkan hasil penilaian yang diberikan oleh validator, dapat dilihat bahwa kualitas instrumen soal dinilai dalam empat aspek, yaitu penilaian isi, penilaian konstruk, penilaian bahasa, dan keterbacaan. Setiap aspek ini dinilai pada sepuluh nomor soal yang berbeda dengan variasi skor yang menunjukkan kekuatan dan kelemahan pada instrumen yang digunakan. Adapun rekap penilaian masing-masing validator disajikan pada lampiran 9.

Validator I

D. Penilaian										
Aspek	Nomor									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Penilaian Isi	3	4	4	3	4	4	3	3	4	3
Penilaian Konstruk	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Penilaian Bahasa	2	4	4	3	4	2	3	4	3	3
Keterbacaan	3	3	4	3	4	3	2	3	2	3

Gambar 4. 1 Penilaian Validator I

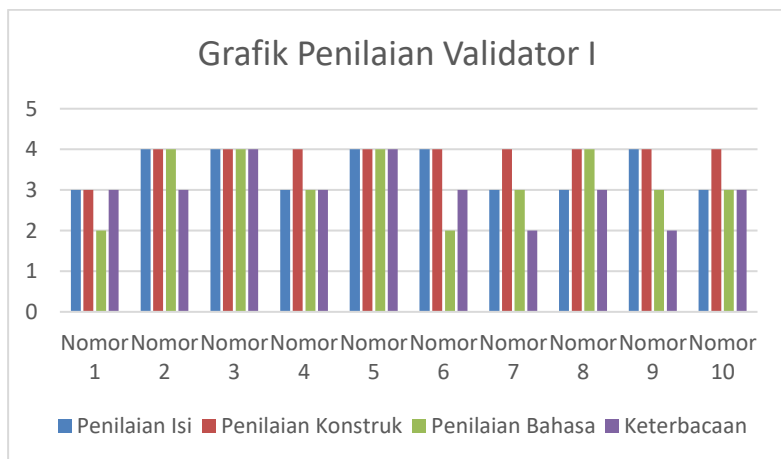
Pada aspek penilaian isi, skor yang diberikan validator I berkisar antara 3 hingga 4. Hal ini menunjukkan bahwa secara umum, konten yang disajikan dalam soal cukup relevan dengan materi yang diharapkan. Pada nomor 1, 4, 7, 8, dan 10 mendapatkan skor 3, hal ini menunjukkan bahwa sebagian soal, konten atau materi masih bisa ditingkatkan agar sesuai dengan kompetensi yang diharapkan sedangkan nomor 2, 3, 5, 6, dan 9 mendapatkan skor 4 menunjukkan materi soal dinilai lebih baik oleh validator.

Pada aspek penilaian konstruksi, hampir semua soal mendapat skor 4, menunjukkan bahwa secara umum struktur dan susunan soal dinilai baik oleh validator. Namun, skor 3 pada nomor 1 menunjukkan masih ada soal yang perlu perbaikan agar lebih jelas dan terstruktur.

Pada penilaian bahasa, skor yang diberikan berkisar antara 2 hingga 4. Nomor 1 dan 6 mendapat skor terendah yang menunjukkan bahwa bahasa yang digunakan pada soal-

soal tersebut perlu diperjelas atau disederhanakan. Skor 4 pada beberapa nomor seperti nomor 2, 3, 5, dan 8 menunjukkan bahwa penggunaan bahasa pada soal tersebut sudah cukup jelas.

Pada aspek keterbacaan, skor yang diberikan berkisar antara 2 hingga 4. Terdapat dua nomor soal, seperti nomor 7 dan 9, mendapat skor 2, yang menunjukkan bahwa soal tersebut dinilai kurang terbaca atau kurang mudah dipahami oleh pembaca. Sehingga masih perlunya perbaikan dalam penyusunan kalimat agar lebih mudah dipahami.



Gambar 4. 2 Grafik Penilaian Validator I

Validator II

D. Penilaian

Aspek	Nomor									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Penilaian Isi	4	4	3	3	3	3	3	2	3	3
Penilaian Konstruksi	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4
Penilaian Bahasa	3	4	2	3	3	4	4	3	2	2
Keterbacaan	4	4	2	4	3	4	4	3	3	2

Gambar 4. 3 Penilaian Validator II

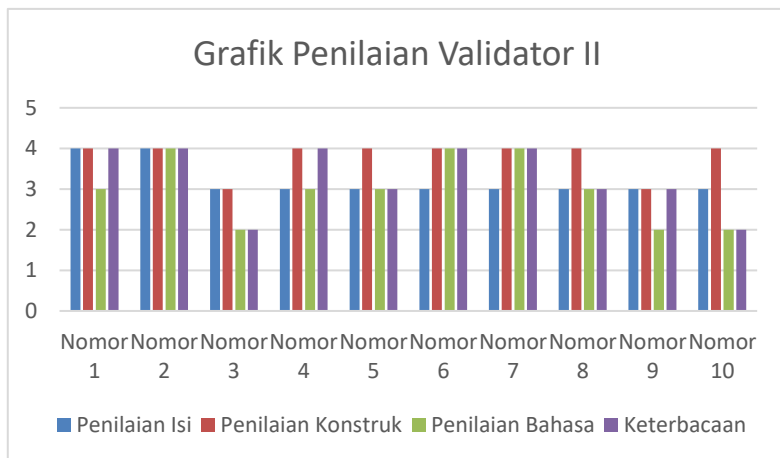
Pada aspek penilaian isi sebagian besar soal mendapatkan skor yang cukup baik, berkisar antara 3 hingga 4. Hal ini menunjukkan bahwa konten yang disajikan sudah cukup sesuai dengan tujuan pembelajaran, meskipun masih perlu diperbaiki, terutama pada nomor 3 hingga 10.

Pada aspek penilaian konstruksi, hasil yang diperoleh cukup konsisten dengan sebagian besar soal mendapatkan skor 4. Namun, ada dua nomor yang mendapatkan skor 3, yaitu nomor 3 dan 9, yang menunjukkan adanya beberapa aspek konstruksi soal yang masih memerlukan penyesuaian agar lebih jelas dan terstruktur.

Pada penilaian bahasa menunjukkan adanya variasi yang lebih signifikan, dengan beberapa soal mendapat skor 2. Skor rendah ini menandakan bahwa beberapa soal mungkin kurang jelas dalam penggunaan bahasa atau istilah yang digunakan, terutama pada nomor 3, 9, dan 10. Oleh karena itu,

revisi pada aspek bahasa sangat diperlukan agar soal lebih mudah dipahami.

Pada aspek keterbacaan terdapat beberapa nomor yang mendapat skor rendah, yaitu nomor 3 dan 10. Hal ini mengindikasikan bahwa soal-soal tersebut mungkin sulit dipahami, sehingga perbaikan pada struktur kalimat dan tata bahasa di bagian ini perlu dilakukan untuk meningkatkan keterbacaan soal.



Gambar 4. 4 Grafik Penilaian Validator II

Semua perbaikan butir soal berdasarkan penilaian dan rekomendasi yang disampaikan oleh validator. Pada validator kedua disimpulkan bahwa instrumen tes *system thinking* materi asam basa layak diujicobakan di lapangan dengan revisi. Saran dan perbaikan yang diberikan oleh validator II

adalah terkait penggunaan bahasa pada instrumen tes, dari 10 butir soal terdapat 6 soal yang perlu diperbaiki kembali terkait penggunaan bahasa dalam penyusunan kalimatnya yaitu nomor 1, 2, 3, 5, 9, dan 10.

Validator III

D. Penilaian

Aspek	Nomor									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Penilaian Isi	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Penilaian Konstruk	3	4	4	3	3	3	3	4	3	3
Penilaian Bahasa	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4
Keterbacaan	3	4	4	4	3	4	3	3	4	4

Gambar 4. 5 Penilaian Validator III

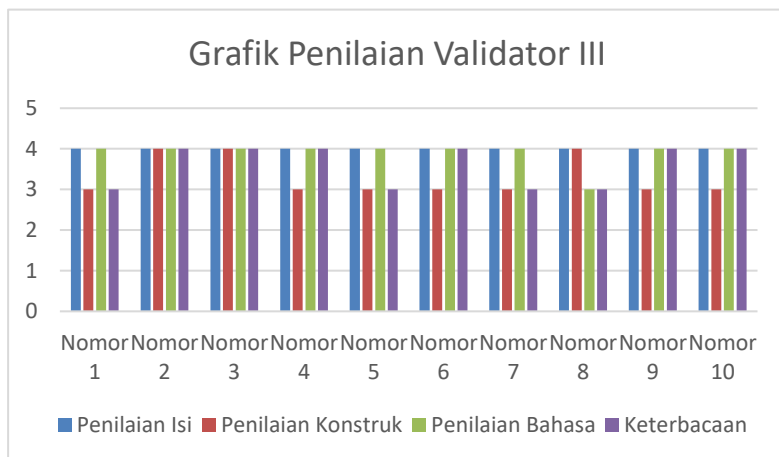
Pada aspek penilaian isi, skor yang diberikan hampir seragam, dengan sebagian besar nomor soal mendapatkan skor 4. Hal ini menunjukkan bahwa konten materi yang disajikan pada setiap soal dinilai sudah cukup baik oleh validator, dengan penilaian yang konsisten pada semua nomor soal.

Pada penilaian konstruk, skor yang diberikan cukup baik yaitu berkisar antara 3 hingga 4. Skor 3 diberikan pada beberapa nomor soal seperti nomor 1, 4, 5, 6, 7, 9, dan 10. Hal ini menunjukkan bahwa ada beberapa bagian konstruksi soal yang masih perlu diperbaiki agar lebih mudah dipahami.

Aspek penilaian bahasa menunjukkan hampir seragam dengan sebagian besar nomor soal memperoleh skor 4. Skor

yang tinggi ini mengindikasikan bahwa bahasa yang digunakan dalam soal sudah cukup jelas dan mudah dipahami, meskipun ada sedikit penurunan pada nomor 8 yang mendapatkan skor 3. Hal ini menunjukkan perlu dilakukan sedikit revisi.

Pada aspek keterbacaan menunjukkan nilai yang diberikan berkisar antara 3 dan 4. Sebagian besar soal mendapatkan nilai 4, yang menunjukkan soal mudah dipahami dan lebih jelas. Nilai 3 pada beberapa soal seperti nomor 1, 5, 7, dan 8 menunjukkan bahwa soal cukup mudah dibaca namun masih memerlukan perbaikan agar lebih optimal. Secara keseluruhan soal sudah cukup mudah terbaca namun dapat ditingkatkan dengan memperbaiki tata letak soal dan memilih kata-kata yang lebih familiar.



Gambar 4. 6 Grafik Penilaian Validator III

Validator IV

D. Penilaian

Aspek	Nomor									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Penilaian Isi	4	4	3	4	3	3	4	4	4	3
Penilaian Konstruk	4	3	4	3	4	3	3	4	3	3
Penilaian Bahasa	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3
Keterbacaan	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3

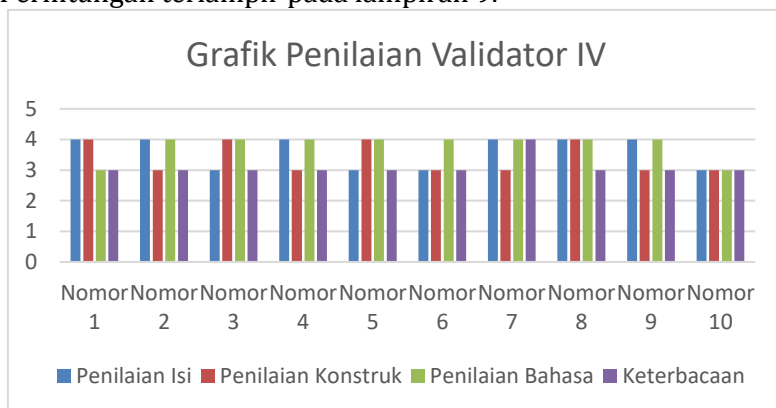
Gambar 4. 7 Penilaian Validator IV

Pada aspek penilaian isi, skor yang diberikan berkisar antara 3 hingga 4. Sebagian besar soal memperoleh skor 4, yang menandakan bahwa konten yang disajikan telah sesuai dengan materi yang diharapkan. Namun, ada beberapa nomor seperti nomor 5, 6, dan 10 yang mendapat skor 3, menunjukkan bahwa konten pada soal-soal tersebut sudah cukup relevan namun perlu sedikit disesuaikan lagi dengan materi yang diharapkan.

Pada aspek penilaian konstruk, skor yang diberikan berkisar antara 3 sampai 4. Skor 4 muncul pada nomor 1, 3, 5, dan 7 menunjukkan bahwa struktur soal secara umum dinilai baik. Namun, pada nomor 2, 4, 6, 8, 9, dan 10 mendapat skor 3, menunjukkan bahwa soal tersebut cukup relevan secara konstruk namun memerlukan sedikit perbaikan dalam penyusunan dan strukturnya.

Aspek penilaian bahasa menunjukkan evaluasi terhadap kejelasan dan ketepatan penggunaan bahasa dalam soal. Dari hasil penilaian validator IV, sebagian besar soal mendapatkan nilai 3 atau 4, yang menunjukkan bahwa penggunaan bahasa sudah cukup baik namun masih perlu ditingkatkan. Contohnya soal nomor 1 dan 10 mendapatkan nilai 3. Sementara itu, aspek keterbacaan hampir semua soal mendapatkan nilai 3 kecuali soal nomor 7 mendapatkan nilai 4. Hal ini menunjukkan bahwa soal sudah cukup mudah dibaca dan dipahami, tetapi masih ada ruang untuk peningkatan.

Berdasarkan penilaian dari validator, instrumen dinyatakan “sangat layak” dengan presentase sebesar 87%. Perhitungan terlampir pada lampiran 9.



Gambar 4. 8 Grafik Penilaian Validator IV

Hasil penilaian dari validator kemudian dikelompokkan menjadi dua, yaitu kurang relevan dengan skor 1-2, dan sangat relevan dengan skor 3-4. Skor yang diperoleh didapat dari nilai rata-rata pada 4 aspek yang dinilai. Kemudian dilakukan tabulasi penyilangan dalam pengujian. Berikut ini adalah kriteria penilaian yang terdapat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4. 1 Kriteria Penilaian Pakar

Penilai 1		Penilai 2		Penilai 3		Penilai 4	
Kurang Relevan (skor 1-2)	Sangat Relevan (skor 3-4)	Kurang Relevan (skor 1-2)	Sangat Relevan (skor 3-4)	Kurang Relevan (skor 1-2)	Sangat Relevan (skor 3-4)	Kurang Relevan (skor 1-2)	Sangat Relevan (skor 3-4)
1	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	3, 9, 10	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

Tabel 4. 2 Tabulasi Penilai I dan II

Tabulasi 2x2		Penilai 1	
		Kurang Relevan (skor 1-2)	Sangat Relevan (skor 3-4)
Penilai 2	Kurang Relevan (skor 1-2)	(A) -	(B) 3, 9, 10

Sangat Relevan (skor 3-4)	(C) 1	(D) 2, 4, 5, 6, 7, 8
------------------------------	----------	-------------------------

$$\begin{aligned}
 CV &= \frac{D}{A + B + C + D} \\
 &= \frac{6}{0 + 3 + 1 + 6} \\
 &= 0,6
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 3 Tabulasi Penilai III dan IV

Tabulasi 2x2		Penilai 3	
		Kurang Relevan (skor 1-2)	Sangat Relevan (skor 3-4)
Penilai 4	Kurang Relevan (skor 1-2)	(A) -	(B) -
	Sangat Relevan (skor 3-4)	(C) -	(D) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

$$\begin{aligned}
 CV &= \frac{10}{A + B + C + D} \\
 &= \frac{10}{0 + 0 + 0 + 10} \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan rumus uji validitas Gregory diperoleh nilai

sebesar 0,6 dan 1. Kriteria penilaian yang diperoleh yaitu “Validitas Sangat Tinggi” dan “Validitas Tinggi” dengan rentang nilai 0,6-0,79 dan 0,8-1.

Uji Validitas dan Reliabilitas

SUMMARY OF 10 MEASURED ITEM								
	TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFIT		OUTFIT	
					MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
MEAN	538.4	27.0	.00	.02	.98	-.40	1.00	-.33
SEM	57.4	.0	.03	.00	.24	.78	.23	.76
P.SD	172.1	.0	.08	.00	.71	2.34	.69	2.27
S.SD	181.4	.0	.09	.00	.75	2.47	.73	2.40
MAX.	831.0	27.0	.18	.03	2.96	5.48	2.90	5.32
MIN.	204.0	27.0	-.14	.02	.35	-3.74	.35	-3.69
REAL RMSE	.02	TRUE SD	.08	SEPARATION	3.26	ITEM	RELIABILITY	.91
MODEL RMSE	.02	TRUE SD	.08	SEPARATION	3.62	ITEM	RELIABILITY	.93
S.E. OF ITEM MEAN = .03								

Gambar 4. 9 Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas

Uji validitas tes yang digunakan adalah *Rasch Model* dengan bantuan *software Ministep*. Menurut Sumintono & Widhiarso (2015) kriteria uji validitas dengan *Rasch Model* adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 4 Kriteria Validitas *Rasch Model*

Nilai <i>outfit</i> MNSQ yang diterima	$0,5 < \text{MNSQ} < 1,5$
Nilai <i>outfit</i> ZSTD yang diterima	$-2,0 < \text{ZSTD} < +2,0$
Nilai <i>Pt Measure Corr</i> yang diterima	$0,4 < \text{Pt Measure Corr} < 0,85$

Berdasarkan hasil analisis pada gambar 4.9, ada beberapa indikator yang digunakan untuk menilai validitas item pada instrumen, yaitu *item reliability*, *item separation*,

serta nilai *outfit*. Nilai *outfit* MNSQ mengukur kecocokan antara data respon dan model, dengan memberi bobot yang sama untuk semua respon, termasuk respon yang ekstrem atau *outlier* (respon yang jauh dari tingkat kemampuan rata-rata). Hasil analisis menunjukkan nilai rata-rata *outfit* MNSQ adalah 1,00 yang berada dalam rentang ideal. Hal ini menunjukkan bahwa secara keseluruhan item pada instrumen memiliki kecocokan yang baik dengan model *Rasch*.

