

**ANALISIS KEMAMPUAN MULTI LEVEL
REPRESENTASI DAN ALGORITMA SISWA
KELAS XII IPA SMAN 2 SEMARANG PADA
MATERI LARUTAN PENYANGGA**

SKRIPSI

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



Oleh :

Devi Mahmudah

NIM: 1708076052

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2021**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : **Devi Mahmudah**

NIM : 1708076052

Program studi : Pendidikan Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul :

**Analisis Kemampuan Multi Level Representasi dan
Algoritma Siswa Kelas XII IPA SMAN 2 Semarang Pada
Materi Larutan Penyangga**

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

Semarang, 29 Desember 2021
Pembuat Pernyataan,



Devi Mahmudah
NIM.1708076052



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof Dr. Hamka Ngaliyan Semarang
Telp.(024) 7601295 Fax. 7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini :

Judul : **Analisis Kemampuan Multi Level Representasi dan Algoritma Siswa Kelas XII IPA SMAN 2 Semarang Pada Materi Larutan Penyangga**

Penulis : **Devi Mahmudah**

NIM : 1708076052

Prodi : 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, 31 Desember 2021

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang

Sekretaris Sidang

Mulyatun, S.pd., M.Si
NIP. 198305042011012008

Anita Fibonacci, S.Pd., M.Pd
NIP. 2028118701

Penguji I

Dr. Suwahono, M.Pd
NIP. 197205201999031

Penguji II

Rini Pratiwi, M.Pd
NIP. 198703142019032

Pembimbing

Mulyatun, S.pd., M.Si
NIP. 198305042011012008

NOTA PEMBIMBING

Semarang, 29 Desember 2021

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo

di Semarang

Assalamualaikum. wr. wb.

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

Judul : Analisis Kemampuan Multi Level Representasi dan Algoritma Siswa Kelas XII IPA SMAN 2 Semarang Pada Materi Larutan Penyangga

Nama : **Devi Mahmudah**

NIM : 1708076052

Jurusan : Pendidikan Kimia

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains Dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqosyah.

Wassalamualaikum. Wr. wb.

Pembimbing,



Mulyatun, S.pd., M.Si

NIP.198305042011012008

ABSTRAK

Kemampuan multi level representasi dan algoritma diperlukan oleh siswa agar pemahaman siswa dalam mempelajari kimia menjadi utuh. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan multi level representasi dan algoritma siswa. Jenis penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif dan menggunakan sampel kelas XII IPA 4 yang dipilih melalui teknik purposive sampling. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan multi level representasi pada representasi makroskopik memperoleh persentase sebesar 58,75%, representasi sub mikroskopik sebesar 41,80% dan representasi simbolik sebesar 49,79%. Kemampuan algoritma memperoleh hasil persentase sebesar 55,56%.

Kata kunci: Multi Level Representasi Kimia, Algoritma, Larutan Penyangga

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Alhamdulillah rabbil 'alamin. Segala puji bagi Allah SWT karena atas rahmat, hidayah dan inayahnya skripsi ini dapat selesai dalam suasana pandemi covid 19. Sholawat serta salam kepada junjungan semua umat islam Nabi Muhammad SAW yang sangat diharapkan syafaatnya kelak di hari kiamat.

Penulisan skripsi ini dapat terselesaikan karena adanya doa serta dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang, Dr. H. Ismail, M. Ag.
2. Ketua Jurusan dan Ketua Program Studi Pendidikan Kimia UIN Walisongo Semarang, Atik Rahmawati, S.Pd., M.Si.
3. Mulyatun, S.Pd., M.Si selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan kepada penulis dengan sepenuh hati dalam penulisan skripsi ini
4. Seluruh dosen dari Pendidikan Kimia yang sudah membagikan ilmunya kepada penulis selama kuliah
5. Kedua orang tua yang sangat penulis sayangi yang selalu mendukung dan memberikan doanya dengan tulus ikhlas

6. Ikamaru 2017, BMC UIN Walisongo dan asisten laboratorium kimia yang telah memberikan pengalaman berharga selama kuliah
7. Nurul Latifah, Nella Fitriatul, Mely Safitri dan teman-teman di UIN Walisongo lainnya yang telah memberikan kenangan-kenangan luar biasa selama kuliah
8. Adinda Nur, Nina herlina, Maulida ridani, Laeli Faizatul, Anik Jihan, Alfin Ni'mah, dan teman-teman di Pendidikan Kimia 2017 yang senantiasa memberikan semangat dan tidak segan untuk berbagi pengalaman dan ilmunya.
9. Mbak Hidayatul, Mbak shofia, Mbak Syarifah, Mbak Hikma yang turut membantu dalam memberikan referensi untuk proses pengerjaan skripsi
10. Siswa kelas XII IPA 4 dan XII IPA 5 SMA N 2 Semarang yang sudah bersedia membantu dalam proses penelitian
11. Berbagai pihak yang telah memberikan doa, dukungan, bantuan atau yang lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu

Penulis tidak dapat memberikan apa-apa, melainkan rasa terimakasih yang sebanyak-banyaknya dan doa yang setulus-tulusnya. Semoga kebaikan mereka mendapatkan balasan terbaik dari Allah SWT. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis maupun para pembaca. Aamiin.

Semarang, 29 Desember 2021

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping letters that appear to be 'D' and 'M'.

Devi Mahmudah
NIM.1708076052

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN.....	iii
NOTA PEMBIMBING.....	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB 1 : PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	8
C. Tujuan Penelitian.....	9
D. Manfaat Penelitian	9
BAB II : LANDASAN PUSTAKA.....	10
A. Kajian Pustaka.....	10
1. Kemampuan MLR.....	10
2. Kemampuan Algoritma	13
3. Larutan Penyangga	14
B. Kajian Penelitian yang Relevan.....	23
C. Kerangka Berpikir	26
BAB III : METODE PENELITIAN.....	27
A. Jenis Penelitian.....	27
B. Tempat dan Waktu Penelitian	27
C. Subjek dan Objek Penelitian	29
D. Populasi dan Sampel Penelitian.....	29
E. Instrumen Penelitian.....	30
F. Teknik Pengumpulan Data.....	34

G. Teknik Analisis Data.....	35
BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	38
A. Deskripsi Hasil penelitian.....	38
B. Pembahasan	45
BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN.....	78
A. Kesimpulan.....	78
B. Saran.....	78

Daftar Pustaka

Lampiran - Lampiran

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Representasi Ilmu Kimia	11
Gambar 4.1	Hasil Persentase Kemampuan Multi Level Representasi Siswa	40
Gambar 4.2	Hasil persentase Kemampuan Representasi Makroskopik Siswa	41
Gambar 4.3	Hasil Persentase Kemampuan Representasi Sub Mikroskopik Siswa	42
Gambar 4.4	Hasil Persentase Kemampuan Representasi Simbolik Siswa	43
Gambar 4.5	Hasil Persentase Kemampuan Algoritma Siswa	44
Gambar 4.6	Jawaban Soal Nomor 1 Representasi Makroskopik Kategori Kurang	47
Gambar 4.7	Jawaban Soal Nomor 1 Representasi Makroskopik Kategori Baik	48
Gambar 4.8	Jawaban Soal Nomor 7 Representasi Makroskopik Kategori Sangat Kurang	50
Gambar 4.9	Jawaban Soal Nomor 7 Representasi Makroskopik Kategori Kurang	51
Gambar 4.10	Jawaban Soal Nomor 2 Representasi Makroskopik Kategori Sangat Kurang	56
Gambar 4.11	Jawaban Soal Nomor 2 Representasi Sub	58

Gambar 4.12	Mikroskopik Kategori Sangat Kurang Jawaban Soal Nomor 5 Representasi Sub	61
Gambar 4.13	Mikroskopik Kategori Sangat Kurang Jawaban Soal Nomor 3 Representasi Simbolik Kategori Kurang	65
Gambar 4.14	Jawaban Soal Nomor 6 Representasi Simbolik Kategori Sangat Kurang	67
Gambar 4.15	Jawaban Soal Nomor 8 Kemampuan Algoritma Kategori Sangat Rendah	71
Gambar 4.16	Jawaban Soal Nomor 9 Kemampuan Algoritma Kategori Sangat Kurang	72
Gambar 4.17	Jawaban Nomor 20 Kemampuan Algoritma Kategori Sangat Kurang	75

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 3.1	Klasifikasi Tingkat Kesukaran	32
Tabel 3.2	Klasifikasi Daya Beda Soal	33
Tabel 3.3	Skala Kategori Kemampuan Multi Level Representasi	36
Tabel 3.4	Skala Kategori Kemampuan Algoritma	37
Tabel 4.1	Hasil Kemampuan Makroskopik Setiap Soal	46
Tabel 4.2	Hasil Kemampuan Sub Mikroskopik Setiap soal	53
Tabel 4.3	Hasil Kemampuan Simbolik Setiap soal	63
Tabel 4.4	Hasil Kemampuan Algoritma Setiap Soal	69

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul
Lampiran 1	Kisi-Kisi Instrumen Tes Kemampuan Multi Level Representasi Dan Algoritma
Lampiran 2	Lembar Uji Coba Soal Tes Kemampuan MLR dan Algoritma
Lampiran 3	Lembar Kunci Jawaban
Lampiran 4	Rubrik Penilaian Uji Coba Soal
Lampiran 5	Lembar Validasi Instrumen Validator
Lampiran 6	Lembar Uji Soal Tes Kemampuan MLR dan Algoritma
Lampiran 7	Hasil Skor Jawaban Uji Coba Soal Siswa
Lampiran 8	Hasil Analisis Instrumen Soal MLR dan Algoritma
Lampiran 9	Hasil Skor dan Perhitungan Uji Soal Kemampuan MLR dan Algoritma
Lampiran 10	Hasil Wawancara Kemampuan Multi Level Representasi Siswa
Lampiran 11	Riwayat Hidup

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Berbagai teori dan temuan dalam sains kimia dapat direfleksikan melalui representasi makroskopik, sub mikroskopik, dan simbolik (Ida Farida, 2009). Hal tersebut menjadikan siswa perlu memiliki kemampuan multi level representasi, yaitu makroskopik, sub mikroskopik, dan simbolik dalam memahami ilmu kimia untuk menjelaskan suatu fenomena kimia.

Tiga konsep kajian tersebut penting dikuasai oleh siswa dalam mempelajari kimia agar siswa dapat memahami konsep kimia secara utuh dan mendalam. Penelitian (Sirhan, 2007) menjelaskan bahwa apabila siswa merasa kesulitan untuk memahami suatu jenis representasi, maka akan mempengaruhi pemahaman konsep representasi lainnya. Hal tersebut menjadi penting untuk dianalisis karena berdasarkan penelitian (Hanson, 2016) kemampuan siswa dalam memahami dan menerjemahkan fenomena kimia dalam bentuk representasi dengan benar merupakan salah satu poin penting dalam membangun konsep yang benar.

Keberhasilan siswa dalam mempelajari kimia dapat ditunjukkan melalui kemampuan siswa dalam menyelesaikan masalah menggunakan tiga level representasi kimia (I Farida et al., 2017). Keterampilan dalam memecahkan masalah untuk mengembangkan pengetahuan kimia yang bermakna dapat dicapai dengan kemampuan menginterpretasi dan mentransformasi ketiga tingkat fenomena kimia (makroskopik, sub mikroskopik, dan simbolik) melalui representasi (Indriyanti dan Barke, 2017; Sunyono dan Meristin, 2018). Berdasarkan alasan-alasan tersebut diperlukan analisis kemampuan multi level representasi agar diketahui seberapa dalam pemahaman siswa dalam memecahkan masalah kimia, mengingat bahwa kemampuan siswa dalam menyelesaikan suatu masalah merupakan tujuan utama dalam pembelajaran kimia.

Berbagai hasil penelitian menjelaskan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam memecahkan permasalahan kimia karena kurang mampu menghubungkan 3 level representasi kimia (Chandrasegaran, Treagust, dan Mocerino, 2007; Chittleborough dan Treagust, 2007). Kesulitan tersebut menjadikan siswa terus-menerus menghafal dalam proses pembelajaran, akibatnya hafalan tersebut menjadikan pembelajaran menjadi kurang

bermakna (Li dan Arshad, 2014). Hal tersebut tidak sesuai dengan tujuan pembelajaran kimia yang menekankan pada pembelajaran yang bermakna agar dapat mendukung proses pembelajaran kimia yang lebih baik.

Keberhasilan siswa dalam memecahkan soal perhitungan dinilai bahwa siswa memahami konsep kimia, banyak siswa yang dapat menyelesaikan soal matematis tetapi siswa tidak memahami konsep kimia karena siswa hanya menghafal algoritma. Siswa cenderung hanya menghafal representasi sub mikroskopik dan simbolik yang bersifat abstrak (dalam bentuk deskripsi kata-kata) daripada makroskopiknya (Ida Farida et al., 2010). Berdasarkan hal tersebut menyebabkan siswa tidak mengetahui bagaimana proses yang terjadi pada suatu zat yang mengalami reaksi, sehingga siswa tidak memahami konsep kimia secara utuh.

Salah satu materi kimia yang membutuhkan kemampuan ranah kognitif tingkat tinggi karena banyak mengandung konsep abstrak, dan berkaitan erat dalam kehidupan sehari-hari yaitu materi larutan penyangga yang menjelaskan prinsip kerja, perhitungan PH, dan peran larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup. Penjelasan dalam materi larutan penyangga meliputi

aspek kemampuan makroskopik, sub mikroskopik dan simbolik (Fadhilah, Widarti, dan Su'aidy, 2018; Izzatul Ulva, Santosa, dan Parlan, 2016; Li dan Arshad, 2014). Siswa perlu menguasai konsep-konsep yang menjadi syarat untuk memahami materi larutan penyangga yaitu teori asam basa, persamaan reaksi asam basa dan kesetimbangan kimia. Apabila siswa tidak memahami konsep asam basa dan kesetimbangan, maka kemungkinan besar siswa akan mengalami kesulitan dalam memahami konsep larutan penyangga (Marsita, Priatmoko, dan Kusuma, 2011). Hal tersebut karena larutan penyangga memiliki hubungan antar konsep yang cukup kompleks seperti dalam penentuan pH larutan yang ditambahkan sedikit asam kuat, basa kuat atau diencerkan.

Larutan penyangga merupakan materi kimia kelas XI semester 2 sesuai dengan kurikulum 2013 yang sedang berlangsung saat ini. Hasil observasi yang telah dilakukan di SMAN 2 Semarang menunjukkan bahwa terdapat sepuluh kelas dengan 4 kelas diantaranya mengadakan ulangan harian materi larutan penyangga. Berdasarkan hasil analisis ulangan harian larutan penyangga menunjukkan bahwa pada kelas XI IPA 4 dari 35 siswa terdapat 33 siswa yang memperoleh nilai dibawah 75,

kelas XI IPA 5 dari 35 siswa terdapat 30 siswa yang memperoleh nilai dibawah 75, kelas XI IPA 6 dari 32 siswa terdapat 5 siswa yang memperoleh nilai dibawah 75, dan kelas XI IPA 7 dari 31 siswa terdapat 10 siswa yang memperoleh nilai dibawah 75. Berdasarkan hasil penelitian (Marsita et al., 2011) menemukan letak kesulitan dalam memahami materi larutan penyangga antara lain: (1) konsep larutan penyangga; (2) perhitungan pH dan pOH pada larutan penyangga dengan menggunakan prinsip kesetimbangan ; (3) perhitungan pH larutan penyangga pada penambahan sedikit asam atau basa ; dan (4) fungsi larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup dan dalam kehidupan sehari-hari. Banyaknya konsep pada larutan penyangga sering menimbulkan miskonsepsi pada siswa (Mentari, Suardana, & Subagia, 2014; Orgill & Sutherland, 2008). Miskonsepsi tersebut dapat mengganggu penyerapan dan penguasaan konsep-konsep kimia yang dipelajari oleh siswa.

Materi pada larutan penyangga sifatnya kompleks dan banyak menggunakan perhitungan matematika dalam penyelesaiannya (Hariani, Laliyo, & Musa, 2016; Sanjiwani, Muderawan, & Sudiana, 2018). Kesulitan belajar siswa dalam memahami materi larutan penyangga

diperkuat oleh penelitian (Yunitasari, Susilowati, & Nurhayati, 2013) yang menyatakan bahwa konsep dalam materi larutan penyangga merupakan konsep yang kompleks, sehingga siswa banyak mengalami kesulitan dalam memahami materi tersebut. Tingkat kesulitan yang tinggi tersebut menjadi dasar penting untuk menganalisis kemampuan pemahaman yang dimiliki siswa yang dihubungkan dengan 3 level representasi. Hal tersebut dilakukan agar kesalahan konsep yang terjadi pada siswa dapat dicarikan solusi dengan memperbaiki strategi pembelajaran, sehingga tidak menimbulkan kesalahpahaman yang akan terbawa pada pendidikan di tingkat lebih atas (Stoyanovich, Gandhi, & Flynn, 2015), karena di perguruan tinggi konsep larutan penyangga diajarkan kembali pada mata kuliah kimia dasar. Penelitian (Fatimah & Sari, 2018) menyebutkan bahwa strategi pembelajaran menjadi faktor utama dalam meningkatkan proses pembelajaran, sehingga dibutuhkan pemahaman lebih lanjut terhadap pembelajaran yang akan dilaksanakan seperti analisis kemampuan-kemampuan yang dimiliki siswa.

Larutan penyangga (Buffer) berdasarkan karakteristik materi bersifat konseptual, sehingga untuk memahami materi ini siswa harus memahami konsep

materi kimia dengan baik dan mengetahui hubungan antar konsep serta mampu menerapkan konsep tersebut dalam memecahkan soal perhitungan pada larutan penyangga (Nurhujaimah, Kartika, & Nurjaydi, 2016). Menurut (Rijani, 2011) dalam pelajaran kimia salah satunya adalah larutan penyangga tidak terlepas dari perhitungan matematik atau algoritmik, dimana siswa dituntut untuk terampil dalam rumusan atau operasi matematika. Hal tersebut sesuai dengan penelitian (Ismayani, Hasan, & Nuzulia, 2015) yang menyatakan bahwa baik pemahaman algoritma maupun konseptual sangat diperlukan dalam pembelajaran kimia untuk menghindari terjadinya kesalahpahaman dalam kimia.

Pemahaman algoritmik atau juga disebut dengan kemampuan menyelesaikan soal-soal perhitungan merupakan salah satu jenis pemahaman kimia yang harus dikuasai oleh siswa (Mustofa, 2010). Kemampuan algoritma digunakan siswa untuk menemukan solusi numerik atas suatu masalah dengan menggunakan rumus (Bilgin, 2008). Masalah yang sering dijumpai adalah siswa kurang memahami rumusan algoritma dan penyelesaiannya, hal tersebut disebabkan karena siswa tidak mampu dalam menyelesaikan soal-soal perhitungan kimia yang didalamnya memuat dasar-dasar matematik

maupun rumusan matematik yang banyak ditemukan dalam soal-soal kimia (Rijani, 2011). Penelitian (Tripripa, Amir, & Rohiat, 2020) juga menyatakan bahwa materi larutan penyangga merupakan materi kimia yang konsep-konsepnya dipadukan dengan kemampuan matematis seperti pada perhitungan pH larutan Penyangga.

Penelitian ini penting dilakukan untuk diketahui bagaimana kemampuan multi level representasi dan algoritma siswa yang merupakan kemampuan penting dalam mempelajari kimia. Penelitian ini dapat memberikan gambaran terkait kemampuan mana yang masih kurang atau rendah sesuai dengan permasalahan yang ada di lapangan. Letak permasalahan yang diketahui secara jelas dapat dijadikan informasi, sehingga nantinya dapat diberikan saran yang tepat guna mendukung proses pembelajaran yang lebih baik. Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan maka peneliti merasa penting untuk melakukan kajian deskriptif tentang **“Analisis Kemampuan Multi Level Representasi dan Algoritma Siswa Kelas XII IPA SMAN 2 Semarang Pada Materi Larutan Penyangga”**.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana

kemampuan multi level representasi dan algoritma siswa kelas XI IPA SMAN 2 Semarang pada materi larutan penyangga ?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan multi level representasi dan algoritma siswa XI IPA SMAN 2 Semarang pada larutan penyangga.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah:

1. Informasi bagi siswa bahwa kimia, salah satunya pada materi larutan penyangga dibangun oleh tiga aspek representasi kimia, yakni aspek makroskopik, aspek submikroskopik, dan aspek simbolik.
2. Informasi bagi pihak sekolah khususnya guru mata pelajaran kimia mengenai kemampuan multi level representasi dan algoritma siswa pada materi larutan penyangga sekaligus menjadi bahan pertimbangan oleh guru dalam menentukan perlakuan dalam kegiatan pembelajaran
3. Informasi bagi peneliti lain dalam mengembangkan pembelajaran kimia

BAB II

LANDASAN PUSTAKA

A. Kajian Pustaka

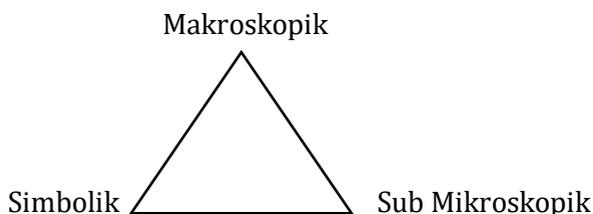
1. Kemampuan Multi Level Representasi

Multi representasi merupakan cara menyampaikan suatu konsep dalam berbagai format tertentu. Multi representasi dapat mewakili, menggambarkan, menyimbolkan benda atau proses (Rosengrant, Heuvelen, & Etkina, 2009)(Rosengrant et al., 2009). Multi representasi berarti mempresentasi ulang konsep yang sama dengan format yang berbeda, termasuk verbal, gambar, grafik, dan matematik (Prain & Waldrip, 2014). Format representasi tersebut digunakan untuk mempelajari konsep, memahami masalah, dan memecahkan masalah (Scherr & Stetzer, 2016).