Nilai *outfit* ZSTD mengidentifikasi ketidaksesuaian yang disebabkan oleh respon ekstrem (respon yang jauh dari tingkat kemampuan rata-rata). Jika nilai yang diperoleh nilai positif yang tinggi menandakan bahwa item tersebut memiliki variasi yang lebih tinggi dari yang diprediksi oleh model pada respon ekstrem, sementara nilai negatif menunjukkan variasi yang lebih rendah dari yang diharapkan. Nilai yang diperoleh sebesar -0,33 yang berada dalam rentang ideal yang dapat diartikan bahwa item soal sesuai dengan model *Rasch* dan tidak menunjukkan ketidaksesuaian yang berarti dalam hal respon ekstrem.

Indeks pemisahan item (*separation*) menunjukkan nilai sebesar 3,26 (*real*) dan 3,62 (*model*). Nilai ini menunjukkan bahwa instrumen mampu memisahkan atau membedakan responden ke dalam beberapa tingkat

kemampuan. Semakin tinggi nilai *item separation*, semakin baik pemisahan antar item, yang mengindikasikan bahwa instrumen cukup sensitif untuk membedakan tingkat kesulitan berbeda (Linacre, 2002). Berikut interpretasi nilai *item separation index*

Tabel 4. 5 Nilai *Item Separation Index*

Nilai	Kriteria
$n < 2,0$	Buruk
$2,0 < n < 3,0$	Cukup
$3,0 < n < 4,0$	Baik
$4,0 < n < 5,0$	Sangat baik
$n > 5,0$	Istimewa

Dengan indeks separasi diatas 3, instrumen ini termasuk dalam kategori “baik” dalam memisahkan responden berdasarkan tingkat kemampuannya.

Berdasarkan hasil analisis ini, dapat disimpulkan bahwa secara umum instrumen yang digunakan memiliki validitas yang baik karena memenuhi nilai *outfit* MNSQ dan ZSTD yang dapat diterima dan nilai *item separation index* yang baik. Adapun data sebaran soal misfit atau tidak fit.

ITEM STATISTICS: MISFIT ORDER

ENTRY NUMBER	TOTAL SCORE	TOTAL COUNT	JMLE MEASURE	MODEL S.E.	INFIT MNSQ ZSTD	OUTFIT MNSQ ZSTD	PTMEASUR-AL CORR. EXP.	EXACT MATCH OBS% EXP%	ITEM
8	413	27	.05	.02	2.96 5.48	2.90 5.32	A .30 .31	.0 2.6	P8
5	636	27	-.04	.02	1.36 1.40	1.40 1.51	B .40 .32	11.1 4.6	P5
4	635	27	-.04	.02	1.02 .15	1.01 .10	C .73 .32	3.7 4.5	P4
2	540	27	.00	.02	.95 -.15	.96 -.08	D -.10 .32	.0 3.9	P2
1	743	27	-.09	.02	.71 -1.10	.74 -.98	E .43 .30	3.7 5.0	P1
3	449	27	.04	.02	.67 -1.50	.67 -1.50	e .19 .32	3.7 3.7	P3
7	422	27	.05	.02	.64 -1.66	.67 -1.44	d .08 .31	3.7 2.8	P7
6	831	27	-.14	.02	.65 -1.26	.63 -1.37	c .41 .29	3.7 3.8	P6
9	204	27	.18	.03	.53 -1.61	.63 -1.19	b .00 .23	7.4 6.2	P9
10	511	27	.01	.02	.35 -3.74	.35 -3.69	a .43 .32	11.1 3.8	P10
MEAN	538.4	27.0	.00	.02	.98 -.40	1.00 -.33		4.8 4.1	
P.SD	172.1	.0	.08	.00	.71 2.34	.69 2.27		3.7 1.0	

Gambar 4. 10 Misfit Order

Kriteria nilai *outfit* MNSQ adalah 0,5-1,5. Item 8 memiliki nilai yang melebihi batas 1,5, yaitu 2,90 yang menunjukkan kemungkinan adanya masalah kecocokan pada item. Item lainnya berada dalam rentang yang diterima, menunjukkan bahwa sesuai dengan model Rasch.

Adapun kriteria nilai *outfit* ZSTD adalah -2 hingga +2. Item 8 memiliki nilai yang melebihi batas 2, yaitu 5,32 dan item 10 memiliki nilai yang kurang dari batas -2, yaitu -3,69. Pada item 8 nilai positif tinggi menandakan bahwa item tersebut memiliki variasi yang lebih tinggi dari yang diprediksi oleh model pada respon ekstrem. Sementara pada item 10 memiliki nilai negatif yang lebih rendah dari batas yang diterima menunjukkan variasi yang lebih rendah dari yang diharapkan. Dengan hasil tersebut kedua item perlu untuk diperbaiki atau dihapuskan. Item lainnya berada dalam

rentang yang diterima, menunjukkan bahwa item sesuai dengan model Rasch dan tidak perlu diperbaiki.

Selanjutnya kriteria nilai *Pt. Measure Corr* adalah 0,4 – 0,85. Item 8, 2, 3, 7, dan 9 memiliki nilai yang kurang dari 0,4, yaitu dengan rentang -0,10 hingga 0,3. Berdasarkan nilai tersebut menunjukkan bahwa adanya potensi masalah dalam kontribusi item tersebut terhadap pengukuran kemampuan yang diharapkan. Item lainnya berada dalam rentang yang diterima, menunjukkan bahwa item sesuai dengan tujuan pengukuran instrumen.

Menurut Boone et al., (2013) apabila terdapat salah satu butir soal yang menunjukkan nilai MNSQ dan *Pt Measure Corr* tidak memenuhi kriteria, sementara nilai ZSTD memenuhi kriteria, maka item butir tersebut masih dianggap sesuai (valid). Dengan demikian, butir tersebut tetap dapat dipertahankan. Berdasarkan hasil analisis data yang diperoleh item 8 dan 10 tidak fit karena tidak memenuhi nilai ZSTD. Item lainnya tergolong fit, karena nilai ZSTD masih memenuhi.

Instrumen yang telah dinyatakan valid, selanjutnya dilakukan uji reliabilitas. Hasil dari pengujian reliabilitas pada butir soal dengan menggunakan aplikasi Ministep yaitu sebesar 0,91 (*real*) dan 0,93 (*model*) dari 10 butir soal. Berdasarkan hasil dari uji reliabilitas dapat dilihat bahwa

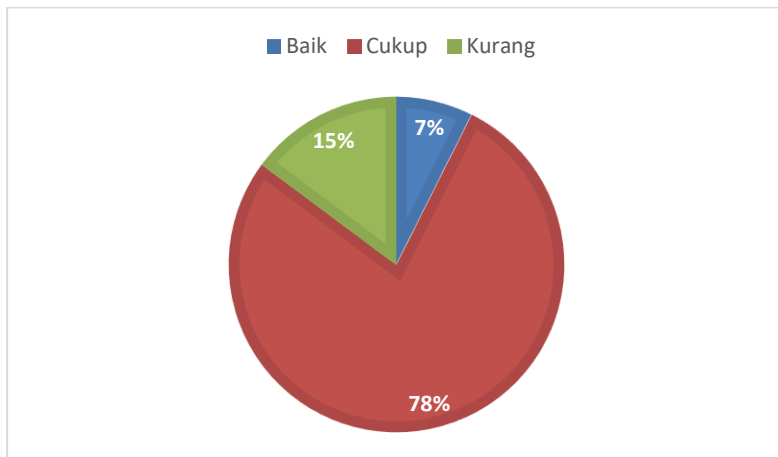
item reliability lebih tinggi dari nilai dasar yaitu $0,91 > 0,60$. Hasil tersebut membuktikan kualitas item dalam membedakan tingkat kemampuan responden cukup tinggi, sehingga dapat dikatakan instrumen reliabel

Penekanan utama penelitian ini pada *item reliability* sebagai indikator keberhasilan pengembangan soal bertujuan untuk memastikan bahwa tiap butir soal memiliki tingkat konsistensi tinggi dalam mengukur konsep yang dimaksud. *Item reliability* yang tinggi menunjukkan bahwa soal-soal yang dikembangkan memiliki kemampuan konsisten untuk mengukur konsep yang ingin dicapai, meskipun responden menunjukkan variasi dalam pemahaman.

3. Melakukan Uji Coba

Pelaksanaan uji coba dilakukan setelah memvalidasi instrumen dan merevisi berdasarkan saran dan komentar dari validator. Asesmen diuji cobakan kepada 27 siswa kelas XII MAN 2 Semarang. Uji coba dilakukan satu kali pertemuan selama dua jam pelajaran.

B. Hasil Uji Coba Produk



Gambar 4. 11 Persentase hasil uji coba

Berdasarkan data yang diperoleh, distribusi nilai siswa terbagi dalam tiga kategori: kurang, cukup, dan baik. Distribusi nilai siswa menunjukkan bahwa sebagian besar siswa berada dalam kategori cukup. Sebanyak 21 siswa (78%) masuk dalam kategori cukup dengan nilai berkisar antara 41 sampai dengan 60. Siswa yang masuk dalam kategori kurang berjumlah 4 orang (15%), dengan nilai antara 34 hingga 37, menunjukkan adanya beberapa siswa yang memerlukan perhatian khusus untuk mencapai kategori cukup. Sementara itu, hanya 2 siswa (7%) yang berhasil mencapai kategori baik, dengan nilai antara 61 hingga 70,

yang menunjukkan tingkat pemahaman dan penguasaan materi yang lebih baik.

Secara keseluruhan, distribusi ini mengindikasikan bahwa mayoritas siswa memenuhi standar dasar pemahaman, namun belum mencapai tingkat pemahaman yang lebih dalam, yang diperlukan untuk mencapai kategori baik. Berdasarkan hasil distribusi nilai siswa diatas, dapat diidentifikasi terdapat 15% siswa yang memerlukan perhatian lebih, misalnya melalui intervensi pembelajaran tambahan, sebanyak 78% siswa dalam kategori cukup mencerminkan bahwa asesmen tidak terlalu mudah atau terlalu sulit, dan sebanyak 7% siswa berada di kategori baik menunjukkan bahwa asesmen dapat membedakan siswa dengan pemahaman yang lebih mendalam. Adapun data nilai terdapat pada lampiran 8.

C. Revisi Produk

Perbaikan dan revisi produk ini dilakukan berdasarkan masukan serta saran dari para ahli dan guru kimia. Berikut adalah pendapat dan rekomendasi yang telah diberikan:

1. Gunakan bahasa yang mudah dibaca dan dipahami
2. Gunakan gambar yang lebih tepat dengan konteks dalam soal

Berikut hasil sebelum dan sesudah revisi disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4. 6 Kisi-kisi sebelum dan setelah direvisi

Sebelum Revisi							Setelah Revisi						
Capaian Pembelajaran	Indikator System Thinking	Tingkat Kognitif	Indikator Pencapaian	Soal	Butir	Nomor Butir	Capaian Pembelajaran	Indikator System Thinking	Tingkat Kognitif	Indikator Pencapaian	Soal	Butir	Nomor Butir
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Menggunakan konsep asam basa dalam kesehatan.	Mengidentifikasi komponen sistem dan proses dalam sistem	Mengingat (C1). Memahami (C2)	Siswa dapat mengidentifikasi komponen dalam reaksi asam basa dan proses dalam reaksi asam basa	Di sebuah wilayah pegunungan, terdapat sebuah danau yang menjadi sumber kehidupan bagi berbagai makhluk hidup. <i>Sumber air adalah air dari hujan dan aliran sungai. Sejak beberapa tahun terakhir, penduduk setempat mengimpor ikan terubuh pada ekosistem danau. Salah satu perubahan yang mencolok adalah menurunnya populasi ikan tertentu dan meningkatnya pertumbuhan ganggang yang tidak biasa.</i> Peneliti dari sebuah universitas memutuskan untuk menyelidiki penyebab perubahan ini. Mereka menemukan bahwa hujan di wilayah tersebut memiliki pH yang lebih rendah dari biasanya, yang mengindikasikan terjadinya hujan asam. Hujan asam terbentuk ketika polutan udara seperti sulfur dioksida (SO_2) dioksidasi	1	1	Menggunakan konsep asam basa dalam kesehatan.	Mengidentifikasi komponen sistem dan proses dalam sistem	Mengingat (C1). Memahami (C2)	Siswa dapat mengidentifikasi komponen dalam reaksi asam basa dan proses dalam reaksi asam basa	Di sebuah wilayah pegunungan, terdapat sebuah danau yang menjadi sumber kehidupan bagi berbagai makhluk hidup. Sumber air adalah air hujan dan aliran sungai. Sejak beberapa tahun terakhir, penduduk setempat mengamati adanya perubahan pada ekosistem danau. Salah satu perubahan yang mencolok adalah menurunnya populasi ikan tertentu dan meningkatnya pertumbuhan ganggang yang tidak biasa. Peneliti dari sebuah universitas memutuskan untuk menyelidiki penyebab yang terjadi di danau. Mereka menemukan bahwa hujan di wilayah tersebut memiliki pH yang lebih rendah dari biasanya, yang mengindikasikan terjadinya hujan asam. Hujan asam terbentuk ketika polutan udara seperti sulfur dioksida (SO_2) dioksidasi	1	1

Mengidentifikasi komponen sistem dan proses dalam sistem	Mengingat (C1). Memahami (C2)	Siswa dapat mengenali komponen konsentrasi, dapat menghitung pH dengan benar, dan menjelaskan hubungan pH dengan konsentrasi $[H^+]$	Siswa kelas XII MAV-2 sedang melakukan eksperimen di laboratorium kimia untuk mempelajari tentang konsep pH dari larutan asam dan basa. Siswa membuat satu larutan asam klorida (HCl) dengan konsentrasi 0.01 M dan satu larutan natrium hidroksida (NaOH) dengan konsentrasi 0.001 M. Pertanyaan: a) Sebutkan komponen utama dalam setiap larutan yang akan mempengaruhi nilai pH nya! b) Hitunglah nilai pH dari larutan HCl dan NaOH tersebut!	1	10
Mengidentifikasi hubungan di antara komponen sistem	Memahami (C2). Menerapkan (C3). Menganalisis (C4)	Siswa dapat menyebutkan komponen pada sistem, menjelaskan hubungan antar	Sebuah pabrik tekstil di pinggiran kota Jakarta membuang limbah cairnya langsung ke sungai yang mengalir melewati beberapa desa. Limbah yang mengandung berbagai zat kimia, termasuk pewarna dan sisa bahan kimia dari proses pencucian dan pewarnaan kain. Salah satu	1	2
Mengidentifikasi komponen sistem	Mengingat (C1). Memahami (C2)	Siswa dapat mengenali komponen konsentrasi, dapat menghitung pH dengan benar, dan menjelaskan hubungan pH dengan konsentrasi $[H^+]$	Siswa kelas sedang melakukan eksperimen di untuk mempelajari tentang konsep pH dari larutan asam dan basa. Larutan yang disiapkan: larutan asam klorida (HCl) dengan konsentrasi 0.01 M dan larutan natrium hidroksida (NaOH) dengan konsentrasi 0.001 M. Pertanyaan: a) Sebutkan komponen utama dalam setiap larutan yang akan mempengaruhi nilai pH nya! b) Hitunglah nilai pH dari larutan HCl dan NaOH tersebut!	1	10
Mengidentifikasi hubungan di antara komponen sistem	Memahami (C2). Menerapkan (C3). Menganalisis (C4)	Siswa dapat menyebutkan komponen pada sistem, menjelaskan hubungan antar komponen, dan	Sebuah pabrik tekstil di pinggiran kota Jakarta membuang limbah cair langsung ke sungai yang mengalir melewati beberapa desa. Limbah pabrik mengandung berbagai zat kimia termasuk pewarna dan sisa bahan kimia dari proses pencucian dan pewarnaan kain. Salah satu komponen utama dalam limbah tersebut adalah	1	2