Multi representasi memiliki tiga fungsi utama, yaitu sebagai pelengkap, sebagai pembatas interpretasi dan memperdalam pemahaman (Ainsworth, 2006). Penggunaan multi level representasi berperan sebagai jembatan dalam proses pemahaman siswa terhadap konsep kimia (Wiyarsi, Sutrisno, & Rohaeti, 2018) tujuan dari adanya representasi adalah membuat suatu pemaknaan dan pemahaman, menyelesaikan masalah,

serta komunikasi dalam disiplin ilmu (Hill & Sharma, 2015).

Representasi ilmu kimia dibagi ke dalam 3 level representasi yang berbeda yang juga disebut sebagai multi level representasi, yaitu makroskopik, sub mikroskopik, dan simbolik. Ketiga level representasi kimia tersebut dapat dihubungkan melalui gambar berikut (Johnstone, 1991).



Gambar 2.1 Representasi Ilmu Kimia

Penjelasan dari ketiga jenis level representasi kimia tersebut adalah sebagai berikut:

a. Representasi makroskopik

Representasi makroskopik mencakup proses kimia yang dapat diamati. Representasi makroskopik merupakan representasi kimia yang diperoleh melalui pengamatan secara langsung oleh panca indra terhadap fenomena yang dapat dilihat, baik terjadi dalam kehidupan sehari-hari maupun percobaan yang dilakukan di laboratorium. Fenomena yang diamati seperti perubahan warna

dari larutan, perubahan suhu, perubahan pH, pembentukan endapan maupun gas, pelarutan garam, dll.

b. Representasi simbolik

Representasi simbolik merupakan representasi kimia yang berhubungan dengan simbol-simbol kimia, rumus kimia, dan persamaan reaksi yang mewakili sifat maupun perilaku zat kimia dalam suatu proses kimia. Representasi simbolik ini terdiri dari berbagai jenis representasi gambar maupun aljabar yang digunakan untuk mengkomunikasikan konsep kimia.

c. Representasi sub mikroskopik

Representasi sub mikroskopik yaitu representasi dalam kimia yang berkaitan dengan struktur maupun proses pada tingkat partikel (atomik atau molekuler). Representasi ini digunakan untuk menjelaskan pergerakan elektron, molekul, partikel maupun atom. Representasi ini diperoleh melalui pendeskripsian dari tingkat makroskopik berupa proses kimia yang menyangkut interaksi atom, molekul maupun ion yang dapat diekspresikan dalam bentuk kata-kata atau kalimat, gambar 2D, gambar 3D ataupun simulasi. Level representasi ini

memerlukan imajinasi dan visualisasi, bersifat abstrak, tidak dapat diamati oleh panca indra, namun keberadaanya adalah nyata.

2. Kemampuan Algoritma

Algoritma adalah metode efektif yang diekspresikan sebagai rangkaian terbatas. Algoritma juga merupakan kumpulan perintah untuk menyelesaikan suatu masalah (Gun & Maulana, 2017). Sehingga dapat dikatakan bahwa kemampuan algoritma merupakan suatu kemampuan seseorang memecahkan masalah yang meliputi instruksi dengan definisi yang tepat (Futschek, 2006). Menurut (Suarga, 2012) algoritma merupakan dasar yang harus dikuasai ketika memecahkan masalah secara terstruktur, efektif, dan efisien. Dengan kata lain, kemampuan algoritma atau kemampuan matematis dapat diartikan sebagai kemampuan seseorang dalam menggunakan atau memanipulasi angka secara efektif dalam administratif, ilmiah, atau lainnya (Nizoloman, 2013). Pemahaman algoritma lebih mengutamakan tentang prosedur atau serangkaian peraturan rumus matematik untuk menghitung atau memecahkan masalah (Zoller, Lubezky, Nakhleh, Tessier, & Dori, 1995)

Kemampuan-kemampuan yang dapat membangun dan memahami algoritma berdasarkan penelitian (Futschek, 2006) yaitu sebagai berikut:

1. Kemampuan untuk menganalisis permasalahan yang diberikan
 2. Kemampuan untuk menentukan masalah dengan tepat
 3. Kemampuan untuk menentukan tindakan dasar yang tepat atas masalah yang diberikan
 4. Kemampuan untuk membangun algoritma yang benar untuk masalah yang diberikan
 5. Kemampuan untuk memikirkan semua kemungkinan kasus khusus dan normal dari suatu masalah
 6. Kemampuan untuk meningkatkan efisiensi suatu algoritma
3. Larutan Penyangga
- a. Pengertian Larutan Penyangga

Larutan penyangga disebut juga sebagai larutan dapar/buffer/penahan yang artinya larutan yang dapat mempertahankan harga pH (Rahardjo, 2015). Larutan penyangga atau juga dapat disebut larutan buffer adalah larutan yang berasal dari asam atau basa lemah dan garamnya yang mampu melawan perubahan pH ketika ditambahkan sedikit

asam atau basa (Chang, 2003). Larutan penyangga mengandung sejumlah besar asam lemah dan basa konjugasinya atau basa lemah dan asam konjugasinya. Ketika basa ditambahkan ke larutan buffer, asam lemah akan bereaksi dan menetralkan basa, dan ketika asam ditambahkan ke larutan buffer basa konjugasi akan bereaksi dan menetralkan asam. Hal inilah yang menyebabkan larutan buffer mempertahankan nilai pH yang hampir konstan (Chang, 2003)

b. Komponen dan Cara Kerja Larutan Penyangga

1) Komponen Larutan Buffer

Komponen larutan buffer terdiri dari komponen buffer asam dan buffer basa

a) Larutan buffer asam

Larutan buffer asam terdiri dari asam lemah dan basa konjugasinya.

Contoh: CH_3COOH sebagai asam lemah dan CH_3COO^- sebagai basa konjugasinya.

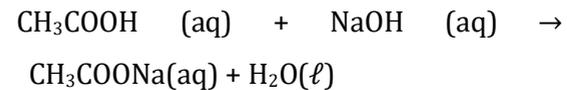
Larutan penyangga asam dapat dibuat melalui dua cara sebagai berikut:

1. Mencampurkan langsung asam lemah dengan basa konjugat. Contoh: larutan CH_3COOH (asam lemah) dicampur dengan

larutan CH_3COONa (basa konjugat: CH_3COO^-).

2. Mereaksikan asam lemah berlebih dengan basa kuat (*basa kuat habis bereaksi, asam lemah tersisa*).

Contoh:



Mula-mula:	a	b	-
Reaksi :	b	b	b

Seimbang : a-b - b

b) Larutan penyangga basa

Larutan penyangga basa dapat dibentuk dari campuran basa lemah dengan asam konjugasinya.

Contoh: Campuran antara NH_4OH (basa lemah) dengan NH_4^+ (asam konjugat yang berasal dari garam NH_4Cl)

Larutan penyangga basa dapat dibuat melalui dua cara sebagai berikut:

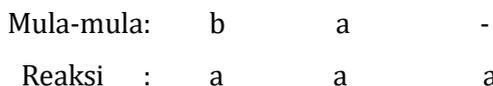
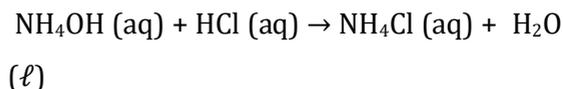
1. Mencampurkan langsung basa lemah dengan asam konjugat dalam bentuk garam.

Contoh: larutan NH_4OH (basa lemah)

dicampur dengan larutan NH_4Cl (asam konjugat: NH_4^+)

2. Mereaksikan basa lemah berlebih dengan sedikit asam kuat (*asam kuat habis bereaksi, basa lemah tersisa*)

Contoh:



(Watoni, 2014)

2) Cara Kerja Larutan Penyangga

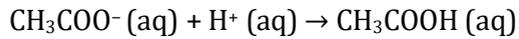
a) Larutan penyangga asam

Larutan penyangga asam yang terdiri dari CH_3COOH dan CH_3COO^- terdapat kesetimbangan:



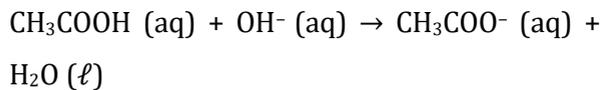
Pada penambahan asam:

Penambahan asam (H^+) akan menggeser kesetimbangan ke kiri. Ion H^+ yang ditambahkan akan bereaksi dengan ion CH_3COO^- membentuk molekul CH_3COOH .



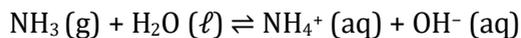
Pada penambahan basa:

Jika yang ditambahkan adalah basa maka ion OH^- dari basa akan bereaksi dengan ion H^+ membentuk air. Hal tersebut akan menyebabkan kesetimbangan bergeser ke arah kanan sehingga konsentrasi ion H^+ dapat dipertahankan. Jadi, penambahan basa menyebabkan berkurangnya komponen asam (dalam hal ini CH_3COOH) bukan ion H^+ . Basa yang ditambahkan bereaksi dengan asam CH_3COOH membentuk ion CH_3COO^- dan air.



b) Larutan penyangga basa

Dalam larutan penyangga basa yang mengandung NH_3 dan NH_4^+ terdapat kesetimbangan:



Pada penambahan asam:

Jika ke dalam larutan ditambahkan suatu asam, ion H^+ dari asam tersebut akan mengikat ion OH^- . Hal itu menyebabkan kesetimbangan bergeser ke kanan sehingga konsentrasi ion

OH^- dapat dipertahankan. Jadi, penambahan asam menyebabkan berkurangnya komponen basa, bukan ion OH^- .

Pada Penambahan basa:

Jika basa yang ditambahkan, kesetimbangan akan bergeser ke kiri sehingga konsentrasi ion OH^- dapat dipertahankan. Basa yang ditambahkan akan bereaksi dengan komponen asam membentuk komponen basa dan air.

(Sudarmo, 2014)

c. Menghitung pH Larutan Buffer

1. Larutan Buffer Asam

Suatu larutan yang mengandung campuran asam lemah dan basa konjugasinya (seperti CH_3COOH dengan CH_3COO^-), hampir semua ion CH_3COO^- dalam larutan berasal dari garam karena hanya sedikit CH_3COOH yang terionisasi (Brady, 1990).

Persamaan kesetimbangannya adalah sebagai berikut:



Persamaan diatas dapat dituliskan sebagai berikut:

$$[H^+] = K_a \frac{CH_3COOH}{CH_3COO^-}$$

Jika kita hitung logaritma negatif di kedua sisi diperoleh:

$$-\log[H^+] = -\log K_a - \log \frac{CH_3COOH}{CH_3COO^-}$$

Ingat bahwa $-\log[H^+] = \text{pH}$, $-\log[OH^-] = \text{pOH}$, dan $-\log K_a = \text{pK}_a$

$$\text{Sehingga, } \text{pH} = \text{pK}_a - \log \frac{CH_3COOH}{CH_3COO^-}$$

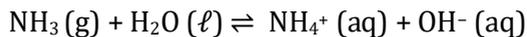
$$\text{pH} = \text{pK}_a - \log \frac{\text{Asam lemah}}{\text{Basa konjugasi}}$$

Secara umum persamaan rumus juga dapat dituliskan sebagai berikut:

$$[H^+] = K_a \frac{\text{Asam lemah}}{\text{Basa konjugasi}}$$

2. Larutan Penyangga Basa

Reaksi kesetimbangan larutan penyangga yang mengandung basa lemah (NH_3) dengan asam konjugasinya (NH_4^+) sebagai berikut:



$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{\text{NH}_3}$$

$$[\text{OH}^-] = K_b \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]}$$

$$[\text{OH}]^- = K_b \frac{\text{Basa lemah}}{\text{Asam konjugasi}}$$

Apabila persamaan diatas diubah menjadi logaritma negatif, maka persamaannya menjadi:

$$-\log [\text{OH}]^- = -\log K_b - \log \frac{\text{Basa lemah}}{\text{Asam konjugasi}}$$

$$\text{pOH} = \text{pK}_b - \log \frac{\text{Basa lemah}}{\text{Asam konjugasi}}$$

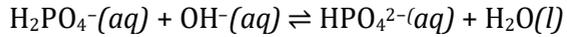
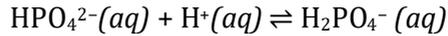
$$\text{pH} = 14 - \text{pOH}$$

d. Fungsi Larutan Penyangga

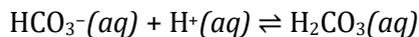
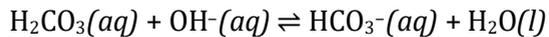
Larutan penyangga banyak digunakan dalam biokimia, kimia analitik, fotografi, bakteriologi, industri kulit dan pewarna. Pada masing-masing bidang tersebut, khususnya bidang bakteriologi dan biokimia, diperlukan kisaran pH tertentu yang kecil guna memperoleh hasil yang terbaik. Kerja suatu enzim, pertumbuhan kultur bakteri, dan proses biokimia yang lain sangat sensitif terhadap perubahan pH (Purba & Sarwiyati, 2017).

Cairan tubuh yang terdiri dari cairan intrasel dan cairan luar sel adalah larutan penyangga. Sistem penyangga utama dalam cairan intrasel adalah pasangan dihidrogen fosfat - monohidrogen fosfat ($\text{H}_2\text{PO}_4^- / \text{HPO}_4^{2-}$). Sistem penyangga ini bereaksi

dengan asam dan basa dengan persamaan reaksi sebagai berikut:



Sistem penyangga utama dalam cairan ekstra sel (darah) adalah pasangan asam karbonat-bikarbonat ($\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$). Sistem penyangga ini bereaksi dengan asam dan basa dengan persamaan reaksi sebagai berikut:



Kedua sistem penyangga tersebut menjadikan pH darah menjadi konstan yaitu sekitar 7,4.

Larutan penyangga buatan yang dapat ditemukan dalam kehidupan sehari-hari diantaranya yaitu:

- 1) Buffer pada makanan dan minuman seperti jus jeruk kemasan atau buah kalengan perlu menggunakan buffer yang terbuat dari campuran asam sitrat dan natrium sitrat untuk menjaga pH agar minuman tidak mudah rusak karena bakteri.

2) Larutan penyangga dalam obat-obatan

Buffer digunakan sebagai cairan pembersih lensa kontak yang digunakan sebagai aksesoris atau alat bantu penglihatan. Buffer yang digunakan adalah buffer borat yang mampu menjaga pH agar konsisten dengan pH mata (Sudarmo, 2014)

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Terdapat beberapa penelitian yang mendukung analisis kemampuan multi level representasi dan algoritma siswa. Dalam penelitian (Fatimah & Sari, 2018) menyebutkan bahwa strategi pembelajaran menjadi faktor utama dalam meningkatkan proses pembelajaran, sehingga dibutuhkan pemahaman lebih lanjut terhadap pembelajaran yang akan dilaksanakan, seperti dengan melakukan analisis kemampuan siswa.

Untuk mengetahui teknik pembelajaran yang tepat dalam menyampaikan konsep kimia dapat diketahui melalui proses analisis kemampuan multipel representasi siswa (Safitri, Nursa'adah, & Wijayanti, 2019). Penelitian (Safitri et al., 2019) yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan siswa dalam menghubungkan setiap level representasi kimia pada konsep laju reaksi menunjukkan bahwa hingga 21,92% siswa mampu menghubungkan tiga level representasi

kimia, 25,55% siswa mampu menghubungkan hanya pada dua level representasi. Sebanyak 14,96% siswa memahami konsep pada level sub mikroskopik, dan 37,56% siswa tidak memahami konsep pada ketiga level representasi kimia.

Penelitian (Milenkovic, Segedinac, & Hrin, 2014) juga menyatakan bahwa penting melakukan penelitian untuk mengetahui bagaimana kemampuan siswa dalam menyelesaikan permasalahan menggunakan multi level representasi. Sebagaimana penelitian (Hikmayanti & Utami, 2019) yang bertujuan mengetahui kemampuan multipel representasi siswa dalam materi titrasi asam basa menunjukkan bahwa kemampuan multipel representasi siswa pada materi titrasi asam basa tergolong baik.

Kemampuan yang harus dimiliki siswa dalam pembelajaran kimia, sebagaimana yang dijelaskan dalam penelitian (Rijani, 2011) bahwa pembelajaran kimia berkaitan dengan perhitungan matematik (algoritmik), dimana siswa penting untuk memiliki kemampuan algoritmik. Penelitian yang dilakukan oleh (Hariani et al., 2016) yang bertujuan untuk mendeskripsikan pemahaman konseptual dan algoritmik siswa dalam menyelesaikan soal-soal larutan penyangga

menunjukkan bahwa pemahaman konseptual dan algoritmik siswa masih tergolong sangat rendah.

Hal yang serupa dalam penelitian (Ipore, Laliyo, & Ischak, 2017) mengenai pemahaman konseptual dan algoritmik siswa dalam menyelesaikan soal-soal materi redoks menunjukkan bahwa baik kemampuan konseptual maupun algoritmik siswa dalam menyelesaikan soal-soal reaksi redoks termasuk kategori sangat rendah.

Persamaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu yaitu sama dalam meneliti kemampuan multi level representasi dan algoritma siswa sehingga penelitian-penelitian terdahulu dapat dijadikan rujukan dalam penelitian ini. Perbedaan penelitian yang akan dilakukan ini dengan penelitian-penelitian terdahulu adalah penelitian-penelitian terdahulu tidak menggabungkan antara kemampuan multi level representasi dan algoritma melainkan memisahkan kedua kemampuan tersebut, sedangkan pada penelitian ini menggabungkan kemampuan multi level representasi dan algoritma untuk menganalisis kemampuan siswa pada materi larutan penyangga. Selain itu, perbedaan penelitian yang akan dilakukan ini

dengan penelitian sebelumnya terletak pada materi yang diambil dan subjek yang dijadikan penelitian.

C. Kerangka Berpikir



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk mendeskripsikan gambaran dan keterangan-keterangan kemampuan multi level representasi dan kemampuan algoritma siswa pada materi larutan penyangga berdasarkan analisis data kuantitatif dan pedoman wawancara. Penelitian ini tidak memberikan perlakuan kepada subjek penelitian, karena perlakuan terhadap sampel penelitian telah dilakukan sebelumnya yaitu berupa kegiatan belajar mengajar larutan penyangga. (Cresswell, 2004 ; Kumar, 2011 ; Yusria, 2016).

B. Tempat dan Waktu Penelitian

1. Tempat penelitian

Tempat penelitian dilaksanakan di SMA N 2 Semarang yang terletak di jalan Sendangguwo Baru 1, Gemah, Kecamatan Pedurungan Kota Semarang Jawa Tengah.

2. Waktu penelitian

Tahap-tahap penelitian yang akan dilakukan, yaitu:

a. Tahap persiapan

Tahap persiapan adalah tahap awal yang dilakukan oleh peneliti sebelum melakukan penelitian. Pada tahap ini peneliti melakukan beberapa persiapan yang dimulai dengan mengajukan judul, melakukan pra riset, membuat proposal dan instrumen tes kemampuan multi level representasi dan algoritma pada materi larutan penyangga, validasi instrumen soal, uji coba instrumen soal dan analisis jawaban siswa. Tahap persiapan ini dilaksanakan pada bulan maret sampai dengan oktober 2021.

b. Tahap pelaksanaan

Peneliti melakukan proses pengambilan data dengan memberikan instrumen soal tes yang telah divalidasi kepada siswa SMA N 2 kelas XII IPA 4 yang dijadikan sampel penelitian. Tahap pelaksanaan dilaksanakan di bulan november 2021

c. Tahap akhir (Tahap pengolahan data dan penyusunan skripsi)

Peneliti mengolah data dan menganalisis data yang telah diperoleh pada tahap pelaksanaan serta melakukan wawancara kepada sampel yang dijadikan penelitian, kemudian melakukan penyusunan laporan berdasarkan data yang telah

diolah dan dianalisis. Tahap pengolahan data dan penulisan laporan dilaksanakan pada bulan november sampai desember 2021

C. Subjek dan Objek Penelitian

Subjek dalam penelitian ini adalah siswa kelas XII IPA 4 SMAN 2 Semarang tahun ajaran 2021/2022 sedangkan objek dalam penelitian ini adalah kemampuan multi level representasi dan algoritma siswa kelas XII SMAN 2 Semarang pada materi larutan penyangga.

D. Populasi dan Sampel Penelitian

Subjek penelitian dipilih melalui teknik purposive sampling yaitu pengambilan sampel penelitian dari populasi dipilih dengan pertimbangan tertentu dengan mempertimbangkan subjek yang paling tepat dalam memberikan informasi terbaik untuk mencapai tujuan penelitian.

Subjek dalam penelitian ini yaitu kelas XII IPA 4 SMAN 2 Semarang sebanyak 24 siswa yang sudah mendapatkan materi larutan penyangga (Kumar, 2011; Sugiyono, 2016). Pemilihan subjek ini berdasarkan masih banyaknya siswa yang mendapatkan nilai dibawah rata-rata pada ulangan harian materi larutan penyangga. Berdasarkan teknik pengambilan subjek penelitian yang digunakan, hasil penelitian hanya berlaku pada siswa

kelas XII IPA 4 SMAN 2 Semarang saja dan tidak digeneralisasi pada populasi keseluruhan (Singh, 2006).