			Pertanyaan: a) Identifikasi komponen-komponen sistem yang terlihat dalam fenomena ini! b) Bagaimana kekuatan sifat basa yang terbentuk akibat pembuangan limbah cair dari pabrik tekstil dalam air sungai dan pengaruhnya terhadap pH air sungai? c) Apa dampak dari perubahan pH air sungai terhadap kehidupan akuatik dan kesehatan manusia?	1	9
Mengidentifikasi hubungan antara komponen sistem	Menerapkan (C3), Menganalisis (C4)	Siswa dapat menunjukkan hubungan konsep kekuatan asam dengan pH, konstanta disosiasi asam dan menganalisis pengaruh peningkatan konsentrasi	Seorang siswa melakukan eksperimen untuk mengukur pH dari dua larutan yang berbeda satu dengan asam klorida (HCl) dan satu lagi dengan asam asetat (CH ₃ COOH), masing-masing pada konsentrasi 0,1 M. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pH larutan HCl adalah 1, sementara pH larutan CH ₃ COOH adalah sekitar 2,9. Pertanyaan: a) jelaskan hubungan antara kekuatan asam (dengan menggunakan konsep Ka) dan pH untuk kedua larutan tersebut! Manakah yang termasuk asam lemah dan asam kuat?	1	9
			a) <u>Identifikasi komponen-komponen sistem yang terlibat dalam fenomena ini!</u> b) <u>Bagaimana kekuatan sifat basa yang terbentuk akibat pembuangan limbah cair dari pabrik tekstil dalam air sungai dan pengaruhnya terhadap pH air sungai?</u> c) <u>Uraikan dampak dari perubahan pH air sungai terhadap kehidupan akuatik dan kesehatan manusia!</u>		
Mengidentifikasi hubungan antara komponen sistem	Menerapkan (C3), Menganalisis (C4)	Siswa dapat menunjukkan hubungan konsep kekuatan asam dengan pH, konstanta disosiasi asam dan menganalisis pengaruh peningkatan konsentrasi	Seorang siswa melakukan eksperimen untuk mengukur pH dari dua larutan yang berbeda asam klorida (HCl) dan asam asetat (CH ₃ COOH), masing-masing pada konsentrasi 0,1 M. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pH larutan HCl adalah 1, sementara pH larutan CH ₃ COOH adalah sekitar 2,9. Pertanyaan: a) jelaskan hubungan antara kekuatan asam (dengan menggunakan konsep Ka) dan pH untuk kedua larutan tersebut! Manakah yang termasuk asam lemah dan asam kuat? b) Apa yang terjadi pada pH jika konsentrasi larutan CH ₃ COOH dinaikkan menjadi 1 M?	1	9

Mengidentifikasi hubungan dinamis dalam sistem	Menganalisis (C4)	Siswa dapat mengidentifikasi interaksi dan pengaruh antar komponen pada proses reaksi asam basa b) Apa yang terjadi pada pH jika konsentrasi larutan CH_3COOH dinaikkan menjadi 1 M? Di sebuah kota besar, pemukiman penduduk menggunakan batu bara sebagai bahan bakar utama. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang menggunakan batu bara sebagai bahan bakar dalam jumlah besar yang sangat dibutuhkan untuk mendukung kemajuan teknologi di kota tersebut. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, para peneliti lingkungan mengamati adanya penurunan kualitas air di sungai yang berada dekat dengan PLTU tersebut. Mereka menemukan bahwa air sungai mengalami penurunan pH yang signifikan, serta adanya peningkatan kadar logam berat seperti merkuri (Hg) dan timbal (Pb). Hal ini disebabkan oleh emisi gas SO_2 dan NO_x dari pembakaran batu bara yang	1 3
Mengukur komponen	Menganalisis (C4)	Pertanyaan: a) Jelaskan bagaimana penggunaan teknologi pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) dapat menyebabkan perubahan pada kualitas air sungai? Jelaskan dalam diagram alir! b) Bagaimana peran asam yang dihasilkan dari emisi PLTU mempengaruhi pH air sungai? c) Berikan dua contoh teknologi atau metode yang dapat digunakan untuk mengurangi emisi SO_2 dan NO_x dari PLTU! Perhatikan dua reaksi asam basa berikut!	1 4
Mengidentifikasi hubungan dinamis dalam sistem	Menganalisis (C4)	Siswa dapat mengidentifikasi interaksi dan pengaruh antar komponen pada proses reaksi asam basa Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) menggunakan batu bara sebagai bahan bakar utama. Tenaga uap menghasilkan listrik dalam jumlah besar yang sangat dibutuhkan untuk mendukung kemajuan teknologi di kota tersebut. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, para peneliti lingkungan mengamati adanya penurunan kualitas air di sungai yang berada dekat dengan PLTU tersebut. Mereka menemukan bahwa air sungai mengalami penurunan pH yang signifikan, serta adanya peningkatan kadar logam berat seperti merkuri (Hg) dan timbal (Pb). Hal ini disebabkan oleh emisi gas SO_2 dan NO_x dari pembakaran batu bara yang menyebabkan hujan asam serta limbah industri yang mengandung logam berat masuk ke sungai.	1 3
Mengukur komponen	Menganalisis (C4)	Pertanyaan: a) Jelaskan penggunaan teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dapat menyebabkan perubahan pada kualitas air sungai dan gambarkan dalam diagram alir! b) Bagaimana emisi PLTU dapat menyebabkan hujan asam? Jelaskan! c) Berikan dua contoh teknologi atau metode yang dapat digunakan untuk mengurangi emisi SO_2 dan NO_x dari PLTU! Perhatikan dua reaksi asam basa berikut!	1 4

Memahami siklus sistem	Mengerti (C2), Menganalisis (C4)	Siswa dapat mengenali serangkaian reaksi yang saling berhubungan dalam asam basa	Di sebuah pulau tropis, para peneliti kelautan melakukan studi jangka panjang mengenai kesehatan ekosistem terumbu karang. Mereka menemukan bahwa perubahan iklim dan peningkatan emisi karbon dioksida global mempengaruhi keseimbangan kimia air laut. Salah satu komponen penting yang mereka pelajari adalah siklus karbonat dalam air laut. Karbon dioksida dari atmosfer larut dalam air laut dan berinteraksi dengan molekul air untuk membentuk asam karbonat (H_2CO_3). Asam karbonat ini dapat terdisosiasi menjadi ion bikarbonat (HCO_3^-) dan ion karbonat (CO_3^{2-}). Perubahan konsentrasi CO_2 di atmosfer dapat mempengaruhi keseimbangan antara CO_2 , H_2CO_3 , HCO_3^- , dan CO_3^{2-} dalam air laut, yang berdampak pada pH air laut dan kesehatan organisme laut seperti karang dan moluska yang bergantung pada ion karbonat untuk membentuk cangkangnya. Pertanyaan: a) Jelaskan bagaimana peningkatan CO_2 di atmosfer dapat mempengaruhi keseimbangan	1	5
Memahami siklus sistem	Mengerti (C2), Menganalisis (C4)	Siswa dapat mengenali serangkaian reaksi yang saling berhubungan dalam asam basa	Di sebuah pulau tropis, para peneliti kelautan melakukan studi jangka panjang mengenai kesehatan ekosistem terumbu karang. Mereka menemukan bahwa perubahan iklim dan peningkatan emisi karbon dioksida global mempengaruhi keseimbangan kimia air laut. Salah satu komponen penting yang mereka pelajari adalah siklus karbonat dalam air laut. Karbon dioksida dari atmosfer larut dalam air laut dan berinteraksi dengan molekul air untuk membentuk asam karbonat (H_2CO_3). Asam karbonat ini dapat terdisosiasi menjadi ion bikarbonat (HCO_3^-) dan ion karbonat (CO_3^{2-}). Perubahan konsentrasi CO_2 di atmosfer dapat mempengaruhi keseimbangan antara CO_2 , H_2CO_3 , HCO_3^- , dan CO_3^{2-} dalam air laut. Akibatnya pH air laut dan kesehatan organisme laut seperti karang dan moluska bergantung pada ion karbonat untuk membentuk cangkangnya.	1	5

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Hasil yang diperoleh dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Proses pengembangan asesmen *systems thinking* pada materi asam basa di MAN 2 Semarang dilakukan melalui beberapa tahapan sistematis. Model pengembangan menggunakan model Djemari Mardapi yang terdiri dari tahapan menyusun spesifikasi tes, menulis soal tes, menelaah soal tes, melakukan uji coba, menganalisis soal, memperbaiki soal tes, dan merakit soal tes. Tahapan-tahapan ini melibatkan penyesuaian terhadap kebutuhan siswa sehingga asesmen yang dikembangkan relevan dengan materi dan tujuan pembelajaran. Hasil validasi menyatakan instrumen sangat layak untuk diujicobakan dengan presentase 87%.
2. Hasil dari pengembangan asesmen ini menunjukkan bahwa instrumen yang dikembangkan memiliki nilai validitas isi dengan dilakukan dengan cara tabulasi silang menurut Gregory diperoleh hasil 0,6 dan 1 dengan masuk kategori “validitas tinggi” dan “validitas

sangat tinggi” dengan rentang nilai 0,6-0,79 dan 0,8-1. Nilai rata-rata *outfit* MNSQ, dan *outfit* ZSTD berturut-turut adalah 1, dan -0,33. Hal ini menunjukkan bahwa instrumen dikatakan valid berdasarkan Rasch model. Dan nilai *item reliability* sebesar 0,91. Hal ini menunjukkan instrumen dikatakan reliabel.

B. Saran

Untuk mencapai asesmen *systems thinking* yang lebih baik dan berkualitas dalam materi asam basa, penulis memberikan beberapa saran, antara lain:

1. Penelitian ini hanya sampai pada tahap uji coba skala kecil, sehingga perlu dilakukan uji coba skala besar terhadap asesmen yang telah dikembangkan untuk selanjutnya dilakukan tahap diseminasi.
2. Asesmen *system thinking* ini perlu dikembangkan lagi, sehingga memperoleh nilai validitas dan reliabilitas yang lebih baik.
3. Penulis mengajukan saran kepada peneliti di bidang pengembangan selanjutnya agar dapat mengembangkan asesmen *system thinking* pada materi kimia yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariffiansyah, H., Kadaritna, N., & Fadiawati, N. (2015). Pengembangan Asesmen berbasis Nilai Ketuhanan dan Kecintaan Lingkungan pada Materi Sifat Larutan. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Kimia*, 4(2), 756–768.
- Arikunto, S. (2002). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek* (12th ed.). Rineka Cipta.
- Arnold, R. D., & Wade, J. P. (2015). A Definition of Systems Thinking: A Systems Approach. *Procedia Computer Science*, 44, 669–678.
- Assaraf, O. B. Z., & Orion, N. (2005). Development of System Thinking Skills in The Context of Earth System Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(5), 518–560. <https://doi.org/10.1002/tea.20061>
- Aubrecht, K. B., Dori, Y. J., Holme, T. A., Lavi, R., Matlin, S. A., Orgill, M., & Skaza-Acosta, H. (2019). Graphical Tools for Conceptualizing Systems Thinking in Chemistry Education. *American Chemical Society*. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00314>
- Boone, W. J., Staver, J. R., & Yale, M. S. (2013). *Rasch Analysis in The Human Sciences*. Springer.
- Branch, R. (2010). Instructional Design: The ADDIE Approach. In *Instructional Design: The ADDIE Approach*. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>
- Cardellini, L. (2012). *Chemistry: why the subject is difficult?* *Educación Química*, 23, 305–310.
- Chiu, M.-H., Mamlok-Naman, R., & Apotheker, J. (2019). Identifying Systems Thinking Components in the School Science Curricular Standards of Four Countries. *American Chemical Society*. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00298>
- Coaley, K. (2014). *An introduction to Psychological Assessment and Psychometrics. An Introduction to Psychological*

Assessment and Psychometrics.

- Evagorou, M., Korfiatis, K., Nicolaou, C., & Constantinou, C. (2009). An investigation of the potential of interactive simulations for developing system thinking skills in elementary school: A case study with fifth-graders and sixth-graders. *International Journal of Science Education*, 31(5), 655–674.
<https://doi.org/10.1080/09500690701749313>
- Fauziyyah, M. (2023). *Pengembangan Instrumen Tes Literasi Sains Materi Hukum Dasar Kimia pada Kurikulum Merdeka*. Universitas Islam Negeri Walisongo.
- Firman, H. (2000). Penilaian Hasil Belajar dalam Pengajaran Kimia. *Bandung: Jurusan Pendidikan Kimia FPMIPA UPI*.
- Gall, M. D., Borg, W. R., & Gall, J. P. (1996). *Educational research: An introduction*. Longman Publishing.
- Goekler, J. (2003). Teaching for the future: Systems thinking and sustainability. *Green Teacher*, 70, 8.
- Gregory, R. J. (2004). Psychological testing: History, Principles, and Applications. *Pearson Education India*.
- Hamid, H. (2013). *Pengembangan Sistem Pendidikan di Indonesia*. Pustaka Setia.
- Haryono, H. E. (2019). *Kimia Dasar*. Deepublish.
- Hasriani, A., & Arty, I. S. (2015). Kontribusi Motivasi, Penguasaan Informasi Dan Persepsi Mahasiswa Pendidikan Kimia Terhadap Kesiapan Implementasi Kurikulum 2013. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 1(2), 115.
<https://doi.org/10.21831/jipi.v1i2.7495>
- Iskandar, S. (2017). *Ilmu Kimia Teknik*. Deepublish.
- Johariah, Jalmo, T., & Lengkana, D. (2023). Pengembangan Instrumen Penilaian Untuk Mengukur Kemampuan Berpikir Sistem Siswa SMP Pada Materi Pencemaran Lingkungan. *Jurnal Pendidikan Mandala*, 8(1), 374–382.
- K.T. Marselina, I.W. Lasmawan, & N. Dantes. (2021). Pengembangan Instrumen Kemampuan Berpikir Kritis Dan Hasil Belajar IPS Pada Siswa Kelas V SD. *Jurnal*

- Penelitian Dan Evaluasi Pendidikan Indonesia*, 11(2), 105–114. <https://doi.org/10.23887/jpepi.v11i2.620>
- Kemp, J. E. (1971). *Instructional Design: A Plan for Unit and Course Development*. Fearon Publishers. https://books.google.co.id/books?id=4_YbAAAAMAAJ
- Khadijeh, B., & Amir, R. (2015). Importance of Teachers' Assessment Literacy. *International Journal of English Language Education*, 3(1), 139–146.
- Lestari, I. D., Yahya, F., Suryani, E., Aini, R. Q., & Asriyanti, S. (2023). Pelatihan Pelaksanaan Asesmen Pembelajaran Sesuai Kurikulum Merdeka. *KARYA Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(3), 22–26. https://jurnalkip.samawa-university.ac.id/karya_jpm/index
- Linacre, J. M. (2002). *Understanding Rasch Measurement: Optimizing Rating Scale Category Effectiveness* University of Chicago. November.
- Loewenthal, K. M., & Lewis, C. A. (2020). *An Introduction to Psychological Tests and Scales*. Routledge.
- Maani, K. E., & Cavana, R. Y. (2000). *Systems thinking and modelling: Understanding change and complexity*. Great Britain.
- Mahaffy, P. G., Ho, F. M., Haak, J. A., & Brush, E. J. (2019). *Can Chemistry Be a Central Science without Systems Thinking*. American Chemical Society. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00991>
- Majid, A. (2007). *Perencanaan Pembelajaran*. PT. Remaja Rosdakarya.
- Mardapi, D. (2008). *Teknik Penyusunan Instrumen Tes dan Nontes*. Yogyakarta. Mitra Cendikia.
- Permana, I. (2009). *Memahami Kimia SMA/MA 2*. Departemen Pendidikan Nasional.
- Petrucchi, R. H., Herring, F. G., Madura, J. D., & Bissonnette, C. (2017). *General Chemistry: Principles and Modern*

- Applications* (C. O'Donnell (ed.); 11th ed.). Cengage.
- Poerwanti, E., Widodo, E., Masduki, & Pantiwati, Y. (2008). Asesmen Pembelajaran SD. In *Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional*.
- Ravi, M., Puente-Urbina, A., & Van Bokhoven, J. A. (2021). *Identifying Opportunities to Promote Systems Thinking in Catalysis Education*. American Chemical Society. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00005>
- Reisman, A., & Oral, M. (2005). Soft systems methodology: A context within a 50-year retrospective of OR/MS. *Interfaces*, 35(2), 164–178.
- Ristiyani, E., & Bahriah, E. S. (2016). Analisis Kesulitan Belajar Kimia Siswa di SMAN X Kota Tangerang Selatan. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran IPA*, 2(1), 18–29.
- Senge, P. M. (2006). *The fifth discipline: The art and practice of the learning organization*. Broadway Business.
- Septhyanda, A., Istiyadi, M., & Rusmansyah. (2019). Implementasi Systems Thinking Learning Cycle (STLC) Terhadap Kedalaman Konsep Dan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Kelarutan Dan Hasil Kali Kelarutan. *Journal of Chemistry And Education*, 2(3), 63–71. <http://jtam.ulm.ac.id/index.php/jcae/article/download/119/64>
- Sheppard, K. (2006). High School Students' Understanding of Titrations and Related Acid-Base Phenomena. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(1), 32–45.
- Stiggins, R. J. (1994). *Student-centered classroom assessment*. Merrill New York.
- Sudiyanto, S., Kartowagiran, B., & Muhyadi, M. (2015). Pengembangan Model Assessment As Learning Pembelajaran Akuntansi Di Smk. *Jurnal Penelitian Dan Evaluasi Pendidikan*, 19(2), 189–201. <https://doi.org/10.21831/pep.v19i2.5579>
- Sufyadi, S., Lmabas, Rosdiana, T., Novrika, S., Isyowo, S., Hartini, Y., Primadonna, M., Rochim, N. A. F., & Rizal, M. L. (2021).