E. Instrumen Penelitian

Pengujian instrumen dapat dilakukan melalui beberapa uji, antara lain:

1. Uji validitas

Validitas merupakan suatu ukuran yang menunjukkan tingkat kevalidan dari suatu instrumen. Instrumen dalam penelitian dikatakan valid apabila dapat mengungkap data dari variabel yang diteliti secara tepat. Uji validitas butir soal dapat dilakukan dengan menggunakan rumus korelasi *product moment*.

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

Keterangan:

r_{xy} = korelasi antara variabel X dan Y

N = Jumlah sampel

X = Skor total

Y = Skor tiap butir

(Arikunto, 2013)

Hasil analisis r_{hitung} dibandingkan dengan r_{tabel} pada taraf signifikansi 5%. Jika $r_{hitung} > r_{tabel}$ berarti instrumen soal tersebut valid.

2. Uji reliabilitas

Instrumen penelitian yang digunakan untuk mengukur objek yang sama berkali-kali dan memberikan hasil yang sama maka instrumen penelitian dikatakan reliabel (Sugiyono,2016). Uji reliabilitas diukur menggunakan rumus alpha

$$r_{11} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum \sigma b^2}{\sigma^2 t} \right)$$

Keterangan:

r_{11} = reliabilitas instrumen

k = jumlah butir soal

$\sum \sigma b^2$ = jumlah varians skor dari tiap butir item

$\sigma^2 t$ = varians total

(Arikunto, 2013)

Hasil analisis r_{hitung} dibandingkan dengan r_{tabel} pada taraf signifikansi 5%. Apabila $r_{hitung} > r_{tabel}$ berarti instrumen soal tersebut reliabel

3. Analisis tingkat kesukaran

Tingkat kesukaran dari suatu instrumen menunjukkan tingkat kesulitan suatu soal, hal tersebut ditunjukkan oleh indeks kesukaran. Analisis

tingkat kesukaran dapat dihitung menggunakan rumus:

$$p = \frac{\sum x}{S_m N}$$

Keterangan:

P = tingkat kesukaran

$\sum x$ = jumlah skor siswa peserta tes pada butir soal tertentu

S_m = skor maksimum

N = total peserta tes

Berdasarkan analisis nilai p, instrumen soal yang telah diuji tingkat kesukarannya dikelompokkan ke dalam tabel klasifikasi berikut:

Tabel 3.1 Klasifikasi tingkat kesukaran

Nilai p	Kategori	Keputusan
$p > 0,7$	Mudah	Ditolak
$0,3 \leq p \leq 0,7$	Sedang	Diterima
$p < 0,3$	Sulit	Ditolak

(Arikunto, 2013)

4. Analisis daya beda soal

Analisis daya beda soal bertujuan untuk membedakan siswa yang memiliki kemampuan tinggi dan rendah (Arikunto, 2013). Suatu Soal dalam

instrumen memiliki daya beda apabila mampu membedakan siswa yang pandai dan kurang pandai. Adapun rumus yang digunakan yaitu:

$$ID = \frac{SA-SB}{IA}$$

Keterangan:

ID = Indeks daya beda

SA = Jumlah skor kelompok atas

SB = Jumlah skor kelompok bawah

IA = Jumlah skor ideal kelompok atas

Berdasarkan indeks daya beda, daya beda soal diklasifikasikan menjadi tiga kategori sebagaimana pada tabel berikut:

Tabel 3.2 Klasifikasi daya beda soal

Rentang Daya Beda	Keputusan	Keputusan
$\geq 0,5$	Baik	Diterima
0,2 - 0,5	Sedang	Diterima
$\leq 0,2$	Kurang	Ditolak/ Direvisi

(Arikunto, 2013)

F. Teknik Pengumpulan Data

1. Kajian literatur

Pengumpulan data berupa kajian literatur dilakukan pada awal penyusunan latar belakang penelitian. Hal tersebut dilakukan karena kajian literatur berfungsi untuk mendapatkan informasi terkait dengan latar belakang teoritis analisis kemampuan multi level representasi dan algoritma siswa serta analisis kemampuan siswa dalam mendukung pembelajaran larutan penyangga (Kumar, 2011).

2. Metode tes

Pengumpulan data berupa metode tes dilakukan oleh peneliti dengan memberikan kuesioner kepada responden yang akan dijadikan sampel, yang dalam hal ini adalah kelas XII IPA 4 untuk mendapatkan data pribadi mengenai kemampuan multi level representasi dan algoritma (Kumar, 2011).

Tes yang digunakan dalam penelitian ini berupa soal essay yang memuat kemampuan multi level representasi dan kemampuan algoritma. Soal tersebut disusun berdasarkan cakupan materi pada larutan penyangga dengan kisi-kisi terdapat pada lampiran (Hariani et al., 2016)

3. Wawancara

Teknik wawancara ini dilakukan dengan tujuan untuk melengkapi dan memperjelas data dari hasil tes agar mendapatkan informasi yang lebih dalam terkait dengan kemampuan multi level representasi dan algoritma siswa pada materi larutan penyangga (Kothari, 1990). Peneliti melakukan wawancara kepada siswa menggunakan media telepon dengan mencatat dan merekam informasi yang diperoleh (Creswell, 2014; Kothari, 1990). Wawancara yang dilakukan dalam penelitian menggunakan teknik terstruktur dengan pertanyaan yang telah ditentukan sebelumnya (Kothari, 1990).

G. Teknik Analisis Data

Data dalam penelitian ini merupakan data tes kemampuan multi level representasi dan kemampuan algoritma serta transkrip wawancara. Langkah-langkah dalam melakukan pengolahan data-data hasil penelitian yaitu:

1. Mengelompokkan data yang diperoleh ke dalam kategori multi level representasi dan algoritma
2. Memberikan skor untuk setiap nomor soal yang telah dikerjakan sesuai dengan pedoman penskoran
3. Menentukan persentase rata-rata siswa untuk setiap soal kemampuan multi level representasi dan

kemampuan algoritma, dengan cara mengubah skor mentah ke dalam nilai persentase berdasarkan rumus:

$$NP = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah Skor maksimum}} \times 100$$

4. Menghitung nilai rata-rata untuk setiap kemampuan level representasi dan algoritma. Hasil tersebut menunjukkan besarnya kemampuan rata-rata siswa untuk setiap kemampuan level representasi dan kemampuan algoritma.

Tabel 3.3 Skala kategori kemampuan multi level representasi

Nilai (%)	Kategori
81-100	Sangat baik
61-80	Baik
41-60	Cukup
21-40	Kurang
0-20	Sangat Kurang

(Arikunto, 2009)

Tabel 3.4 Skala kategori kemampuan algoritma

Pemahaman (%)	Kategori
90-100	Sangat tinggi
80-89	Tinggi
65-79	Sedang
55-64	Rendah
<55	Sangat rendah

(Purwanto, 2009)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Hasil Penelitian

Penelitian yang dilakukan ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan multi level representasi dan algoritma siswa kelas XII IPA 4 SMAN 2 Semarang pada materi larutan penyangga. Hal ini serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh (Langitsari, 2015) yang menyatakan bahwa pemahaman kimia membutuhkan kemampuan berpikir multi level representasi yaitu level makroskopik, sub mikroskopik dan simbolik. Selain itu, dalam penelitian (Mustofa, 2010) menyatakan bahwa kemampuan algoritma merupakan salah satu kemampuan pada kimia yang penting dipelajari oleh siswa.

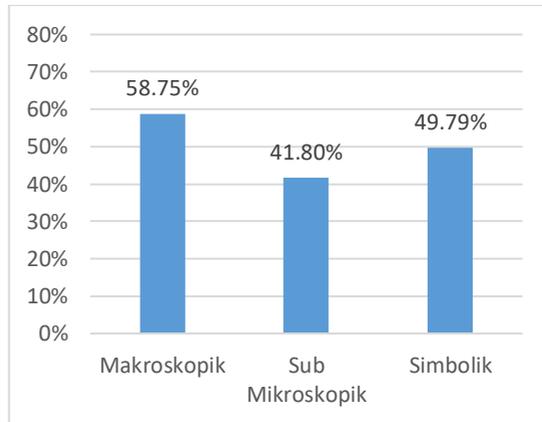
Penelitian kemampuan multi level representasi dan algoritma siswa diuji menggunakan instrumen soal essay. Instrumen yang digunakan untuk penelitian sebelumnya telah melalui proses bimbingan kepada validator ahli dan telah di ujicobakan terlebih dahulu kepada siswa kelas XII IPA 5 SMAN 2 Semarang sebanyak 23 siswa dengan hasil analisis terdapat dalam lampiran. Proses pengambilan data penelitian dilaksanakan di kelas XII IPA 4 SMAN 2 Semarang yang diikuti sebanyak 24 siswa.

Hasil jawaban siswa dinilai berdasarkan lembar kunci jawaban yang telah divalidasi oleh validator dan diberikan skor serta ditentukan hasil persentasenya. Hasil perhitungan persentase kemampuan multi level representasi dan algoritma siswa diperoleh dari Jumlah skor siswa dibagi jumlah skor maksimal, kemudian dikali 100%.