- Panduan Pembelajaran dan Asesmen Jenjang Pendidikan Dasar dan Menengah (SD/MI, SMP/MTs, SMA/SMK/MA). *Kepala Pusat Asesmen Dan Pembelajaran Badan Penelitian Dan Pengembangan Dan Perbukuan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi*, X-76.
- Sugiyono. (2008). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Suharsimi, A. (2006). Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik. *Jakarta: Rineka Cipta*, 134, 252.
- Sumintono, B., & Widhiarso, W. (2015). *Aplikasi Pemodelan Rasch pada Assessment Pendidikan* (1st ed.). Trim Komunika. <http://eprints.um.edu.my/14228/>
- Thiagarajan, & Sivasailam. (1974). Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook. *Journal of School Psychology*, 14(1), 75. [https://doi.org/10.1016/0022-4405\(76\)90066-2](https://doi.org/10.1016/0022-4405(76)90066-2)
- Waroh, M. (2019). *Kesulitan Guru Dalam Merencanakan Dan Melaksanakan Asesmen Pada Mata Pelajaran Biologi Di SMA Negeri Kecamatan Tulang Bawang Tengah*. UIN Raden Intan Lampung.
- York, S., Fowler, W. C., & Orgill, M. (2020). *Thoughts on Using Systems Thinking to Develop Chemistry Students' Professional Skills*. American Chemical Society. <https://doi.org/10.1021/bk-2020-1365.ch006>
- York, S., & Orgill, M. (2020). *Chemist Table: A Tool for Designing or Modifying Instruction for a Systems Thinking Approach in Chemistry Education*. American Chemical Society. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00382>
- Zamroni, Z. (2011). *Dinamika peningkatan mutu*. *Jakarta: Gavin Kalam Utama*.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Ijin Penelitian

		KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang 50185 E-mail: fst@walisongo.ac.id Web : http://fst.walisongo.ac.id
Nomor	: B.4909/Un.10.8/K/SP.01.08/07/2024	
Lamp	: Proposal Skripsi	
Hal	: Permohonan Izin Riset	
		22 Juli 2024

Kepada Yth.
Kepala Sekolah MAN 2 Semarang
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : Aura Asla Nur Fajri
NIM : 2008076089
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Kimia
Judul : Pengembangan Asesmen System Thinking pada Konsep Asam Basa siswa SMA/MA.

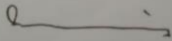
Dosbing : Dr. Suwahono, M.Pd

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut Meminta ijin melaksanakan Riset di Sekolah yang Bapak / ibu pimpin .

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

A.n. Dekan
Kabag. TU


 Muh. Kharis, SH, M.H.
 NIP. 19691017 199403 1 002

Tembusan Yth.
1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)
2. Arsip

LEMBAR VALIDASI KISI-KISI INSTRUMEN SOAL

Judul Penelitian : Pengembangan Asesmen *System Thinking* pada Materi Asam Basa Siswa SMA/MA

Peneliti : Aura Asla Nur Fajri

Validator :

Instansi : UIN Walisongo

A. Pengantar

Lembar validasi ini digunakan untuk memilih instrumen soal uraian yang memenuhi kriteria valid dan layak digunakan. Penelitian ini juga untuk memperoleh kritik dan saran Bapak/Ibu terhadap instrumen soal yang dibuat. Saya ucapkan terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

B. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini adalah untuk mengukur kevalidan kisi-kisi dan item soal dalam pengembangan asesmen *system thinking* materi kimia asam basa

C. Petunjuk

- 1) Berdasarkan tujuan lembar validasi ini, diharapkan Bapak/Ibu berkenan menanggapi setiap indikator penilaian di bawah ini dengan menulis tanda skor dalam kolom yang telah disediakan
- 2) Jika menurut Bapak/Ibu terdapat yang perlu diperbaiki mohon menuliskan saran dan komentar pada kolom yang telah disediakan
- 3) Pedoman Skor Kelayakan

Skor Kelayakan	Keterangan
4	Sangat relevan
3	Agak relevan
2	Kurang relevan
1	Tidak relevan

4) Pedoman Indikator Penilaian

Aspek	Indikator	Rubrik	Skor
Penilaian Isi	a. Soal sesuai dengan indikator <i>system thinking</i>	Memenuhi 3 indikator	4
		Memenuhi 2 indikator	3
	b. Soal yang ditanyakan sesuai dengan kompetensi	Memenuhi 1 indikator	2
		Tidak memenuhi indikator	1
Penilaian Konstruk	a. Terdapat petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal	Memenuhi 3 indikator	4
		Memenuhi 2 indikator	3
	b. Terdapat pedoman penskoran	Memenuhi 1 indikator	2
	c. Tabel, gambar, grafik atau yang sejenisnya disajikan dengan jelas atau terbaca	Tidak memenuhi indikator	1
Penilaian Bahasa	a. Butir soal menggunakan bahasa yang komunikatif	Memenuhi 3 indikator	4
		Memenuhi 2 indikator	3

	b. Butir soal menggunakan bahasa yang mudah dipahami	Memenuhi 1 indikator	2
	c. Butir soal menggunakan kata tanya atau perintah yang menuntut jawaban uraian	Tidak memenuhi indikator	1
Keterbacaan	a. Penggunaan bahasa yang baku berdasarkan kaidah bahasa Indonesia	Memenuhi 3 indikator	4
		Memenuhi 2 indikator	3
	b. Penggunaan bahasa yang efektif	Memenuhi 1 indikator	2
	c. Penggunaan bahasa yang tidak ambigu	Tidak memenuhi indikator	1

Penilaian

Aspek	Nomor									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Penilaian Isi										
Penilaian Konstruk										
Penilaian Bahasa										
Keterbacaan										

D. Komentar Umum dan Saran

E. Kesimpulan

Berdasarkan penilaian tersebut, mohon berikan kesimpulan Bapak/Ibu dengan melingkari salah satu nomor yang sesuai dengan pendapat bapak/Ibu :

- A. Layak diujikan tanpa revisi
- B. Layak diujikan dengan revisi
- C. Tidak/belum layak untuk diujikan

Semarang,

2024

Validator

.....

NIP.

Lampiran 3 Hasil Validasi Validator 1

LEMBAR VALIDASI KISI-KISI INSTRUMEN SOAL

Judul Penelitian : Pengembangan Asesmen *System Thinking* pada Materi Asam Basa Siswa SMA/MA

Peneliti : Aura Asla Nur Fajri

Validator : Dr. Sri Mulyanti, M.Pd

Instansi : UIN Walisongo

A. Pengantar

Lembar validasi ini digunakan untuk memilih instrumen soal uraian yang memenuhi kriteria valid dan layak digunakan. Penelitian ini juga untuk memperoleh kritik dan saran Bapak/Ibu terhadap instrumen soal yang dibuat. Saya ucapkan terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu menjadi validator dan mengisi lembar validitas ini.

B. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini adalah untuk mengukur kevalidan kisi-kisi dan item soal dalam pengembangan asesmen *system thinking* materi kimia asam basa.

C. Petunjuk

- 1) Berdasarkan tujuan lembar validasi ini, diharapkan Bapak/Ibu berkenan menanggapi setiap indikator penilaian di bawah ini dengan menulis tanda *checklist* (√) dalam kolom yang telah disediakan
- 2) Jika menurut Bapak/Ibu terdapat yang perlu diperbaiki mohon menuliskan saran dan komentar pada kolom yang telah disediakan
- 3) Pedoman Skor Kelayakan

Skor Kelayakan	Keterangan
4	Sangat relevan
3	Agak relevan
2	Kurang relevan
1	Tidak relevan

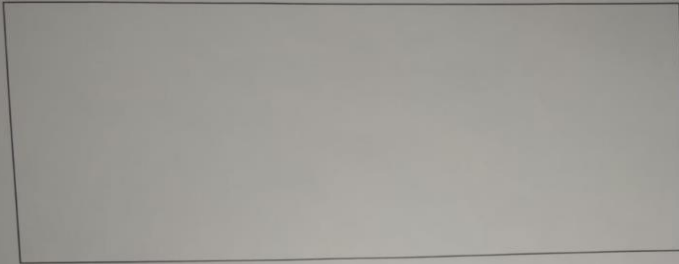
- 4) Pedoman Indikator Penilaian

Aspek	Indikator	Rubrik	Skor
Penilaian Isi	a. Soal sesuai dengan indikator <i>system thinking</i>	Memenuhi 3 indikator	4
		Memenuhi 2 indikator	3
	b. Soal yang ditanyakan sesuai dengan kompetensi	Memenuhi 1 indikator	2
		Tidak memenuhi indikator	1
	c. Jawaban sesuai dengan konsep asam basa		

Penilaian Konstruk	a. Terdapat petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal	Memenuhi 3 indikator	4
		Memenuhi 2 indikator	3
		Memenuhi 1 indikator	2
	b. Terdapat pedoman penskoran	Tidak memenuhi indikator	1
Penilaian Bahasa	a. Butir soal menggunakan bahasa yang komunikatif	Memenuhi 3 indikator	4
		Memenuhi 2 indikator	3
	b. Butir soal menggunakan bahasa yang mudah dipahami	Memenuhi 1 indikator	2
		Tidak memenuhi indikator	1
Keterbacaan	a. Penggunaan bahasa yang baku berdasarkan kaidah bahasa Indonesia	Memenuhi 3 indikator	4
		Memenuhi 2 indikator	3
		Memenuhi 1 indikator	2
	b. Penggunaan bahasa yang efektif	Tidak memenuhi indikator	1
	c. Penggunaan bahasa yang tidak ambigu		

D. Penilaian

Aspek	Nomor									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Penilaian Isi	3	4	4	3	4	4	3	3	4	3
Penilaian Konstruk	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Penilaian Bahasa	2	4	4	3	4	2	3	4	3	3
Keterbacaan	3	3	4	3	4	3	2	3	2	3

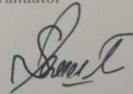
E. Komentar Umum dan Saran**F. Kesimpulan**

Berdasarkan penilaian tersebut, mohon berikan kesimpulan Bapak/Ibu dengan melingkari salah satu nomor yang sesuai dengan pendapat bapak/ibu :

- A. Layak diujikan tanpa revisi
- ☒ B. Layak diujikan dengan revisi
- C. Tidak/belum layak untuk diujikan

Semarang, 22-juni- 2024

Validator



Dr. Sri Mulyanti, M.Pd

NIP. 198702102019032012

Lampiran 4 Hasil Validasi Validator 2

LEMBAR VALIDASI KISI-KISI INSTRUMEN SOAL

Judul Penelitian : Pengembangan Asesmen *System Thinking* pada Materi Asam Basa Siswa SMA/MA

Peneliti : Aura Asla Nur Fajri

Validator : Mohammad Agus Prayitno, M.Pd

Instansi : UIN Wallisongo

A. Pengantar

Lembar validasi ini digunakan untuk memilih instrumen soal uraian yang memenuhi kriteria valid dan layak digunakan. Penelitian ini juga untuk memperoleh kritik dan saran Bapak/Ibu terhadap instrumen soal yang dibuat. Saya ucapkan terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

B. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini adalah untuk mengukur kevalidan kisi-kisi dan item soal dalam pengembangan asesmen *system thinking* materi kimia asam basa

C. Petunjuk

- 1) Berdasarkan tujuan lembar validasi ini, diharapkan Bapak/Ibu berkenan menanggapi setiap indikator penilaian di bawah ini dengan menulis tanda *checklist* (✓) dalam kolom yang telah disediakan
- 2) Jika menurut Bapak/Ibu terdapat yang perlu diperbaiki mohon menuliskan saran dan komentar pada kolom yang telah disediakan
- 3) Pedoman Skor Kelayakan

Skor Kelayakan	Keterangan
4	Sangat relevan
3	Agak relevan
2	Kurang relevan
1	Tidak relevan

- 4) Pedoman Indikator Penilaian

Aspek	Indikator	Rubrik	Skor
Penilaian Isi	a. Soal sesuai dengan indikator <i>system thinking</i>	Memenuhi 3 indikator	4
		Memenuhi 2 indikator	3
	b. Soal yang ditanyakan sesuai dengan kompetensi	Memenuhi 1 indikator	2
	c. Jawaban sesuai dengan konsep asam basa	Tidak memenuhi indikator	1

Penilaian Konstruk	a. Terdapat petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal	Memenuhi 3 indikator	4
		Memenuhi 2 indikator	3
		Memenuhi 1 indikator	2
	b. Terdapat pedoman penskoran	Tidak memenuhi indikator	1
Penilaian Bahasa	a. Butir soal menggunakan bahasa yang komunikatif	Memenuhi 3 indikator	4
		Memenuhi 2 indikator	3
	b. Butir soal menggunakan bahasa yang mudah dipahami	Memenuhi 1 indikator	2
		Tidak memenuhi indikator	1
	c. Butir soal menggunakan kata tanya atau perintah yang menuntut jawaban uraian		
Keterbacaan	a. Penggunaan bahasa yang baku berdasarkan kaidah bahasa Indonesia	Memenuhi 3 indikator	4
		Memenuhi 2 indikator	3
		Memenuhi 1 indikator	2
	b. Penggunaan bahasa yang efektif	Tidak memenuhi indikator	1
	c. Penggunaan bahasa yang tidak ambigu		

D. Penilaian

Aspek	Nomor									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Penilaian Isi	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3
Penilaian Konstruk	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4
Penilaian Bahasa	3	4	2	3	3	4	4	3	2	2
Keterbacaan	4	4	2	4	3	4	4	3	3	2

E. Komentar Umum dan Saran

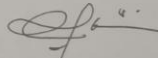
Kerangka umum atau .

F. Kesimpulan

Berdasarkan penilaian tersebut, mohon berikan kesimpulan Bapak/Ibu dengan melingkari salah satu nomor yang sesuai dengan pendapat bapak/Ibu :

- A. Layak diujikan tanpa revisi
- ☒ B. Layak diujikan dengan revisi
- C. Tidak/belum layak untuk diujikan

Semarang, 20 Agustus 2024
Validator



Mohammad Agus Prayitno, M.Pd
NIP. 198505022019031008

Lampiran 5 Hasil Validasi Validator 3

LEMBAR VALIDASI KISI-KISI INSTRUMEN SOAL

Judul Penelitian : Pengembangan Asesmen *System Thinking* pada Materi Asam Basa Siswa SMA/MA

Peneliti : Aura Asla Nur Fajri

Validator : M. ZAHRI JOHAN, MPd

Instansi : UIN Walisongo

A. Pengantar

Lembar validasi ini digunakan untuk memilih instrumen soal uraian yang memenuhi kriteria valid dan layak digunakan. Penelitian ini juga untuk memperoleh kritik dan saran Bapak/Ibu terhadap instrumen soal yang dibuat. Saya ucapkan terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu menjadi validator dan mengisi lembar validitas ini.

B. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini adalah untuk mengukur kevalidan kisi-kisi dan item soal dalam pengembangan asesmen *system thinking* materi kimia asam basa

C. Petunjuk

- 1) Berdasarkan tujuan lembar validasi ini, diharapkan Bapak/Ibu berkenan menanggapi setiap indikator penilaian di bawah ini dengan menulis tanda *checklist* (✓) dalam kolom yang telah disediakan
- 2) Jika menurut Bapak/Ibu terdapat yang perlu diperbaiki mohon menuliskan saran dan komentar pada kolom yang telah disediakan
- 3) Pedoman Skor Kelayakan

Skor Kelayakan	Keterangan
4	Sangat relevan
3	Agak relevan
2	Kurang relevan
1	Tidak relevan

- 4) Pedoman Indikator Penilaian

Aspek	Indikator	Rubrik	Skor
Penilaian Isi	a. Soal sesuai dengan indikator <i>system thinking</i>	Memenuhi 3 indikator	4
		Memenuhi 2 indikator	3
	b. Soal yang ditanyakan sesuai dengan kompetensi	Memenuhi 1 indikator	2
		Tidak memenuhi indikator	1
	c. Jawaban sesuai dengan konsep asam basa		

Penilaian Konstruk	a. Terdapat petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal	Memenuhi 3 indikator	4
		Memenuhi 2 indikator	3
		Memenuhi 1 indikator	2
	b. Terdapat pedoman penskoran	Tidak memenuhi indikator	1
Penilaian Bahasa	a. Butir soal menggunakan bahasa yang komunikatif	Memenuhi 3 indikator	4
		Memenuhi 2 indikator	3
		Memenuhi 1 indikator	2
	b. Butir soal menggunakan bahasa yang mudah dipahami	Tidak memenuhi indikator	1
Keterbacaan	a. Penggunaan bahasa yang baku berdasarkan kaidah bahasa Indonesia	Memenuhi 3 indikator	4
		Memenuhi 2 indikator	3
		Memenuhi 1 indikator	2
	b. Penggunaan bahasa yang efektif	Tidak memenuhi indikator	1
	c. Penggunaan bahasa yang tidak ambigu		

D. Penilaian

Aspek	Nomor									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Penilaian Isi	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Penilaian Konstruk	3	4	4	3	3	3	3	4	3	3
Penilaian Bahasa	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4
Keterbacaan	3	4	4	4	3	4	3	3	4	4

E. Komentar Umum dan Saran

Saran :

- 1) perlu dilengkapi dengan gambar : yg lebih ilustratif
- 2) perlu ditambah soal fisis realia
 dan base dalam kehidupan sehari-hari
 agar dalam aplikasi titrasi

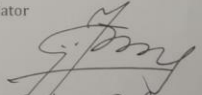
F. Kesimpulan

Berdasarkan penilaian tersebut, mohon berikan kesimpulan Bapak/Ibu dengan melingkari salah satu nomor yang sesuai dengan pendapat bapak/ibu :

- ☒ A. Layak diujikan tanpa revisi
- ☐ B. Layak diujikan dengan revisi
- ☐ C. Tidak/belum layak untuk diujikan

Semarang, 20 Agustus 2024

Validator


 M. Dahri Jahan, MPd
 NIP. 197703172005011007

Lampiran 6 Hasil Validasi Validator 4

LEMBAR VALIDASI KISI-KISI INSTRUMEN SOAL

Judul Penelitian	: Pengembangan Asesmen <i>System Thinking</i> pada Materi Asam Basa Siswa SMA/MA
Peneliti	: Aura Asla Nur Fajri
Validator	: Roidah Niswah ST
Instansi	: UIN Walisongo

A. Pengantar

Lembar validasi ini digunakan untuk memilih instrumen soal uraian yang memenuhi kriteria valid dan layak digunakan. Penelitian ini juga untuk memperoleh kritik dan saran Bapak/Ibu terhadap instrumen soal yang dibuat. Saya ucapkan terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu menjadi validator dan mengisi lembar validitas ini.

B. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini adalah untuk mengukur kevalidan kisi-kisi dan item soal dalam pengembangan asesmen *system thinking* materi kimia asam basa

C. Petunjuk

- 1) Berdasarkan tujuan lembar validasi ini, diharapkan Bapak/Ibu berkenan menanggapi setiap indikator penilaian di bawah ini dengan menulis tanda *checklist* (✓) dalam kolom yang telah disediakan
- 2) Jika menurut Bapak/Ibu terdapat yang perlu diperbaiki mohon menuliskan saran dan komentar pada kolom yang telah disediakan
- 3) Pedoman Skor Kelayakan

Skor Kelayakan	Keterangan
4	Sangat relevan
3	Agak relevan
2	Kurang relevan
1	Tidak relevan

4) Pedoman Indikator Penilaian

Aspek	Indikator	Rubrik	Skor
Penilaian Isi	a. Soal sesuai dengan indikator <i>system thinking</i>	Memenuhi 3 indikator	4
		Memenuhi 2 indikator	3
	b. Soal yang ditanyakan sesuai dengan kompetensi	Memenuhi 1 indikator	2
		Tidak memenuhi indikator	1
	c. Jawaban sesuai dengan konsep asam basa		

Penilaian Konstruk	a. Terdapat petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal	Memenuhi 3 indikator	4
		Memenuhi 2 indikator	3
		Memenuhi 1 indikator	2
	b. Terdapat pedoman penskoran	Tidak memenuhi indikator	1
Penilaian Bahasa	a. Butir soal menggunakan bahasa yang komunikatif	Memenuhi 3 indikator	4
		Memenuhi 2 indikator	3
		Memenuhi 1 indikator	2
	b. Butir soal menggunakan bahasa yang mudah dipahami	Tidak memenuhi indikator	1
Keterbacaan	a. Penggunaan bahasa yang baku berdasarkan kaidah bahasa Indonesia	Memenuhi 3 indikator	4
		Memenuhi 2 indikator	3
		Memenuhi 1 indikator	2
	b. Penggunaan bahasa yang efektif	Tidak memenuhi indikator	1
	c. Penggunaan bahasa yang tidak ambigu		

D. Penilaian

Aspek	Nomor									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Penilaian Isi	4	4	3	4	3	3	4	4	4	3
Penilaian Konstruk	4	3	4	3	4	3	3	4	3	3
Penilaian Bahasa	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3
Keterbacaan	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3

E. Komentar Umum dan Saran

Perhatikan hubungan CP dan tingkat kognitif.
→ Perhatikan penggunaan kata perintah, sekatkan jadi
tuliskan.
→ Instrumen soal harus kontekstual sesuai kenyataan
seperti lokasi yang jelas, gunakan gambar relevan.
Secara umum sudah cukup baik hanya perlu diperhatikan
beberapa hal diatas.

F. Kesimpulan

Berdasarkan penilaian tersebut, mohon berikan kesimpulan Bapak/Ibu dengan melingkari salah satu nomor yang sesuai dengan pendapat bapak/ibu :

- A. Layak diujikan tanpa revisi
- ☒ B. Layak diujikan dengan revisi
- C. Tidak/belum layak untuk diujikan

Semarang,

2024

Validator


Roidah Niswati, ST
NIP. 8901 0802 7400 6

Lampiran 7 Hasil Wawancara dengan guru

INSTRUMEN WAWANCARA

Pertanyaan Wawancara	Jawaban
Apakah anda pernah mendengar system thinking?	Baru pertama kali mendengar istilahnya
Menurut Anda, apa yang dimaksud dengan "berpikir sistem" (<i>systems thinking</i>) berdasarkan istilah tersebut?	Pendekatan yang sistematis yang mengajarkan suatu konsep materi dari dasar dan runtut dengan memperhatikan keterkaitan antara satu konsep dengan konsep lainnya. Sebelum memahami konsep A, ada konsep dasar yang harus dipahami terlebih dahulu agar lebih mudah memahami konsep berikutnya
Apakah Anda pernah mengajarkan materi dengan cara yang menghubungkan beberapa konsep secara menyeluruh? Jika ya, bisa ceritakan pengalaman Anda?	Ya itu selalu saya gunakan. Misalnya ketika mengajarkan asam basa memastikan dulu siswa itu hafal dengan golongan-golongan unsur seperti golongan alkali, alkali tanah dll sehingga akan lebih memudahkan siswa untuk mengidentifikasi yang termasuk asam kuat dan lemah dan basa kuat dan basa

	lemah, mengkoneksikan dalam kehidupan sehari-hari
Menurut Anda, apakah penting bagi siswa untuk memahami bagaimana berbagai elemen dalam suatu sistem saling terkait? Mengapa?	Penting sekali, agar siswa itu lebih mudah dalam memahami kimia dan sangat penting sekali mengintegrasikan dengan keilmuan yang lain terutama seperti matematika. Seperti materi logaritma, dalam kimia hubungannya adalah untuk menghitung pH pada materi asam basa
Jika pendekatan system thinking yang membantu siswa melihat keterkaitan antar konsep dalam pelajaran, menurut Anda apa manfaatnya bagi siswa?	Siswa lebih paham terhadap suatu konsep
Apa tantangan utama yang Anda hadapi saat mengajarkan konsep-konsep kompleks yang saling berkaitan dalam mata pelajaran Anda?	Tantangan pada perubahan kurikulum sehingga urutan pada materi kimia terdapat perubahan, sebagian diserahkan pada guru mapel padahal tidak semua guru mempunyai kompetensi menyururi materi dengan baik, pelaksanaan ujian dilaksanakan serentak padahal pada kurikulum merdeka setiap sekolah

	mempunyai hal memprioritaskan materi tertentu, dan juga runutan materi yang kurang efektif seperti kimia hijau dan teknologi nano di kelas X.
--	--

Lampiran 8 Rancangan Kisi-Kisi Soal

Capaian Pembelajaran	Indikator <i>System Thinking</i>	Tingkat Kognitif	Indikator Pencapaian	Nomor Butir
(1)	(2)	(3)	(4)	(7)
Menggunakan konsep asam basa dalam keseharian	Mengidentifikasi komponen sistem dan proses dalam sistem	Memahami (C2)	Siswa dapat mengidentifikasi komponen dalam reaksi asam basa dan proses dalam reaksi asam basa	1
	Mengidentifikasi komponen sistem dan proses dalam sistem	Memahami (C2)	Siswa dapat mengenali komponen konsentrasi, dapat menghitung pH dengan benar, dan	10

			menjelaskan hubungan pH dengan konsentrasi $[H^+]$	
	Mengidentifikasi hubungan di antara komponen sistem	Menganalisis (C4)	Siswa dapat menyebutkan komponen pada sistem, menjelaskan hubungan antar komponen, dan menganalisis perubahan pH	2
	Mengidentifikasi hubungan antara komponen sistem	Menganalisis (C4)	Siswa dapat menunjukkan hubungan konsep kekuatan asam dengan pH, konstanta	9

			disosiasi asam dan menganalisis pengaruh peningkatan konsentrasi	
	Mengidentifikasi hubungan dinamis dalam sistem	Menganalisis (C4)	Siswa dapat mengidentifikasi interaksi dan pengaruh antar komponen pada proses reaksi asam basa	3
	Mengatur komponen sistem dan proses dalam kerangka hubungan	Mengevaluasi (C5)	Siswa dapat mengidentifikasi komponen asam, basa, dan pasangan konjugat menurut teori Bronsted-	4

			Lowry, dapat mengevaluasi kekuatan relatif asam dan basa dalam reaksi,, menentukan kecenderungan arah reaksi, dan menjelaskan potensi kesetimbangan atau reaksi sempurna	
	Membuat generalisasi	Mengevaluasi (C5)	Siswa dapat mengidentifikasi pola atau prinsip umum dari asam basa	6
	Memahami siklus sistem	Menganalisis (C4)	Siswa dapat mengenali serangkaian	5

			reaksi yang saling berhubungan dalam asam basa	
	Memahami dimensi tersembunyi sistem	Menganalisis (C5)	Siswa dapat menganalisis peran zat (asam atau basa) dalam konteks teori Lewis dan menjelaskan faktor tersembunyi pada teori asam basa menurut Lewis	7
	Berpikir secara temporer,	Menganalisis (C4)	Siswa dapat memahami tentang tentang	8

	retrospeksi dan prediksi		rentang pH indikator dan warna yang sesuai, dapat menganalisis perubahan seiring waktu saat pH berubah, dan memprediksi hasil percobaan berdasarkan teori asam basa	
--	-----------------------------	--	---	--

Lampiran 9 Hasil Validasi Rancangan Asesmen Systems Thinking Asam Basa

No	Aspek Yang Dinilai	Skor			
		Validator I (dosen)	Validator II (dosen)	Validator III (guru)	Validator IV (guru)
1	Penilaian Isi	3	4	4	4
	Penilaian konstruk	3	4	3	4
	Penilaian bahasa	2	3	4	3
	Keterbacaan	3	4	3	4
2	Penilaian Isi	4	4	4	4
	Penilaian konstruk	4	4	4	3
	Penilaian bahasa	4	4	4	4
	Keterbacaan	3	4	4	3
3	Penilaian Isi	4	3	4	3
	Penilaian konstruk	4	3	4	4
	Penilaian bahasa	4	2	4	4
	Keterbacaan	4	2	4	3
4	Penilaian Isi	3	3	4	4
	Penilaian konstruk	4	4	3	3
	Penilaian bahasa	3	3	4	4
	Keterbacaan	3	4	4	3
5	Penilaian Isi	4	3	4	3
	Penilaian konstruk	4	4	3	4
	Penilaian bahasa	4	3	4	4
	Keterbacaan	4	3	3	3
6	Penilaian Isi	4	3	4	3
	Penilaian konstruk	4	4	3	3
	Penilaian bahasa	2	4	4	4
	Keterbacaan	3	4	4	3

7	Penilaian Isi	3	3	4	4
	Penilaian konstruk	4	4	3	3
	Penilaian bahasa	3	4	4	4
	Keterbacaan	2	4	3	4
8	Penilaian Isi	3	3	4	4
	Penilaian konstruk	4	4	4	4
	Penilaian bahasa	4	3	3	4
	Keterbacaan	3	3	3	3
9	Penilaian Isi	4	3	4	4
	Penilaian konstruk	4	3	3	3
	Penilaian bahasa	3	2	4	4
	Keterbacaan	2	3	4	3
10	Penilaian Isi	3	3	4	3
	Penilaian konstruk	4	4	3	3
	Penilaian bahasa	3	2	4	3
	Keterbacaan	3	2	4	3

Lampiran 10 Presentase Kelayakan Hasil Validasi

Presentase hasil validasi										
soal	Jumlah Skor dari Semua Validator				Rerata Skor Penilaian Isi	Rerata Skor Penilaian Konstruk	Rerata Skor Penilaian Bahasa	Rerata Skor Penilaian Keterbacaan	Rerata Akhir	Presenta se
	Penilaian isi	Penilaian Konstruk	Penilaian Bahasa	Keterbaca an						
1	15	14	12	14	14,3	14,4	13,9	13,1	13,925	87%
2	16	15	16	14						
3	14	15	14	13						
4	14	14	14	14						
5	14	15	15	13						
6	14	14	14	14						
7	14	14	15	13						
8	14	16	14	12						
9	15	13	13	12						
10	13	14	12	12						

Lampiran 11 Daftar Rekap Nilai Responden

No	Inisial Siswa	Nilai	Kategori
1	AAF	34	Kurang
2	AG	56	Cukup
3	ASP	35	Kurang
4	AZB	70	Baik
5	ANI	50	Cukup
6	BAA	37	Kurang
7	HND	60	Cukup
8	ILM	41	Cukup
9	INS	58	Cukup
10	LAP	41	Cukup
11	MAN	45	Cukup
12	MIS	51	Cukup
13	MKR	51	Cukup
14	NIM	46	Cukup
15	NCS	58	Cukup
16	NSA	47	Cukup
17	NFK	47	Cukup
18	NAL	48	Cukup
19	ONH	61	Baik
20	PRL	53	Cukup
21	QGY	35	Kurang
22	SAR	47	Cukup
23	SSA	47	Cukup
24	SNA	42	Cukup
25	SMA	47	Cukup
26	WDA	48	Cukup

27	WAW	41	Cukup
----	-----	----	-------

Lampiran 12 Uji Validitas dan Reliabilitas

SUMMARY OF 10 MEASURED ITEM

	TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL S. E.	INFIT		OUTFIT	
					MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
MEAN	538.4	27.0	.00	.02	.98	-.40	1.00	-.33
SEM	57.4	.0	.03	.00	.24	.78	.23	.76
P. SD	172.1	.0	.08	.00	.71	2.34	.69	2.27
S. SD	181.4	.0	.09	.00	.75	2.47	.73	2.40
MAX.	831.0	27.0	.18	.03	2.96	5.48	2.90	5.32
MIN.	204.0	27.0	-.14	.02	.35	-3.74	.35	-3.69
REAL RMSE	.02	TRUE SD	.08	SEPARATION	3.26	ITEM	RELIABILITY	.91
MODEL RMSE	.02	TRUE SD	.08	SEPARATION	3.62	ITEM	RELIABILITY	.93
S.E. OF ITEM MEAN = .03								

ITEM STATISTICS: MISFIT ORDER

ENTRY NUMBER	TOTAL SCORE	TOTAL COUNT	JMLE MEASURE	MODEL S. E.	INFIT MNSQ	INFIT ZSTD	OUTFIT MNSQ	OUTFIT ZSTD	PTMEASUR-AL CORR.	EXP.	EXACT MATCH OBS%	EXP%	ITEM
8	413	27	.05	.02	2.96	5.48	2.90	5.32	A .30	.31	.0	2.6	P8
5	636	27	-.04	.02	1.36	1.40	1.40	1.51	B .40	.32	11.1	4.6	P5
4	635	27	-.04	.02	1.02	.15	1.01	.10	C .73	.32	3.7	4.5	P4
2	540	27	.00	.02	.95	-.15	.96	-.08	D -.10	.32	.0	3.9	P2
1	743	27	-.09	.02	.71	-1.10	.74	-.98	E .43	.30	3.7	5.0	P1
3	449	27	.04	.02	.67	-1.50	.67	-1.50	e .19	.32	3.7	3.7	P3
7	422	27	.05	.02	.64	-1.66	.67	-1.44	d .08	.31	3.7	2.8	P7
6	831	27	-.14	.02	.65	-1.26	.63	-1.37	c .41	.29	3.7	3.8	P6
9	204	27	.18	.03	.53	-1.61	.63	-1.19	b .00	.23	7.4	6.2	P9
10	511	27	.01	.02	.35	-3.74	.35	-3.69	a .43	.32	11.1	3.8	P10
MEAN	538.4	27.0	.00	.02	.98	-.40	1.00	-.33			4.8	4.1	
P. SD	172.1	.0	.08	.00	.71	2.34	.69	2.27			3.7	1.0	

Lampiran 13 Jawaban Responden

Ali Zaenal Abidin / XII-A / 1

1. a) SO_2 = Sulfur bereaksi dgn O_2 dan membentuk Sulfur dioksida, yg dimana ia berp
 2 dalam pembentukan asam sulfat

H_2SO_4 2 terbentuk dari Sulfur dioksida (SO_2) yg bereaksi dgn air (H_2O) yg akan
 menjadikan kadar air hujan menjadi asam

8 NO 2 : Nitrogen bereaksi dgn Oksigen dan membentuk NO (Nitrogen Oksida) yg be
 dalam pembentukan Asam Nitrat

HNO_3 2 : terbentuk dari Nitrogen Oksida (NO) yg bereaksi dgn air (H_2O) yang akan menj
 kan air hujan menjadi asam

b) reaksi oksidasi awal : $\text{SO}_2 + \text{OH}^- \rightarrow \text{HSO}_3^-$ 3

$\rightarrow \text{HSO}_3^- + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 3

Pembentukan as. sulfat : $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ 3

Kekuatan asam : asam kuat 2

Pengaruh terhadap pH : - pH akan turun 2

- pH bersifat asam 2

23 Δ reaksi oksidasi awal : $\text{N} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}$ 2

Pembentukan as. Nitrat : $\text{NO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3$ 2

kekuatan asam : asam kuat 2

pengaruh terhadap pH : - pH akan turun 2

- pH kecil

6 c) dalam reaksi polutan tersebut, polutan yg bercampur air hujan akan menciptakan kadar air
 menjadi asam, sehingga terciptalah hujan asam, yg menyebabkan tumbuhan mati, besi berkarat
 iritasi kulit, dll.

10. a) HCl & NaOH

b) $\rightarrow \text{HCl} \rightarrow$ diket : $M = 0,01 \text{ M} / 10^{-2}$

$(\text{H}^+) = a. \text{M}$

$= 1. 10^{-2}$

$\text{pH} = -\log (\text{H}^+)$

$= -\log (10^{-2})$

$= 2$ 10

$\rightarrow \text{NaOH} \rightarrow$ diket : $M = 0,001 \text{ M} / 10^{-3}$

$(\text{OH}^-) = b. \text{M}$

$= 1. 10^{-3}$

$= 10^{-3}$

$\text{pOH} = -\log (\text{OH}^-)$

$= -\log (10^{-3})$

$= 3$ 10

$\text{pH} = 14 - 3$

$= 11$

2 9. a) Asam kuat : HCl (dikarenakan nilai pH yg kecil)

Asam lemah : CH_3COOH (nilai pH yg lebih besar dibanding HCl)

3 b) pH CH_3COOH akan turun / menjadi, kecil & akan semakin asam.