Data perhitungan hasil persentase yang diperoleh kemudian dikategorikan berdasarkan skala kategori kemampuan Arikunto (2009) untuk kemampuan multi level representasi dan Purwanto (2009) untuk kemampuan algoritma. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil penelitian sebagai berikut:

1. Kemampuan Multi Level Representasi Siswa

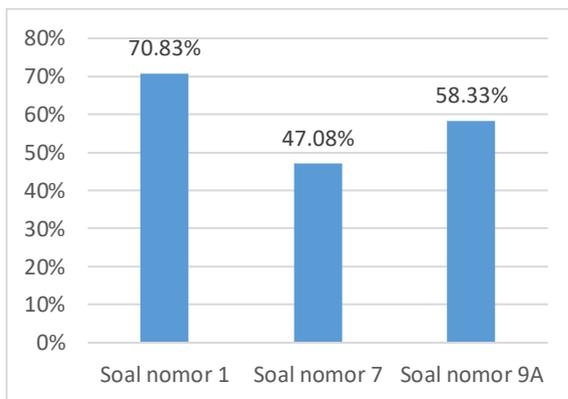
Berdasarkan hasil tes kemampuan multi level representasi siswa diperoleh data hasil persentase rata-rata kemampuan siswa seperti pada gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Hasil Persentase Kemampuan Multi Level Representasi Siswa

Hasil persentase diatas dapat disimpulkan bahwa kemampuan multi level representasi pada representasi makroskopik memperoleh persentase yang paling tinggi sebesar 58,75% dengan kategori cukup. Representasi tertinggi kedua yaitu representasi simbolik sebesar 49,79% pada kategori cukup, dan representasi terendah yaitu representasi sub mikroskopik dengan perolehan persentase sebesar 41,80% pada kategori cukup. Hasil kemampuan multi level representasi baik representasi makroskopik, simbolik, maupun sub mikroskopik berada pada kategori cukup.

a.) Representasi makroskopik

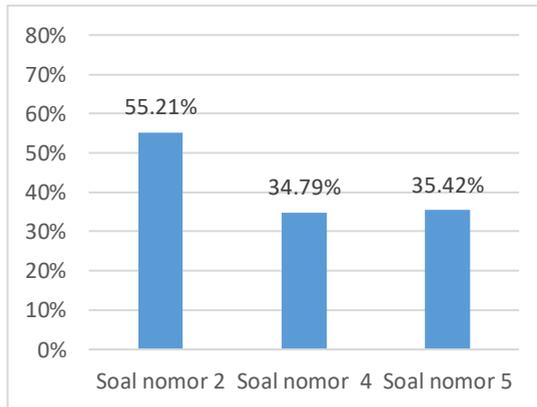


Gambar 4.2 Hasil persentase Kemampuan Representasi Makroskopik Siswa

Representasi makroskopik terdiri dari 3 indikator soal yang masing-masing diwakili oleh 1 soal. Hasil persentase kemampuan makroskopik soal nomor 1 memperoleh persentase yang paling tinggi sebesar 70,83% dengan kategori baik. Posisi kedua yaitu soal nomor 9 bagian a dengan persentase sebesar 58,33% dengan kategori cukup dan persentase paling rendah pada soal nomor 7 sebesar 47,08% dengan kategori cukup. Rata-rata kemampuan makroskopik siswa sebesar 58,75%, hasil rata-rata persentase tersebut menunjukkan bahwa

kemampuan makroskopik siswa berada dalam kategori cukup.

b.) Representasi submikroskopik

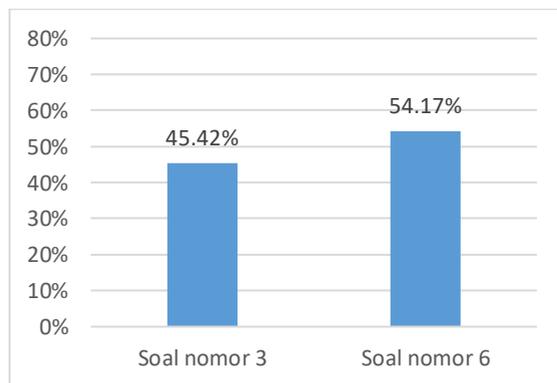


Gambar 4.3 Hasil Persentase Kemampuan Representasi Sub Mikroskopik Siswa

Kemampuan representase sub mikroskopik siswa terdiri dari 3 indikator soal yang masing-masing indikator diwakili oleh 1 soal. Hasil persentase kemampuan representasi sub mikroskopik pada soal nomor 2 memperoleh hasil persentase paling tinggi yaitu sebesar 55,21% dengan kategori cukup. Soal nomor 4 dan nomor 5 memperoleh hasil persentase dengan kategori kurang berturut-turut sebesar 34,79% dan 35,42%.

Rata-rata kemampuan representasi sub mikroskopik siswa sebesar 41,80% dengan kategori cukup yang hampir mendekati kurang. Hasil persentase tersebut menunjukkan bahwa rata-rata kemampuan representasi sub mikroskopik siswa masih tergolong rendah.

c.) Representasi simbolik

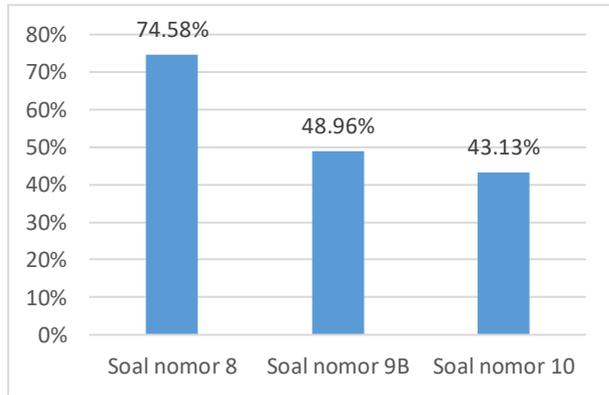


Gambar 4.4 Hasil Persentase Kemampuan Representasi Simbolik Siswa

Kemampuan representasi simbolik siswa terdiri dari 2 indikator soal yang masing-masing indikator diwakili oleh 1 soal. Soal nomor 3 dan nomor 6 memperoleh hasil persentase berturut-turut yaitu sebesar 45,42% dan 54,17% dengan kategori cukup. Rata-rata kemampuan representasi simbolik siswa sebesar 49,79%, hasil tersebut menunjukkan bahwa rata-rata

kemampuan representasi simbolik siswa berada pada kategori cukup.

2. Kemampuan Algoritma Siswa



Gambar 4.5 Hasil Persentase Kemampuan Algoritma Siswa

Kemampuan algoritma siswa terdiri dari 3 indikator soal dengan masing-masing indikator diwakili oleh 1 soal. Soal nomor 8 memperoleh hasil persentase paling tinggi yaitu sebesar 74,58% dengan kategori sedang. Soal lainnya yaitu soal nomor 9 pada bagian b dan soal nomor 10 berada pada kategori kurang dengan hasil persentase berturut-turut yaitu sebesar 48,96% dan 43,13%. Rata-rata kemampuan algoritma siswa sebesar 55,56%, hasil tersebut menunjukkan bahwa rata-rata kemampuan algoritma siswa berada dalam kategori rendah.

B. Pembahasan

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah larutan penyangga yang terdiri dari beberapa sub bab yaitu, pengertian larutan penyangga, komponen larutan penyangga, fungsi larutan penyangga, cara kerja larutan penyangga, dan menghitung pH larutan. Instrumen penelitian diwakili oleh 10 soal essay larutan penyangga yang telah disesuaikan berdasarkan indikator soal yang memuat kemampuan multi level representasi dan algoritma. Sepuluh soal essay tersebut berupa 9 soal essay dan 1 soal essay yang terdiri dari bagian a dan b. Instrumen soal tersebut meliputi 3 soal kemampuan makroskopik, 2 soal kemampuan simbolik, 3 soal kemampuan sub mikroskopik dan 3 soal algoritma.

1. Hasil Kemampuan Multi Level Representasi Siswa Pada Materi Larutan Penyangga

Instrumen tes multi level representasi terdiri dari 8 soal yang memuat 3 soal kemampuan makroskopik, 3 soal sub mikroskopik dan 2 soal simbolik.

a. Hasil Persentase Representasi Makroskopik

Representasi makroskopik merupakan representasi kimia yang berkaitan dengan fenomena yang dapat diobservasi secara langsung

oleh indera, baik dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam skala laboratorium. Kemampuan multi level representasi kimia untuk level makroskopik terdiri dari 3 indikator soal yang masing-masing indikator diwakili oleh 1 soal, yaitu soal nomor 1, 7, dan 9. Hasil kemampuan makroskopik untuk setiap soal disajikan dalam tabel 4.1 berikut:

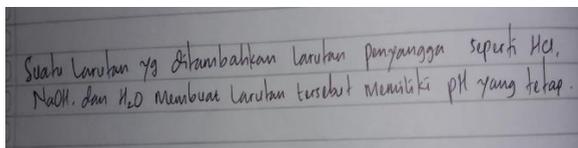
Tabel 4.1 Hasil Kemampuan Makroskopik Setiap Soal.

No. Soal	Persentase (%)	Kategori Kemampuan
1	70,83%	Baik
7	47,08%	Cukup
9	58,33%	Cukup
Rata-rata	58,75%	Cukup

Berdasarkan tabel data 4.1 hasil rata-rata kemampuan representasi makroskopik siswa pada soal nomor 1 yaitu sebesar 70,83%. Soal nomor 1 dengan indikator mendiskripsikan pengertian larutan penyangga disajikan gambar tahapan suatu percobaan larutan penyangga. Tahap-tahap percobaan masuk ke dalam level makroskopik

karena dapat diamati secara langsung melalui indera.

Berdasarkan soal tersebut siswa diminta untuk memberikan kesimpulan sesuai gambar percobaan. Sebanyak 24 siswa yang mengerjakan hanya terdapat 1 siswa yang mendapatkan skor 0. Berdasarkan wawancara yang telah dilakukan siswa tersebut masih bingung dalam memahami konsep larutan penyangga dengan benar. Siswa tidak dapat memahami secara utuh dari konsep larutan penyangga. Berikut jawaban siswa yang mendapatkan skor 0 dengan kategori sangat kurang



Suatu larutan yg ditambahkan larutan penyangga seperti HCl, NaOH, dan H₂O membuat larutan tersebut memiliki pH yang tetap.

Gambar 4.6 Jawaban soal nomor 1 representasi makroskopik kategori kurang

Sebanyak 25% siswa yang mengerjakan memiliki pemahaman yang kurang tepat mengenai konsep larutan penyangga. Siswa memiliki pemahaman bahwa larutan penyangga adalah larutan yang tidak berubah pH nya ketika ditambahkan asam atau basa. Siswa mengira bahwa gelas 2 bukan larutan penyangga karena terjadi

perubahan pH ketika ditambahkan dengan basa. Seharusnya pergeseran atau perubahan pH yang sedikit menunjukkan bahwa larutan di gelas A atau gelas 1, 2, dan 3 adalah larutan penyangga, namun siswa menyimpulkan bahwa ketika mengalami perubahan pH maka bukan larutan penyangga.

Mayoritas siswa yaitu sekitar 71% siswa sudah memahami konsep larutan penyangga, namun kurang lengkap dalam memberikan jawaban. Pada soal nomor 1 siswa hanya menjelaskan larutan penyangga relatif tidak berubah ketika ditambahkan dengan asam maupun basa. Siswa tidak menjelaskan bagaimana larutan penyangga ketika ditambahkan dengan H_2O (diencerkan). Berikut contoh jawaban siswa yang memiliki pola kesalahan tersebut.

Dapat disimpulkan bahwa larutan HNO_2 dan KNO_2 merupakan larutan penyangga, dimana dapat dibuktikan dari penambahan larutan asam dan basa yang tidak dapat mengubah PH larutan tersebut.

Gambar 4.7 Jawaban soal nomor 1 representasi makroskopik kategori Baik

Jawaban yang tepat pada soal nomor 1 adalah bahwa baik gelas A atau gelas 1, gelas 2, dan gelas 3 merupakan larutan penyangga karena perubahan

pH nya relatif tetap. Hal tersebut dibuktikan ketika ditambahkan asam dan dilakukan pengenceran pH nya tetap dan ketika ditambahkan basa pH nya sedikit berubah. Larutan buffer dapat mempertahankan nilai pH yang hampir konstan karena basa yang ditambahkan ke larutan buffer akan menjadikan asam lemah bereaksi dan menetralkan basa, dan ketika asam ditambahkan ke larutan buffer, basa konjugasi akan bereaksi dan menetralkan asam (Chang, 2003).

Soal nomor 7 dengan indikator menjelaskan fungsi larutan penyangga berdasarkan fenomena yang diketahui diperoleh hasil persentase kemampuan makroskopik rata-rata siswa sebesar 47,08% yang berarti dalam kategori cukup. Pada soal nomor 7 siswa diminta memberikan alasan mengapa air laut ketika ditambahkan dengan asam atau basa pHnya tidak berubah. Pertanyaan tersebut merupakan fenomena kimia dalam kehidupan sehari-hari yang dapat diamati, sehingga termasuk kemampuan representasi makroskopik. Berdasarkan jawaban para siswa terdapat 5 siswa yang mendapat skor 0. Berikut contoh jawaban

siswa yang mendapatkan skor 0 dengan kategori sangat kurang.

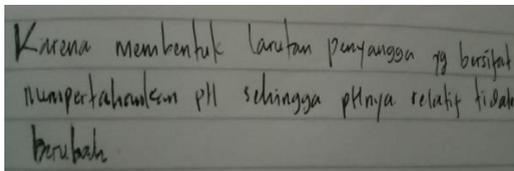
Air laut yang ditambahkan sedikit asam atau basa memiliki pH yang relatif tetap karena air laut merupakan campuran berbagai macam larutan garam sehingga dapat mempertahankan harga pH.

Gambar 4.8 Jawaban soal nomor 7 representasi makroskopik kategori sangat kurang

Berdasarkan gambar 4.8 siswa mengira bahwa adanya larutan garam dalam air laut menyebabkan pH air laut menjadi stabil ketika ditambahkan dengan asam atau basa.

Mayoritas siswa yaitu sekitar 63% siswa memberikan jawaban kurang lengkap. Siswa memberikan jawaban bahwa air laut memiliki kemampuan penyangga seperti larutan penyangga. Selain itu, siswa menyebutkan contoh komponen penyangga dari air laut. Akan tetapi, siswa tidak dapat menjelaskan fungsi dari kemampuan penyangga yang dimiliki oleh air laut untuk mendukung penjelasan dari jawabannya.

Sekitar 17% siswa memberikan jawaban bahwa air laut memiliki kemampuan penyangga dan membentuk larutan penyangga tanpa disertai penjelasan mengenai jawabannya. Berikut contoh jawaban siswa dengan pola kesalahan tersebut.



Karena membentuk larutan penyangga yg bersifat numpertahankan pH sehingga pHnya relatif tidak berubah.

Gambar 4.9 Jawaban soal nomor 7 representasi makroskopik kategori kurang

Berdasarkan wawancara yang telah dilakukan, guru terbiasa hanya menjelaskan materi larutan penyangga tanpa dikaitkan dengan fenomena-fenomena nyata dalam kehidupan sehari-hari yang dapat dikaitkan dengan konsep larutan penyangga. Akibatnya, ketika siswa diberikan soal berupa fenomena-fenomena nyata dalam kehidupan sehari-hari yaitu tipe soal makroskopik siswa tidak dapat menjawabnya, karena merasa asing dengan tipe soal tersebut. Hal tersebut juga mengakibatkan siswa tidak mengetahui jawaban yang benar seperti apa dan siswa hanya memberikan jawaban sesuai dengan pengertian konsep larutan penyangga yang diketahui.

Persentase kemampuan makroskopik pada soal nomor 9 sebesar 58,33 % yang artinya dalam kategori cukup. Soal nomor 9 bagian a dengan indikator menentukan jenis larutan penyangga

berdasarkan larutan yang diketahui, mayoritas siswa sudah dapat membedakan jenis larutan penyangga. Beberapa siswa yang masih salah menentukan jenis larutan penyangga karena mereka kesulitan membedakan asam lemah dan basa lemah.

Berdasarkan wawancara yang dilakukan guru terbiasa memberikan contoh soal larutan penyangga yang mudah seperti larutan penyangga yang mengandung CH_3COOH dan NH_3 . Hal tersebut berdampak pada minimnya pengetahuan siswa mengenai jenis asam lemah dan basa lemah. Selain itu, guru juga kurang memberikan penjelasan secara lebih mendalam mengenai bagaimana cara membedakan asam lemah dan basa lemah.

Rata-rata kemampuan representasi makroskopik siswa adalah sebesar 58,75% yang berarti dalam kategori cukup. Rata-rata persentase kemampuan ini merupakan rata-rata persentase paling tinggi diantara representasi yang lain. Hal ini sesuai dengan penelitian (Sari & Seprianto, 2018) bahwa sebagian besar siswa untuk kemampuan multi level representasi pada representasi makroskopiknya memperoleh kategori pertama,

yaitu yang paling tinggi daripada representase yang lain. Fenomena makroskopik merupakan fenomena nyata yang dapat diobservasi langsung oleh indera. Hal tersebut menjadikan representasi makroskopik cukup dapat dikuasai oleh mayoritas siswa.

b. Hasil Persentase Representasi Sub Mikroskopik

Representasi sub mikroskopik merupakan representase kimia yang tidak kasat mata, tidak dapat dilihat dengan indera secara langsung, yang menjelaskan proses kimia pada tingkat partikel. Soal representase kimia level sub mikroskopik pada penelitian ini terdiri dari 3 indikator soal, yang masing-masing indikator diwakili oleh 1 soal yaitu soal nomor 2,4, dan 5. Persentase kemampuan sub mikroskopik rata-rata siswa untuk setiap soal disajikan pada tabel 4.2 berikut :

Tabel 4.2 Hasil Kemampuan Sub Mikroskopik Setiap Soal.

No. Soal	Persentase (%)	Kategori Kemampuan
2	55,21%	Cukup
4	34,79%	Kurang
5	35,42%	Kurang
Rata-Rata	41,81%	Cukup

Soal nomor 2 dengan indikator membedakan larutan penyangga dan bukan penyangga berdasarkan gambar sub mikroskopik larutan yang diketahui, memperoleh persentase kemampuan sub mikroskopik paling tinggi dibandingkan soal nomor 4 dan 5, yaitu sebesar 55,21% dengan kategori cukup. Soal representasi sub mikroskopik nomor 2 disajikan gambar sub mikroskopik larutan beserta keterangannya. Siswa diminta untuk menganalisis gambar sub mikroskopik tersebut apakah larutan penyangga atau bukan beserta alasannya.

Berdasarkan hasil jawaban siswa terdapat 33% siswa dengan kategori sangat kurang yang tidak mengisi jawaban atau memberikan jawaban namun salah. Berdasarkan wawancara yang telah dilakukan siswa sama sekali tidak dapat memahami gambar sub mikroskopik larutan yang diketahui. Selain itu, terdapat siswa yang salah dalam memahami gambar sub mikroskopik. Akibatnya, siswa tidak dapat membedakan larutan penyangga dan bukan penyangga. Sekitar 13% siswa dengan kategori cukup dan sebanyak 54% siswa dalam kategori baik dan sangat baik. Hasil persentase tersebut menunjukkan bahwa pada soal nomor 2 di

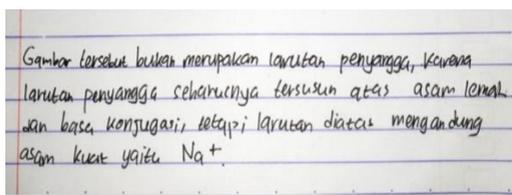
dominasi oleh siswa yang mampu membedakan larutan penyangga dan bukan larutan penyangga ketika diketahui gambar sub mikroskopik

Sebanyak 21% siswa dapat memberikan jawaban dan penjelasan yang tepat beserta alasannya. Siswa mengetahui bahwa gambar sub mikroskopik pada soal nomor 2 merupakan gambar larutan penyangga karena terdiri dari campuran asam lemah HF dan basa konjugasi F^- . Mayoritas siswa lainnya yaitu sekitar 63% siswa memberikan jawaban yang kurang tepat. Terdapat siswa yang dapat memberikan jawaban dengan benar namun alasan yang diberikan kurang tepat. Selain itu, juga terdapat siswa yang memberikan jawaban yang salah namun dapat memberikan alasan dengan benar meskipun kurang tepat.

Siswa yang dapat memberikan jawaban yang tepat namun tidak dapat memberikan alasan yang benar adalah siswa yang dapat menjawab bahwa gambar sub mikroskopik larutan merupakan larutan penyangga. Akan tetapi, mereka mengira bahwa pada gambar sub mikroskopik HF merupakan basa lemah. Sebagian siswa mengira bahwa gambar sub mikroskopik tersebut

merupakan campuran dari asam lemah HF atau asam kuat Na^+ .

Siswa yang memberikan jawaban salah namun memberikan penjelasan yang benar merupakan siswa yang hanya paham pengertian konsep larutan penyangga. Akan tetapi, siswa tersebut tidak dapat memahami gambar sub mikroskopik larutan. Siswa memberikan penjelasan bahwa gambar sub mikroskopik pada soal nomor 2 bukan larutan penyangga, karena seharusnya larutan penyangga merupakan campuran dari asam lemah dan basa konjugasinya. Berikut contoh jawaban siswa dengan pola kesalahan tersebut.



Gambar 4.10 Jawaban soal nomor 2 representasi makroskopik kategori sangat kurang

Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan terdapat beberapa siswa yang memang memahami gambar sub mikroskopik larutan. Akan tetapi, mayoritas siswa belum dapat memahami

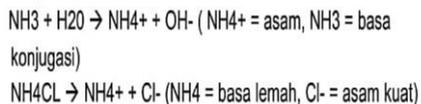
gambar sub mikroskopik larutan. Siswa hanya memahami konsep pengertian larutan penyangga dan menyimpulkan gambar sub mikroskopik berdasarkan konsep pengertian larutan penyangga yang diketahui.

Mayoritas siswa belum dapat membedakan asam atau basa lemah dan kuat serta asam atau basa konjugasi komponen penyusun larutan penyangga. Hal tersebut dikarenakan masih cukup kurangnya kemampuan simbolik beberapa siswa. Kemampuan simbolik diperlukan untuk menjelaskan soal sub mikroskopik, sehingga hal tersebut mempengaruhi kemampuan sub mikroskopik siswa. Penelitian yang dilakukan oleh (Davidowitz, Chittleborough, & Murray, 2010) menyatakan bahwa baik representase sub mikroskopik maupun makroskopik dapat dijelaskan melalui simbol-simbol kimia maupun persamaan kimia.

Soal nomor 4 dengan indikator mengidentifikasi spesi-spesi komponen larutan penyangga berdasarkan gambar sub mikroskopik larutan yang diketahui, diperoleh hasil persentase representasi sub mikroskopik rata-rata siswa sebesar 34,79% dengan kategori kurang. Hasil

persentase tersebut menunjukkan bahwa mayoritas siswa masih belum dapat menyelesaikan soal yang memuat representasi sub mikroskopik dengan indikator tersebut.