B. a) $\text{pH} = 2$ $\text{pH} = 7$

- Lakmus : berubah menjadi warna merah

- Lakmus : ungu (karena netral)

- Fenolftalein : tidak berwarna

- Fenolftalein : tidak berwarna

- Bromtimol biru : berwarna kuning

- Bromtimol biru : Hijau (Netral)

d) $\text{pH} = 10$

- Lakmus : berwarna biru

- Fenolftalein : berwarna merah muda

- Bromtimol biru : berwarna biru

b) - bromtimol biru yg awalnya netral / berwarna hijau menjadi kuning

Lakmus yg berwarna ungu / netral akan berubah warna merah muda

2. a) NaOH & H_2O (penyerapan)

b) menjadi basa kuat dan pengaruhnya terhadap air sungai ialah air akan bersifat basa

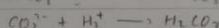
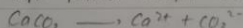
c) Perubahan warna, bau, iritasi kulit, ikan mati

3. a) 1) $\text{CO}_2 \rightarrow \text{CO}_2$ 2) $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$ 3) $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ 4) $\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ 5) c) $\text{HCO}_3^- \rightarrow \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$, melepas H^+ yg menjadi bersifat asam

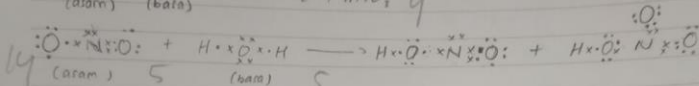
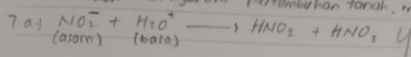
d) akan mengganggu kesehatan organisme (keong & moluska) dan akan berpengaruh terhadap pembentukan cangkang.

b) karena pH air laut bisa menjadi asap6) komponen : kapur pertanian : untuk menaikkan pH tanah yg terlalu asamSulfur : untuk menurunkan pH tanah yg terlalu basa.Tanah : pH tanah harus dijaga kestabilannya, dan tanah jika terlalu asam tidak bagus untuk bercocok tanam, dan sebaliknya jika tanah terlalu basa, maka tidak bagus untuk pertumbuhan tanaman.

b) karena kapur pertanian bersifat basa.

c) karena sulfur bersifat asam yg dpt menurunkan pH tanahd) pH tanah dalam pertanian akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman, jika pH tanah bagus, maka dapat menyuburkan tanaman, namun jika pH tanah terlalu asam

maka tidak cocok untuk ditarangi tumbuhan, dan sebaliknya jika pH tanah terlalu basa maka akan mempengaruhi pertumbuhan tanah, maka dari itu harus tau pH dalam tanah.



b) pd teori lewis jika sebuah senyawa memiliki PEB maka akan dianggap basa dan sebaliknya maka dianggap asam, pendonor (basa), penerima (asam)

3. b) dikarenakan kadar air hujan asam bersifat asam yg mempengaruhi air sungai juga menjadi asam

c.) Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

8 • Pembangkit listrik tenaga air (PLTA)

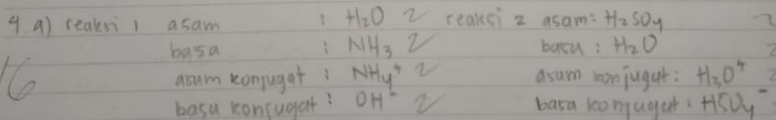
• PLTB

a)



NO & SO_2 bercampur dgn air akan mengakibatkan hujan asam

asap limbah yg dihasilkan pabrik akan bercampur dgn air hujan yg menyebabkan terjadinya hujan asam



b) reaksi 1 : proton pindah dari H_2O ke NH_3 , menghasilkan NH_4^+ dan OH^- 4

8 reaksi 2 : proton pindah dari H_2SO_4 ke H_2O , menghasilkan H_3O^+ dan HSO_4^- 4

c) NH_4^+ = asam lemah 1, OH^- = basa kuat 1

NH_3 = basa lemah 1, H_2O = netral 1

H_3O^+ = asam kuat 1, HSO_4^- = asam lemah 1

H_2SO_4 = asam kuat 1, H_2O = netral 1

Nama: Shella Nur Afriro

Kelas: XII-1

No: 27

Ulangan Harian

Date

1. a. komponen hujan asam

polutan udara

2 - SO_2 -> dari pembakaran fosil yg mengandung sulfur yg merupakan komponen utama dari hujan asam

Nitrogen oksida (NO_x)

8 - Perannya yaitu hujan asam terjadi ketika ~~sup~~ sulfur dioksida (SO_2) dan nitrogen oksida (NO_x) dilepaskan ke atmosfer dan diangkut ~~st~~ oleh angin dan Angin udara

Air

2 - berfungsi sbg pelarut yg mengambil polutan udara dan

2 mengubahnya menjadi asam sulfat dan asam nitrat

atmosfer

2 - menyediakan lingkungan dimana polutan udara dapat bereaksi dgn air dan oksigen.

b.	Reaksi oksidasi awal	$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$	3
		$\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$	3
22	Pembentukan asam sulfat	$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$	3
	Kematan asam	Asam kuat	2
	Pengaruh thdp pH	$\uparrow \text{Ion H}^+$	2

a.	reaksi oksidasi awal	$\text{NO} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2$	3
	pembentukan asam nitrat	$\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3$	2
	kekuatan asam	asam kuat	2
	Pengaruh thdp pH	Ion H^+	2

Date _____

2.

A. Identifikasi komponen sistem yg terubat

- Pabrik Tekstil 2
- pemerintah setempat 2
- Sungai 2
- kehidupan akuatik 2
- penduduk desa 2

B. pengaruh kekuatan asam trhdap PH

Senyawa basa kuat seperti natrium hidroksida (NaOH)

memiliki sifat utk meningkatkan pH air membuatnya lebih basa ketika limbah cair dari pabrik tekstil yg

mengandung NaOH dibuang ke Sungai zatim berinteraksidg air dan menaikkan pHnya. kekuatan sifat basa NaOH dpt sangat tinggi, sehingga mampu membuat

air Sungai memiliki pH yg jauh lebih tinggi dri air

normal (pH). Peningkatan pH yg signifikan ini

C. Dampak perubahan pH Air Sungai

1. Dampak pd kehidupan akuatik

- kematian ikan dan organisme lainnya
- gangguan reproduksi

2. Dampak pd kesehatan manusia

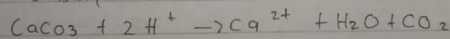
- iritasi kulit
- masalah kesehatan jangka panjang
- ancaman trhdap sumber air bersih.

penyebabnya air menjadi sangat basa, yg bisa menyebabkan iritasi pd kulit dan bahkan membunuh organisme akuatik yg tdt tahan

3. A. komponen utama dalam sistem pertanian

- 1.) Tanah - media tumbuh bagi tanaman sangat mempengaruhi kesuburan dan produktivitas tanaman.
- 2.) Tanaman - organisme utama dalam sistem pertanian yg dibudidayakan utk tujuan produksi pangan dan bahan baku lainnya
- 3.) Air - ~~Se~~ Sumber kehidupan bagi tanaman membantu dalam proses fotosintesis.
- 4.) Kapur pertanian (kalsium karbonat CaCO_3)
bahan yg digunakan menaikkan pH tanah yg ~~terlalu~~ terlalu asam
- 5.) Sulfur - digunakan utk menurunkan pH tanah yg terlalu basa
- 6.) Petani - individu yg mengelola lahan pertanian.
- 7.) Alat pengukur pH - utk ~~menetralkan~~ ~~dan~~ mengukur tingkat keasamaan / kebekasan tanah.

B. pH tanah yg terlalu asam dinetralkan dg reaksi:



karena kapur pertanian yg mengandung kalsium karbonat (CaCO_3) digunakan utk menetralkan keasamaan ini dalam reaksi ini kalsium karbonat bereaksi dg ion H^+ (asam) dalam tanah utk menghisap air (H_2O) dan karbon dioksida (CO_2) serta ion kalsium (Ca^{2+}) yg dapat diserap oleh ~~tanah~~ tanaman proses ini mengurangi.

- c. PLTU = Teknologi selective catalytic Reduction (SCR)
 sejauh ini menjadi teknologi yg paling bisa diandalkan
 utk mengurangi emisi dan polusi udara dari PLTU

NO_x : Dari angka 100 ke atas bisa turun hingga
 50 ke bawah dari angka-angka tsbt.
 dinilai SCR mampu menurunkan angka
 NO_x yg terbilang besar

6. b) penggunaan kapur akan meningkatkan pH tanah
 dan fertilitas hujan asam.
 c) utk menetralkan dan menurunkan pH tanah
 d) agar sayuran rehat, daun berwarna hijau dan
 pertumbuhan nya Cpt
 e) nutrisi, tanaman, pertahanan dan penikmatan

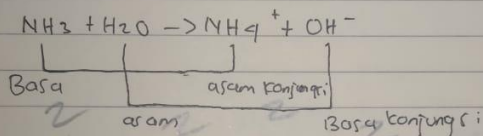
7. a.) $\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_2$
 asam lewis sbg akseptor PEB
 H_2O = berfungsikan sbg basa lewis
 b.) teori lewis menjelaskan teori partikel yg
 melibatkan transfer proton
 c.) reaksi asam & basa terjadi melalui
 transfer pasangan elektron.

9. a.) > termasuk asam kuat karena terdisosiasi
 sempurna
 b.) > menghasilkan konsentrasi ion H^+
 > nilai K_a sangat besar
 b) lebih banyak molekul CH_3CO

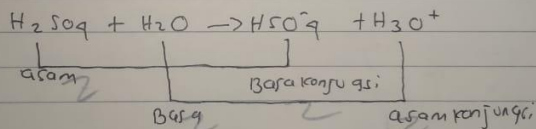
10. b.) HCl

$$\begin{aligned}
 [\text{H}^+] &= a.m \\
 &= 1.0.01 \\
 [\text{H}^+] &= 0.01 \\
 &= 1 \cdot 10^{-2}
 \end{aligned}
 \left| \begin{aligned}
 \text{pH} &= -\log [\text{H}^+] \\
 &= -\log [1 \cdot 10^{-2}] \\
 &= 2 \cdot \log 1 \\
 &= 2 \\
 &= 10
 \end{aligned} \right.$$

4. a.) Reaksi 1



Reaksi 2



b. Reaksi 2

H_2SO_4 mendonorkan proton ke H_2O sehingga
 $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{HSO}_4^-$ dan H_2O menjadi H_3O^+

PEDOMAN PENSKORAN ASESMEN *SYSTEM THINKING*

NO	JAWABAN
1	a. Komponen-komponen yang terlibat dan peran masing-masing komponen: • Polutan udara: Sumber zat yang menyebabkan hujan asam. (2 POIN) • Atmosfer: Media tempat polutan bereaksi membentuk asam. (2 POIN) • Air hujan: Membawa asam dari atmosfer ke permukaan bumi. (2 POIN) • Danau: Tempat akumulasi air hujan asam. (2 POIN) • Organisme dalam danau: Indikator kesehatan ekosistem yang terkena dampak perubahan pH. (2 POIN) Kriteria penskoran 0 poin: jika tidak menjawab 1 poin: jika menyebutkan komponen-komponen yang terlibat

2 poin: jika menyebutkan komponen dan menjelaskan peran setiap komponen

b. Asam sulfat (H_2SO_4) dari sulfur dioksida (SO_2)

Reaksi oksidasi awal	$\text{SO}_2 (\text{g}) + \cdot\text{OH} \rightarrow \text{HOSO}_2$ (2 POIN) Kriteria penskoran 0 poin: jika tidak menjawab 1 poin: jika benar menuliskan SO_2 atau OH (radikal hidroksil) di pereaksi 2 poin: jika benar menuliskan reaksi secara lengkap
	$\text{HOSO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (2 POIN) Kriteria penskoran 0 poin: jika tidak menjawab 1 poin: jika benar menuliskan HOSO_2 atau O_2 di pereaksi 2 poin: jika benar menuliskan reaksi secara lengkap
Pembentukan asam sulfat	$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ (3 POIN) Kriteria penskoran 0 poin: jika tidak menjawab 1 poin: jika benar menuliskan SO_3 atau H_2O di pereaksi

		2 poin: jika benar menuliskan hasil reaksi H_2SO_4 3 poin: jika menuliskan reaksi secara lengkap
	Kekuatan asam	Asam kuat (1 POIN) Kriteria penskoran 0 poin: jika tidak menjawab 1 poin: jika benar menjawab asam kuat
	Pengaruh terhadap pH	• Memberikan ion H^+ ke dalam air karena termasuk asam kuat (2 POIN) • Peningkatan konsentrasi ion $\text{H}^+ \rightarrow$ penurunan pH secara drastis pada air (2 POIN) Kriteria penskoran 0 poin: jika tidak menjawab 1 poin: jika benar menuliskan pengaruhnya 2 poin: jika benar menuliskan pengaruh beserta alasannya
Asam nitrat (HNO_3) dari nitrogen oksida (NO dan NO_2)		

	Reaksi oksidasi awal	$\text{NO}_{(g)} + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2 \text{ (2 POIN)}$ Kriteria penskoran 0 poin: jika tidak menjawab 1 poin: jika benar menuliskan NO di pereaksi atau NO₂ di hasil reaksi 2 poin: jika benar menuliskan reaksi secara lengkap	
	Pembentukan asam nitrat	$3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO} \text{ (3 POIN)}$ Kriteria penskoran 0 poin: jika tidak menjawab 1 poin: jika benar menuliskan 3NO₂ atau H₂O di pereaksi 2 poin: jika benar menuliskan salah satu pereaksi dan hasil reaksi 3 poin: jika menuliskan reaksi secara lengkap	
	Kekuatan asam	Asam kuat (1 POIN) Kriteria penskoran 0 poin: jika tidak menjawab 1 poin: jika benar menjawab asam kuat	

	Pengaruh terhadap pH	• Memberikan ion H^+ ke dalam air karena termasuk asam kuat (2 POIN) • Peningkatan konsentrasi ion H^+ → penurunan pH secara drastis pada air (2 POIN) Kriteria penskoran 0 poin: jika tidak menjawab 1 poin: jika benar menuliskan pengaruhnya 2 poin: jika benar menuliskan pengaruh beserta alasannya	
	c. Pengaruh hujan asam: • Kenaikan keasaman air danau. Hujan asam menurunkan pH air di danau karena asam sulfat dan asam nitrat bersifat sangat asam, sehingga meningkatkan keasaman air. (3 POIN) • Pengurangan keanekaragaman hayati: air danau yang lebih asam biasanya memiliki keanekaragaman hayati yang lebih rendah, karena hanya spesies yang mampu bertahan dalam kondisi asam yang dapat bertahan (3 POIN)		

	• Gangguan rantai makanan: Penurunan populasi organisme air dapat mengganggu rantai makanan akuatik, mempengaruhi spesies predator dan mangsa di lingkungan tersebut. (3 POIN) Kriteria penskoran 0 poin: jika tidak menjawab 1 poin: jika menuliskan pengaruh terhadap ekosistem danau dengan salah 2 poin: jika menuliskan pengaruh terhadap ekosistem danau dengan benar 3 poin: jika menuliskan pengaruh terhadap ekosistem danau dengan benar disertai dengan penjelasan
2	a) Komponen sistem yang terlibat : • pabrik tekstil yang membuang limbah cair, (2 POIN) • Limbah cair yang mengandung senyawa basa, (2 POIN) • Sungai yang menerima limbah cair, (2 POIN) • Penduduk desa yang menggunakan air sungai, (2 POIN)

- Ekosistem sungai termasuk ikan dan organisme lainnya, **(2 POIN)**
- Pemerintah dan otoritas lingkungan yang bertanggung jawab atas regulasi dan pengawasan. **(2 POIN)**

Kriteria penskoran

0 poin: jika tidak menjawab

1 poin: jika menyebutkan komponen-komponen yang terlibat

2 poin: jika menyebutkan komponen dan menjelaskan peran setiap komponen

b) Kekuatan sifat basa dari limbah dan pengaruhnya terhadap pH air

- Kandungan basa memiliki sifat basa kuat: meningkatkan konsentrasi ion hidroksida dalam air. **(3 POIN)**
- Peningkatan pH air: karena limbah mengandung sifat basa kuat **(3 POIN)**
- Perubahan pH dan kandungan kimia dalam air sungai berdampak negatif pada ekosistem sungai, menyebabkan kematian ikan dan organisme lain **(3 POIN)**

Kriteria penskoran

0 poin: jika tidak menjawab

1 poin: jika menuliskan pengaruh terhadap pH air sungai dengan salah

2 poin: jika menuliskan pengaruh terhadap pH air sungai dengan benar

3 poin: jika menuliskan pengaruh terhadap pH air sungai dengan benar disertai dengan penjelasan

c) Dampak pada kehidupan akuatik:

- **Gangguan pada Fungsi Biologis:** Perubahan pH dapat memengaruhi berbagai fungsi biologis organisme akuatik seperti pernapasan, reproduksi, dan penyerapan nutrisi. **(3 POIN)**
- **Kematian Larva dan Telur:** Banyak ikan dan amfibi memiliki toleransi pH yang sempit. Perubahan pH dapat menyebabkan kematian larva, telur, atau menghambat pertumbuhan mereka. **(3 POIN)**

- **Kerusakan pada Insang dan Jaringan Ikan:** pH ekstrem dapat menyebabkan kerusakan fisik pada insang dan jaringan ikan **(3 POIN)**

Kriteria penskoran

0 poin: jika tidak menjawab

1 poin: jika menuliskan dampak tidak berkaitan dengan kehidupan akuatik

2 poin: jika menuliskan dampak berkaitan dengan kehidupan akuatik

3 poin: jika menuliskan dampak berkaitan dengan kehidupan akuatik disertai dengan penjelasan

Dampak pada kesehatan manusia:

- **Kontaminasi Air Minum:** Air sungai yang digunakan sebagai sumber air minum dapat terkontaminasi oleh logam berat dan zat berbahaya lainnya **(3 POIN)**
- **Iritasi Kulit dan Mata:** Air dengan pH yang terlalu tinggi atau rendah dapat menyebabkan iritasi pada kulit dan mata manusia. **(3 POIN)**

	• Gangguan Pencernaan dan Pernapasan: Paparan jangka panjang terhadap air yang terkontaminasi dapat menyebabkan gangguan pencernaan dan pernapasan. (3 POIN) Kriteria penskoran 0 poin: jika tidak menjawab 1 poin: jika menuliskan dampak tidak berkaitan dengan kesehatan manusia 2 poin: jika menuliskan dampak berkaitan dengan kesehatan manusia 3 poin: jika menuliskan dampak berkaitan dengan kesehatan manusia disertai dengan penjelasan
3	a) Penyebab perubahan kualitas air oleh PLTU • Penggunaan PLTU menghasilkan emisi (gas SO₂ dan NO_x) (2 POIN) • Hasil emisi bereaksi dengan air membentuk hujan asam (2 POIN) • Hujan asam masuk ke sungai (2 POIN) • Menyebabkan pH air turun (2 POIN)

- Penggunaan PLTU menghasilkan limbah industri yang mengandung logam berat **(2 POIN)**
- Menyebabkan peningkatan kadar logam berat **(2 POIN)**
- Kontaminasi air sungai **(2 POIN)**

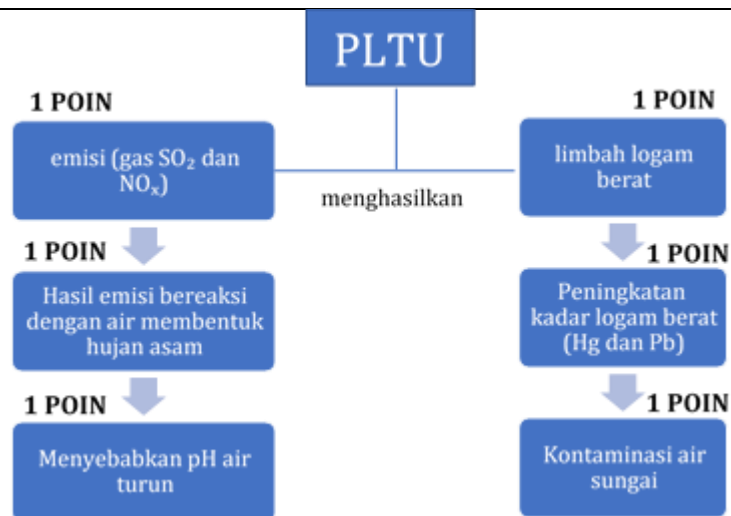
Kriteria penskoran

0 poin: jika tidak menjawab

1 poin: jika menuliskan penyebab tidak berkaitan dengan penggunaan PLTU

2 poin: jika menuliskan penyebab berkaitan dengan penggunaan PLTU

- Diagram alir:



Kriteria penskoran

0 poin: jika tidak menjawab

1 poin: jika menggambarkan diagram dengan urutan yang berkaitan

b) Proses hujan asam mempengaruhi terhadap pH air hujan

- Hujan asam yang dihasilkan dari emisi PLTU menurunkan pH air sungai **(2 POIN)**
- Karena asam sulfat dan asam nitrat yang terbentuk bersifat sangat asam. **(2 POIN)**
- Menyebabkan peningkatan keasaman air sungai **(2 POIN)**
- Menyebabkan kerusakan ekosistem akuatik. **(2 POIN)**

Kriteria penskoran

0 poin: jika tidak menjawab

1 poin: jika menuliskan jawaban tidak berkaitan dengan hujan asam dan pH air

2 poin: jika menuliskan jawaban berkaitan dengan hujan asam dan pH air

3 - Penggunaan scrubber (alat pengendali polusi udara) untuk menangkap dan menghilangkan SO_2 dari gas buang. **(5 POIN)**

- Penggunaan teknologi pembakaran bersih yang mengurangi pembentukan NO_x selama proses pembakaran batu bara. **(5 POIN)**

Kriteria penskoran

	0 poin: jika tidak menjawab 1 poin: jika menuliskan solusi namun tidak berkaitan dengan pencegahan emisi dari PLTU 3 poin: jika menuliskan solusi berkaitan dengan pencegahan emisi dari PLTU 5 poin: jika menuliskan solusi berkaitan dengan pencegahan emisi dari PLTU disertai penjelasan
4	a) Komponen-komponen asam, basa, asam konjugat dan basa konjugat Reaksi 1 • Asam: H_2O (1 POIN) • Basa: NH_3 (1 POIN) • Asam konjugat: NH_4^+ (1 POIN) • Basa konjugat: OH^- (1 POIN) Reaksi 2 • Asam: H_2SO_4 (1 POIN)

- Basa: H_2O **(1 POIN)**
- Asam konjugat: H_3O^+ **(1 POIN)**
- Basa konjugat: HSO_4^- **(1 POIN)**

b) Perpindahan proton:

- Reaksi 1: proton berpindah dari molekul air (H_2O) ke amonia (NH_3), menghasilkan ion amonium (NH_4^+) dan ion hidroksida (OH^-) **(4 POIN)**
- Reaksi 2: proton berpindah dari asam sulfat (H_2SO_4) ke air (H_2O), menghasilkan ion hidronium (H_3O^+) dan ion hidrogen sulfat (HSO_4^-) **(4 POIN)**

Kriteria penskoran

0 poin: jika tidak menjawab

1 poin: jika menuliskan perpindahan proton namun kurang tepat

2 poin: jika menuliskan perpindahan proton dengan tepat

3 poin: jika menuliskan perpindahan proton dengan tepat namun hasil reaksi tidak tepat

4 poin: jika menuliskan perpindahan proton dengan tepat dan menuliskan hasil reaksi dengan tepat

c) Kekuatan asam basa

Reaksi 1:

- NH_4^+ : asam lemah (produk) **(1 POIN)**, dan OH^- : basa kuat **(1 POIN)**
- NH_3 : basa lemah (reaktan) **(1 POIN)**, dan H_2O : amfoter **(1 POIN)**
- Pengaruh kekuatan relatif terhadap arah reaksi: reaksi cenderung tidak sepenuhnya ke kanan. **(2 POIN)**

Reaksi 2:

- H_3O^+ : asam kuat (produk) **(1 POIN)**, dan HSO_4^- : asam lemah **(1 POIN)**
- H_2SO_4 : asam kuat (reaktan) **(1 POIN)**, dan H_2O : amfoter **(1 POIN)**
- Pengaruh kekuatan relatif terhadap arah reaksi: reaksi cenderung berlangsung ke arah kanan. **(2 POIN)**

(12 POIN)

d) Evaluasi arah dan kesetimbangan

- Reaksi setimbang: reaksi 1 **(2 POIN)**

Alasan yang diharapkan: karena melibatkan asam lemah (NH_4^+) dan basa lemah (NH_3) **(2 POIN)**

- Reaksi sempurna: reaksi 2 **(2 POIN)**

Alasan yang diharapkan: karena melibatkan asam kuat (H_2SO_4) dan pembentukan ion hidronium (H_3O^+) **(2 POIN)**

Kriteria penskoran

0 poin: jika tidak menjawab

1 poin: jika menuliskan jawaban namun kurang tepat atau alasan kurang tepat

2 poin: jika menuliskan jawaban reaksi dengan tepat atau alasan dengan tepat

- 5** a) Peningkatan CO_2 di atmosfer meningkatkan jumlah CO_2 yang larut dalam air laut. CO_2 yang terlarut ini bereaksi dengan air membentuk asam karbonat (H_2CO_3). Asam karbonat kemudian terdisosiasi menjadi ion bikarbonat (HCO_3^-) dan ion karbonat (CO_3^{2-}) **(3 POIN)**

Kriteria penskoran

0 poin: jika tidak menjawab

1 poin: jika menuliskan pengaruh namun tidak berkaitan

2 poin: jika menuliskan pengaruh berkaitan dengan reaksi

3 poin: jika menuliskan pengaruh berkaitan dengan keseimbangan karbonat dan reaksi yang terjadi dan berurutan

1)	CO_2 larut dalam air laut	$\text{CO}_{2(g)} \leftrightarrow$	$\text{CO}_{2(aq)}$
2)	CO_2 terlarut bereaksi dengan air	$\text{CO}_{2(aq)} \text{ (1 POIN)} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow$	$\text{H}_2\text{CO}_3 \text{ (2 POIN)}$

					H^+ (1 POIN)+ HCO_3^- (1 POIN)	
	3)	Disosiasi asam karbonat	H_2CO_3 (1 POIN) $\leftrightarrow$			
	4)	Disosiasi ion bikarbonat	HCO_3^- (1 POIN) $\leftrightarrow$		H^+ (1 POIN)+ CO_3^{2-} (1 POIN)	
	b) Peningkatan CO_2 menyebabkan lebih banyak H_2CO_3 terbentuk (2 POIN), yang menghasilkan lebih banyak ion H^+ melalui disosiasi(2 POIN). Peningkatan ion H^+ menurunkan pH air laut, membuatnya lebih asam (2 POIN) c) Proses-proses utama dalam siklus karbonat yang mempengaruhi konsentrasi ion HCO_3^- dan CO_3^{2-} dalam air laut meliputi:					

- Larutan CO_2 (**2 POIN**): peningkatan konsentrasi CO_2 meningkatkan pembentukan H_2CO_3 (**2 POIN**)
- Disosiasi H_2CO_3 (**2 POIN**): menghasilkan ion HCO_3^- dan H^+ (**2 POIN**)
- Disosiasi HCO_3^- (**2 POIN**): menghasilkan ion CO_3^{2-} dan H^+ (**2 POIN**)

d) Dampak Perubahan dalam Komponen Siklus:

- **Peningkatan CO_2 Atmosfer:** Peningkatan CO_2 di atmosfer meningkatkan dissolusi CO_2 dalam air laut, yang meningkatkan pembentukan asam karbonat dan ion hidrogen, sehingga menurunkan pH (pengasaman laut). (**5 POIN**)
- **Penurunan Buffer Kapasitas:** Jika kapasitas buffer terganggu (misalnya, karena penurunan konsentrasi ion bikarbonat), maka perubahan pH akan lebih drastis dengan penambahan asam atau basa. (**5 POIN**)

	• Pengaruh Suhu: Peningkatan suhu air laut dapat mempercepat disosiasi asam karbonat dan mengurangi solubilitas CO₂, yang juga mempengaruhi pH air laut. (5 POIN) Kriteria penskoran 1 poin: jika menuliskan dampak tidak berkaitan dengan konteks 3 poin: jika menuliskan dampak dan berkaitan dengan konteks 5 poin: jika menuliskan dampak berkaitan dengan konteks disertai penjelasan
6	a) pH tanah yang tidak seimbang mempengaruhi kesehatan tanaman dengan cara: • pH terlalu asam: mengurangi ketersediaan nutrisi penting seperti nitrogen, fosfor, dan kalium (3 POIN) • pH terlalu basa: mengurangi ketersediaan nutrisi seperti besi, mangan (3 POIN) Kriteria penskoran 1 poin: jika menuliskan jawaban namun tidak berkaitan antara pH tanah dan tanaman

2 poin: jika menuliskan jawaban berkaitan antara pH tanah dan tanaman

3 poin: jika menuliskan jawaban berkaitan antara pH tanah dan tanaman disertai penjelasan

b) komponen utama dan perannya

- Tanah: nutrisi bagi tanaman **(2 POIN)**
- Air: membantu dalam penyerapan nutrisi oleh tanaman **(2 POIN)**
- Kapur pertanian: menaikkan pH tanah asam, membuat lebih netral **(2 POIN)**
- Sulfur: menurunkan pH tanah basa, membuat lebih asam **(2 POIN)**
- Tanaman: indikator kesehatan tanah, pertumbuhan yang buruk dapat menunjukkan masalah pH **(2 POIN)**

Kriteria penskoran

0 poin: jika tidak menjawab

1 poin: jika menyebutkan komponen-komponen yang terlibat

	2 poin: jika menyebutkan komponen dan menjelaskan peran setiap komponen c) pH tanah yang seimbang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman yang sehat karena mempengaruhi ketersediaan nutrisi dan toksisitas elemen tertentu (2 POIN) Penyesuaian pH tanah melalui penambahan kapur dan sulfur adalah praktik yang umum dalam pertanian (2 POIN) Kriteria penskoran 0 poin: jika tidak menjawab 1 poin: jika menyebutkan pentingnya pH tanah namun tidak berkaitan 2 poin: jika menyebutkan pentingnya pH tanah dan berkaitan
7	a) Reaksi dan peran zat • Reaksi yang terjadi: $2\text{NO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{HNO}_2(\text{aq}) + \text{HNO}_3(\text{aq})$ (5 POIN) • NO_2 sebagai asam lewis, bertindak sebagai akseptor PEB karena menerima PEB dari air (5 POIN)

- H_2O sebagai basa lewis, bertindak sebagai donor PEB karena menyumbangkan PEB kepada NO_2 **(5 POIN)**

Kriteria penskoran

0 poin: jika tidak menjawab

1 poin: jika menuliskan satu zat dengan peran yang benar tapi tidak lengkap atau tidak ada kaitan dengan teori Lewis

3 poin: jika menuliskan satu zat dengan peran yang benar tapi penjelasan terbalik dengan zat yang dimaksud

5 poin: jika menuliskan satu zat dengan peran yang benar dan penjelasan tepat dengan teori lewis

b) Dimensi tersembunyi

- Teori Lewis menjelaskan interaksi antara partikel-partikel yang tidak melibatkan transfer proton langsung atau ionisasi **(5 POIN)**

	• Mengungkapkan bahwa reaksi asam-basa dapat terjadi melalui transfer pasangan elektron, bukan hanya melalui ion H^+ atau OH^- (5 POIN) • NO_2 tidak hanya berperan sebagai penghasil ion atau donor/akseptor proton, tetapi juga sebagai akseptor pasangan elektron (5 POIN) Kriteria penskoran 1 poin: jika menuliskan teori Lewis tapi tidak menjelaskan konsep donor/akseptor elektron atau perbedaan dengan teori lain 3 poin: jika menjelaskan teori Lewis dengan benar tapi kurang mengaitkan dengan keterbatasan teori Arrhenius dan Bronsted-Lowry 5 poin: jika menjelaskan dengan lengkap bagaimana teori Lewis memperluas konsep asam basa
8	a) Warna indikator Larutan dengan pH 2:

- Lakmus: merah (karena $\text{pH} < 5$) **(2 POIN)**
- Fenolftalein: tidak berwarna (karena $\text{pH} < 8$) **(2 POIN)**
- Bromtimol biru: kuning (karena $\text{pH} < 6$) **(2 POIN)**

Larutan dengan pH 7:

- Lakmus: tetap merah, (karena $\text{pH} < 5$ dan > 8) **(2 POIN)**
- Fenolftalein: tidak berwarna (karena $\text{pH} < 8$) **(2 POIN)**
- Bromtimol biru: hijau, (karena pH berada di antara perubahan dari kuning ke biru) **(2 POIN)**

Larutan dengan pH 10:

- Lakmus: biru (karena > 8) **(2 POIN)**
- Fenolftalein: merah muda (karena $\text{pH} > 9$) **(2 POIN)**
- Bromtimol biru: biru (karena $\text{pH} > 7,6$) **(2 POIN)**

Kriteria penskoran

0 poin: jika tidak menjawab

1 poin: jika menyebutkan perubahan warna lakmus

2 poin: jika menyebutkan perubahan warna lakmus disertai penjelasan

b) Perubahan warna

Bromtimol biru:

- **Awal -> biru pada pH 7 (2 POIN)**
- **Pertengahan -> hijau pada pH 6 (2 POIN)**
- **Akhir -> kuning pada pH 4 (2 POIN)**

Lakmus:

- **Awal -> transisi biru ke merah pada pH 7 (2 POIN)**
- **Akhir -> merah muda pada pH 4 (2 POIN)**

Kriteria penskoran

0 poin: jika tidak menjawab

1 poin: jika menyebutkan perubahan warna lakmus pada awal, tengah dan akhir namun kurang tepat

	2 poin: jika menyebutkan perubahan warna lakmus pada awal, tengah dan akhir dengan tepat
9	a) Hubungan antara kekuatan asam dan pH HCl: • termasuk asam kuat karena terdisosiasi sepenuhnya (2 POIN) • menghasilkan konsentrasi ion H^+ yang tinggi, sehingga pH rendah (2 POIN) • nilai K_a sangat besar, reaksi disosiasi hampir sepenuhnya ke kanan (2 POIN) CH_3COOH • Termasuk asam lemah karena terdisosiasi sebagian (2 POIN) • Menghasilkan konsentrasi ion H^+ yang lebih sedikit, sehingga pH lebih tinggi (2 POIN) • Nilai K_a lebih kecil daripada HCl, reaksi disosiasi lebih seimbang (2 POIN) • asam lemah : CH_3COOH, asam kuat : HCl (2 POIN) Kriteria penskoran

0 poin: jika tidak menjawab

1 poin: jika menyebutkan jawaban yang berhubungan antara kekuatan asam dengan pH tidak disertai penjelasan

2 poin: jika menyebutkan jawaban yang berhubungan antara kekuatan asam dengan pH disertai penjelasan

b) Pengaruh peningkatan konsentrasi CH_3COOH

- **Lebih banyak molekul CH_3COOH yang tersedia untuk berdisosiasi (2 POIN)**
- **Peningkatan jumlah ion H^+ (2 POIN)**
- **pH larutan akan menurun, larutan lebih asam (2 POIN)**
- **penurunan pH tidak akan drastis karena merupakan asam lemah (2 POIN)**

Kriteria penskoran

0 poin: jika tidak menjawab

1 poin: jika menyebutkan jawaban yang berhubungan antara konsentrasi dengan pH tidak disertai namun kurang tepat

	2 poin: jika menyebutkan jawaban yang berhubungan antara konsentrasi dengan pH dengan tepat
10	a) Komponen utama • Larutan HCl: ion hidrogen (H^+) (1 POIN) • Larutan NaOH: ion hidroksida (OH^-) (1 POIN) b) Perhitungan pH • pH larutan HCl konsentrasi $H^+ = 0,01\text{ M}$ $pH = -\log [H^+] = -\log (0,01) = 2$ (2 POIN) • pH larutan NaOH konsentrasi $OH^- = 0,001\text{ M}$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log (0,001) = 3$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 3 = 11$$

(2 POIN)

Kriteria penskoran

0 poin: jika tidak menjawab

1 poin: jika menuliskan rumus mencari pH dengan tepat namun hasil kurang tepat

2 poin: jika menuliskan rumus mencari pH dengan tepat dan hasil tepat

PEDOMAN PENILAIAN

$$\text{Nilai} = \frac{\text{jumlah skor}}{\text{skor maksimal}} \times 100$$

Nilai	Kategori
81-100	Sangat baik
61-80	Baik
41-60	Cukup
21-40	Kurang
<21	Sangat kurang

LEMBAR SOAL TES UJI COBA

Nama :
No. Absen :
Kelas :
Jumlah soal : 10
Pokok bahasan : Asam dan basa

Petunjuk Pengerjaan

1. Berdoalah sebelum mengerjakan soal
2. Tulislah identitas diri dengan benar
3. Bacalah soal dengan baik dan teliti
4. Tulislah jawaban anda pada lembar jawab

Pertanyaan

Indikator *System Thinking*: Mengidentifikasi komponen sistem dan proses dalam sistem

1. Di sebuah wilayah pegunungan, terdapat sebuah danau yang menjadi sumber kehidupan bagi berbagai makhluk hidup. Danau ini menerima air dari hujan dan aliran sungai. Sejak beberapa tahun terakhir, penduduk setempat mengamati adanya perubahan pada ekosistem danau. Salah satu perubahan yang mencolok adalah menurunnya populasi ikan tertentu dan meningkatnya pertumbuhan ganggang yang tidak biasa.

Peneliti dari sebuah universitas memutuskan untuk menyelidiki penyebab perubahan ini. Mereka menemukan bahwa hujan di wilayah tersebut memiliki pH yang lebih rendah dari biasanya, yang mengindikasikan terjadinya hujan asam. Hujan asam terbentuk ketika polutan udara seperti sulfur dioksida (SO_2) dan nitrogen oksida (NO_x) bereaksi dengan air di atmosfer, membentuk asam sulfat (H_2SO_4) dan asam nitrat (HNO_3).



Sumber: Unsplash teguhyudhatama

Pertanyaan :

- a) Sebutkan komponen-komponen yang terlibat dalam fenomena hujan asam yang mempengaruhi ekosistem danau dan jelaskan peran masing-masing komponen dalam sistem tersebut!
- b) Bagaimana kekuatan sifat asam yang terbentuk dari reaksi kedua polutan dengan air hujan dan pengaruhnya terhadap pH air hujan? Tuliskan reaksinya!

Asam sulfat (H_2SO_4) dari sulfur dioksida (SO_2)

Reaksi oksidasi awal	 + $\rightarrow$ HOSO_2
	 + $\text{O}_2 \rightarrow$ + H_2O
Pembentukan asam sulfat	 + $\rightarrow$
Kekuatan asam	
Pengaruh terhadap pH	• •

Asam nitrat (HNO_3) dari nitrogen oksida (NO dan NO_2)

Reaksi oksidasi awal	 + $\frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow$
Pembentukan asam nitrat	 + $\rightarrow$

Kekuatan asam	
Pengaruh terhadap pH	• •

- c) Bagaimana reaksi antara polutan udara dan air hujan dapat mempengaruhi ekosistem danau?

Indikator *System Thinking*: Mengidentifikasi hubungan di antara komponen sistem

2. Sebuah pabrik tekstil di pinggiran kota Jakarta membuang limbah cairnya langsung ke sungai yang mengalir melewati beberapa desa. Limbah ini mengandung berbagai zat kimia, termasuk pewarna dan sisa bahan kimia dari proses pencucian dan pewarnaan kain. Salah satu komponen utama dalam limbah tersebut adalah senyawa basa kuat seperti natrium hidroksida (NaOH).

Dalam beberapa bulan terakhir, penduduk desa yang tinggal di sepanjang sungai melaporkan bahwa air sungai berubah warna dan bau, serta beberapa ikan mati secara tiba-tiba. Mereka juga merasakan iritasi pada kulit setelah menggunakan air sungai untuk mandi dan mencuci pakaian. Pemerintah setempat mulai menyelidiki masalah ini dan menemukan bahwa pH air sungai di beberapa titik sangat tinggi, menunjukkan sifat basa yang kuat.



Sumber: Unsplash, Photo by Alex Simpson

Pertanyaan:

- a) Identifikasilah komponen-komponen sistem yang terlibat dalam fenomena ini
- b) Bagaimana kekuatan sifat basa yang terbentuk akibat pembuangan limbah cair dari pabrik tekstil dalam air sungai dan pengaruhnya terhadap pH air sungai?
- c) Apa dampak dari perubahan pH air sungai terhadap kehidupan akuatik dan kesehatan manusia?

Indikator *System Thinking*: Mengidentifikasi hubungan dinamis dalam sistem

3. Di sebuah kota besar, pemerintah setempat memutuskan untuk membangun sebuah pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) yang menggunakan batu bara sebagai bahan bakar

utama. Pembangkit listrik ini menghasilkan listrik dalam jumlah besar yang sangat dibutuhkan untuk mendukung kemajuan teknologi di kota tersebut. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, para peneliti lingkungan mengamati adanya penurunan kualitas air di sungai yang berada dekat dengan PLTU tersebut.

Mereka menemukan bahwa air sungai mengalami penurunan pH yang signifikan, serta adanya peningkatan kadar logam berat seperti merkuri (Hg) dan timbal (Pb). Hal ini disebabkan oleh emisi gas SO_2 dan NO_x dari pembakaran batu bara yang menyebabkan hujan asam, serta limbah industri yang mengandung logam berat masuk ke sungai.



sumber: [kompas.com](https://www.kompas.com)

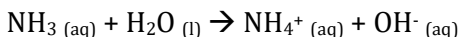
Pertanyaan:

- a) Jelaskan bagaimana penggunaan teknologi pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) dapat menyebabkan perubahan pada kualitas air sungai dan gambarkan dalam diagram alur!
- b) Bagaimana hujan asam yang dihasilkan dari emisi PLTU mempengaruhi pH air sungai?
- c) Berikan dua contoh teknologi atau metode yang dapat digunakan untuk mengurangi emisi SO_2 dan NO_x dari PLTU!

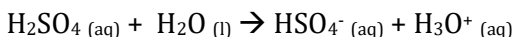
Indikator *System Thinking*: Mengatur komponen sistem dan proses dalam kerangka hubungan

4. Perhatikan dua reaksi asam basa berikut ini

Reaksi 1:



Reaksi 2:



Pertanyaan:

- a) Identifikasilah komponen asam, basa, asam konjugat, dan basa konjugat dalam kedua reaksi tersebut berdasarkan teori asam basa Bronsted-Lowry!
- b) Jelaskan bagaimana proton berpindah dalam setiap reaksi!

- c) Bandingkanlah kekuatan asam basa (asam kuat/asam lemah/basa kuat/basa lemah) dari reaktan dan produk dalam kedua reaksi. Bagaimana kekuatan relatif mempengaruhi arah reaksi?
- d) Berdasarkan analisis asam-basa, reaksi mana yang lebih cenderung berlangsung sempurna dan mana yang mungkin mencapai kesetimbangan? Jelaskan alasanmu!

Indikator *System Thinking*: Memahami siklus sistem

5. Di sebuah pulau tropis, para peneliti kelautan melakukan studi jangka panjang mengenai kesehatan ekosistem terumbu karang. Mereka menemukan bahwa perubahan iklim dan peningkatan emisi karbon dioksida global mempengaruhi keseimbangan kimia air laut. Salah satu komponen penting yang mereka pelajari adalah siklus karbonat dalam air laut.

Karbon dioksida dari atmosfer larut dalam air laut dan berinteraksi dengan molekul air untuk membentuk asam karbonat (H_2CO_3). Asam karbonat ini dapat terdisosiasi menjadi ion bikarbonat (HCO_3^-) dan ion karbonat (CO_3^{2-}). Perubahan konsentrasi CO_2 di atmosfer dapat mempengaruhi keseimbangan antara CO_2 , H_2CO_3 , HCO_3^- , dan CO_3^{2-} dalam air laut, yang berdampak pada pH air laut dan kesehatan

organisme laut seperti karang dan moluska yang bergantung pada ion karbonat untuk membentuk cangkangnya.

Pertanyaan:

- a) Jelaskan bagaimana peningkatan CO_2 di atmosfer dapat mempengaruhi keseimbangan karbonat dalam air laut dan tuliskan reaksi kimia yang terjadi dibawah ini!

1)	CO_2 larut dalam air laut	$\text{CO}_{2(g)} \leftrightarrow$	$\text{CO}_{2(aq)}$
2)	CO_2 terlarut bereaksi dengan air	$\dots + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow$	
3)	Disosiasi asam karbonat	$\dots \leftrightarrow$	$\dots + \dots$
4)	Disosiasi ion bikarbonat	$\dots \leftrightarrow$	$\dots + \dots$

- b) Bagaimana perubahan ini mempengaruhi pH air laut secara keseluruhan?
- c) Identifikasilah dan jelaskan proses-proses utama dalam siklus karbonat yang mempengaruhi konsentrasi ion HCO_3^- dan CO_3^{2-} dalam air laut
- d) Bagaimana dampak jika salah satu komponen meningkat?

Indikator *System Thinking*: Membuat generalisasi

6. Pak Budi adalah seorang petani yang tinggal di sebuah desa kecil. Ia menanam berbagai jenis sayuran di lahannya. Selama beberapa bulan terakhir, Pak Budi memperhatikan bahwa beberapa tanaman sayurannya tampak kurang sehat. Daun-daun beberapa tanaman menjadi kuning dan pertumbuhannya terhambat. Setelah berkonsultasi dengan ahli pertanian, Pak Budi diberi tahu bahwa pH tanah di lahannya mungkin tidak seimbang, yang dapat mempengaruhi ketersediaan nutrisi bagi tanaman.

Pak Budi memutuskan untuk mengukur pH tanah di berbagai bagian lahannya menggunakan alat pengukur pH. Hasilnya menunjukkan bahwa beberapa area tanah memiliki pH yang terlalu asam, sementara area lain terlalu basa. Ahli pertanian merekomendasikan Pak Budi untuk menggunakan kapur pertanian (kalsium karbonat) untuk menaikkan pH tanah yang terlalu asam dan sulfur untuk menurunkan pH tanah yang terlalu basa.

Pertanyaan:

- a) Jelaskan bagaimana pH tanah yang tidak seimbang dapat mempengaruhi kesehatan tanaman!
- b) Sebutkan komponen-komponen utama dalam sistem pertanian dan jelaskan peran masing-masing komponen dalam sistem tersebut!

- c) Berdasarkan kasus Pak Budi, jelaskan mengenai pentingnya pH tanah dalam pertanian!

Indikator *System Thinking*: Memahami dimensi tersembunyi sistem

7. Dalam suatu reaksi kimia, gas nitrogen dioksida (NO_2) bereaksi dengan air (H_2O) untuk membentuk asam nitrit (HNO_2) dan asam nitrat (HNO_3).

Pertanyaan:

- a) Berdasarkan teori Lewis, tuliskan reaksi diatas dan identifikasilah peran masing-masing zat dalam reaksi tersebut!
- b) Bagaimana teori Lewis menjelaskan konsep asam basa dari reaksi ini yang tidak dijelaskan oleh teori Arrhenius dan Bronsted-Lowry?

Indikator *System Thinking*: Berpikir secara temporer, retrospeksi, dan prediksi

8. Andi Seorang siswa melakukan percobaan dengan tiga larutan berbeda yang masing-masing memiliki pH 2, 7, dan 10. Siswa tersebut menggunakan tiga indikator asam-basa: lakmus, fenolftalein, dan bromtimol biru. Rentang pH perubahan warna indikator tersebut adalah sebagai berikut:

Indikator	Trayek Perubahan Warna	Perubahan Warna
Lakmus	5 – 8	Merah – Biru
Fenolftalein	8 – 9	Tidak berwarna – merah muda
Bromtimol biru	6 – 7,6	Kuning - Biru

Pertanyaan:

- Berdasarkan rentang pH perubahan warna indikator, jelaskan warna yang akan ditunjukkan oleh setiap indikator pada masing-masing larutan pH 2, 7, dan 10!
- Jika larutan dengan pH 7 perlahan-lahan ditambahkan asam kuat hingga pH larutan turun menjadi 4, prediksikan perubahan warna yang akan terjadi pada indikator bromtimol biru dan lakmus!

Indikator *System Thinking*: Mengidentifikasi hubungan antara komponen sistem

- Seorang siswa melakukan eksperimen untuk mengukur pH dari dua larutan yang berbeda: satu dengan asam klorida (HCl) dan satu lagi dengan asam asetat (CH_3COOH), masing-masing

pada konsentrasi 0,1 M. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pH larutan HCl adalah 1, sementara pH larutan CH_3COOH adalah sekitar 2,9.

Pertanyaan:

- a) Jelaskan hubungan antara kekuatan asam (dengan menggunakan konsep K_a) dan pH untuk kedua larutan tersebut! Manakah yang termasuk asam lemah dan asam kuat?
- b) Apa yang terjadi pada pH jika konsentrasi larutan CH_3COOH dinaikkan menjadi 1 M?

Indikator *System Thinking*: Mengidentifikasi komponen sistem dan proses dalam sistem

10. Siswa kelas XII MAN 2 sedang melakukan eksperimen di laboratorium kimia untuk mempelajari tentang konsep pH dari larutan asam dan basa. Larutan yang disiapkan: satu larutan asam klorida (HCl) dengan konsentrasi 0,01 M dan satu lagi larutan natrium hidroksida (NaOH) dengan konsentrasi 0,001 M.

Pertanyaan:

- a) Sebutkan komponen utama dalam setiap larutan yang akan mempengaruhi nilai pH nya!
- b) Hitunglah nilai pH dari masing-masing larutan HCl dan NaOH tersebut!

Lampiran 16 *Surat Keterangan Penelitian*



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
KANTOR KEMENTERIAN AGAMA KOTA SEMARANG
MADRASAH ALIYAH NEGERI 2 KOTA SEMARANG
 Jalan. Banggetayu Raya Genuk Semarang
 Telepon (024) 6595440 Faximili (024) 6595440
 e-mail : man2smrg@gmail.com Website : www.man2smrg.sch.id



SURAT KETERANGAN

Nomor : 1286/ Ma.11.33.02/TL.00/08/2024

Berdasarkan surat izin Penelitian dari UIN Walisongo Semarang, Nomor : B.4909/Un.10.8/K/SP.01.08/07/2024, Tanggal : 22 Juli 2024, Kepala MAN 2 Kota Semarang :

Nama : Drs. H. Junaedi, M.Pd
 Jabatan : Kepala Madrasah
 Pangkat / Golongan : Pembina Tingkat I / IV b
 Unit Kerja : MAN 2 Kota Semarang

Menerangkan bahwa mahasiswa atas :

Nama : AURA ASLA NUR FAJRI
 NIM : 2008076089
 Universitas : UIN Walisongo Semarang
 Prodi : S1-Pendidikan Kimia

Telah melaksanakan penelitian sesuai dengan prosedur untuk keperluan penulisan Skripsi di MAN 2 Kota Semarang pada tanggal 23 Agustus 2024, dengan judul :

"Pengembangan Asesmen System Thinking pada Konsep Asam Basa siswa SMA/MA"

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 23 Agustus 2024

Kepala

Drs. H. Junaedi, M.Pd
 NIP. 195508021996031001



Lampiran 17 Dokumentasi

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Aura Asla Nur Fajri
2. Tempat, Tanggal Lahir : Tasikmalaya, 21 Juni 2002
3. Alamat Rumah :
4. No Hp : 081220173881
5. E-mail : saura2162@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal
 - a. SDN Cilolohan 1
 - b. MTs FADRIS
 - c. MA Fathiyyah
2. Pendidikan Non-Formal
 - a. Pondok Pesantren Progresif Fathimah Al-Amin