Soal representasi sub mikroskopik nomor 4 disajikan gambar sub mikroskopik larutan penyangga beserta keterangan unsur penyusun suatu molekul larutan. Siswa diminta menganalisis komponen penyusun larutan penyangga beserta gambar molekulnya. Berdasarkan hasil jawaban siswa diperoleh sebanyak 50% siswa pada kategori sangat kurang, 13% siswa pada kategori kurang, dan 37% siswa pada kategori baik. Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan siswa tidak dapat menentukan komponen larutan penyangga beserta gambar molekulnya. Hal tersebut diakibatkan karena siswa tidak dapat memahami gambar sub mikroskopik larutan dengan baik. Berikut contoh jawaban siswa dengan pola kesalahan tersebut.



Gambar 4.11 Jawaban soal nomor 2 representasi sub mikroskopik kategori sangat kurang

Berdasarkan gambar jawaban siswa tersebut, siswa masih belum dapat membedakan asam atau basa lemah dengan asam atau basa konjugasi berdasarkan gambar sub mikroskopik larutan. Akibatnya, siswa tidak dapat menentukan komponen larutan penyangga dengan tepat. Selain itu, siswa juga salah mengira bahwa Cl^- adalah asam kuat dan termasuk komponen larutan penyangga karena salah dalam memahami gambar sub mikroskopik.

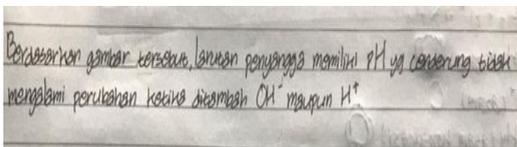
Sekitar 38% siswa sudah dapat mengidentifikasi komponen penyusun larutan penyangga beserta gambar molekulnya berdasarkan gambar sub mikroskopik. Kesalahan yang dilakukan oleh mayoritas siswa yaitu dalam mengidentifikasi gambar molekul spesi-spesi komponen penyusun larutan penyangga. Beberapa siswa juga salah dalam memahami spesi-spesi penyusun larutan penyangga berdasarkan gambar sub mikroskopik. Siswa mengira H^+ dan Cl^- termasuk komponen larutan penyangga. Jawaban yang benar adalah seharusnya spesi komponen larutan penyangga berdasarkan gambar sub mikroskopik larutan penyangga pada soal yaitu NH_3

sebagai basa lemah dan NH_4^+ sebagai basa konjugasi.

Soal nomor 5 dengan indikator menjelaskan prinsip kerja larutan penyangga dalam mempertahankan pH larutan berdasarkan pergeseran kesetimbangan larutan, diperoleh rata-rata persentase level sub mikroskopik sebesar 35,42% dengan kategori kurang. Hasil persentase tersebut menunjukkan bahwa mayoritas siswa tidak dapat memahami prinsip kerja larutan penyangga berdasarkan gambar sub mikroskopik larutan yang diketahui.

Soal representasi sub mikroskopik nomor 5 disajikan sebuah gambar, dan siswa diminta untuk menjelaskan bagaimana kesetimbangan larutan penyangga tersebut ketika ditambahkan asam maupun basa. Sekitar 63% siswa berada pada kategori sangat kurang. Kesalahan yang dilakukan oleh mayoritas siswa, yaitu siswa hanya menjelaskan mengenai pH yang stabil ketika ditambahkan asam dan basa. Selain itu, siswa tidak dapat menjelaskan bagaimana kesetimbangan larutan penyangga ketika ditambahkan asam atau basa. Hasil wawancara yang telah dilakukan

menunjukkan bahwa mayoritas siswa tidak dapat memahami molekul atau zat mana yang akan bereaksi dengan asam atau basa. Berikut contoh jawaban siswa dengan pola kesalahan tersebut.



Gambar 4.12 Jawaban soal nomor 5 representai sub mikroskopik kategori sangat kurang

Rata-rata Persentase kemampuan level sub mikroskopik siswa adalah 41,81% dengan kategori cukup. Hasil persentase tersebut hampir mendekati kategori kurang. Berdasarkan jawaban-jawaban siswa untuk soal-soal level sub mikroskopik dan hasil wawancara yang dilakukan, mayoritas siswa masih kesulitan dalam memvisualisasikan proses yang terjadi pada level sub mikroskopik. Selain itu, siswa juga mengalami kesulitan dalam memahami gambar sub mikroskopik. Hal tersebut dikarenakan metode pembelajaran yang dilakukan oleh guru dalam menjelaskan prinsip kerja larutan penyangga hanya berupa penjelasan biasa dari buku. Guru tidak menggunakan media pembelajaran yang

mendukung dalam menjelaskan materi kimia yang memuat representasi sub mikroskopik.

Penelitian yang dilakukan oleh (Farida, 2020) menjelaskan bahwa representasi sub mikroskopik sulit dipahami siswa apabila dalam penjelasannya tidak ada visualisasi yang disertai penjelasan secara interaktif. Visualisasi tersebut dapat berupa video, animasi atau augmented reality (Wulandari et all., 2019)

c. Hasil Persentase Representasi Simbolik

Kemampuan siswa pada level simbolik merupakan kemampuan siswa dalam menggunakan simbol-simbol kimia, seperti rumus kimia, persamaan reaksi kimia, dan lainnya (Sukmawati, 2019). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan representasi kimia pada level simbolik terdiri dari 2 indikator soal. Masing-masing indikator soal diwakili oleh 1 soal yaitu soal nomor 3 dan 6. Hasil kemampuan representase simbolik siswa untuk setiap soal disajikan dalam tabel 4.3 berikut :

Tabel 4.3 Hasil Kemampuan Simbolik Setiap Soal

No. Soal	Persentase (%)	Kategori Kemampuan
3	45,42%	Cukup
6	54,17%	Cukup
Rata-rata	49,79%	Cukup

Soal nomor 3 dengan indikator mengidentifikasi spesi-spesi kimia komponen larutan penyangga berdasarkan persamaan reaksi yang diketahui, hasil kemampuan siswa menunjukkan kategori cukup dengan persentase sebesar 45,42%. Hasil persentase tersebut hampir mendekati kategori kurang. Besarnya persentase tersebut menunjukkan bahwa siswa cukup mampu mengidentifikasi spesi-spesi kimia komponen larutan penyangga berdasarkan persamaan reaksi yang terjadi. Akan tetapi, besar persentase tersebut lebih didominasi oleh siswa yang belum mampu.

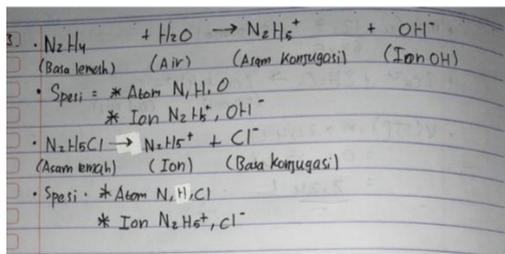
Soal nomor 3 disajikan persamaan reaksi suatu larutan penyangga yaitu persamaan reaksi kesetimbangan basa lemah N_2H_4 dan ionisasi garam N_2H_5Cl . Siswa diminta menentukan spesi-spesi kimia komponen penyusun larutan penyangga.

Hasil persentase untuk masing-masing siswa diperoleh sebanyak 25% siswa kategori sangat kurang dan 33% siswa kategori kurang. Selain itu, 8% siswa berada pada kategori cukup, dan 33% siswa berada pada kategori baik dan sangat baik.

Mayoritas siswa belum mampu memahami bagaimana reaksi dari setiap komponen penyusun larutan penyangga di dalam suatu larutan. Mayoritas siswa tidak mengetahui bahwa 2 persamaan reaksi tersebut merupakan satu kesatuan dari suatu persamaan reaksi larutan penyangga, bukan berdiri sendiri. Hal tersebut karena minimnya kemampuan siswa memahami kimia pada level sub mikroskopik.

Sirhan (2007) menjelaskan bahwa apabila siswa mengalami kesulitan pada satu jenis representasi, maka hal ini akan mempengaruhi pemahaman konsep pada jenis representasi lainnya. Kesalahan tersebut serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh (Kamila, Fadiawati, & Tania, 2018) dimana siswa merasa kesulitan dalam memahami bagaimana keadaan komponen larutan penyangga dalam suatu larutan.

Beberapa siswa mengira bahwa semua spesi- spesi kimia dalam persamaan reaksi merupakan komponen penyusun larutan penyangga. Siswa mengira bahwa ion OH^- , Cl^- dan spesi2 atom seperti N,H,Cl,O juga termasuk spesi komponen penyusun larutan penyangga. Berikut contoh jawaban siswa dengan pola kesalahan tersebut.



Gambar. 4.13 Jawaban soal nomor 3 representasi simbolik kategori kurang

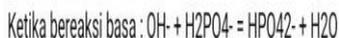
Beberapa siswa masih salah dan merasa kebingungan dalam membedakan asam lemah dan basa konjugasi atau basa lemah dan asam konjugasi. Hal tersebut diakibatkan karena lemahnya kemampuan siswa pada materi titrasi asam basa terutama dalam memahami konsep asam-basa Bronsted Lowry. Penelitian yang dilakukan oleh (Maksum, Sihaloho, & Kilo, 2017) menjelaskan bahwa konsep asam basa Bronsted-Lowry perlu

untuk dikuasai oleh siswa sebagai pemahaman dasar untuk masuk ke materi larutan penyangga

Soal nomor 6 dengan indikator menentukan persamaan reaksi kesetimbangan berdasarkan komponen penyangga alami dalam tubuh yang sudah diketahui, memperoleh persentase sebesar 54,2% dengan kategori cukup. Hasil persentase tersebut menunjukkan bahwa siswa sudah cukup mampu menentukan persamaan reaksi kesetimbangan berdasarkan komponen penyangga alami dalam tubuh.

Soal representasi simbolik nomor 6 diberikan suatu penjelasan mengenai larutan penyangga alami dalam tubuh. Siswa diminta untuk menuliskan bagaimana persamaan reaksi kesetimbangan untuk salah satu sistem penyangga alami dalam tubuh yaitu sistem penyangga karbonat ketika bereaksi dengan asam dan basa. Hasil persentase yang didapatkan yaitu sebanyak 33% siswa dengan kategori sangat kurang dan 8% siswa dengan kategori kurang. Selain itu, sebanyak 8% siswa berada pada kategori cukup, dan 50% siswa dengan kategori baik dan sangat baik.

Berdasarkan jawaban-jawaban siswa yang kemudian di konfirmasi melalui wawancara yang telah dilakukan didapatkan pola-pola kesalahan siswa dalam mengerjakan tipe soal representasi simbolik. Terdapat siswa yang masih tidak mengetahui rumus kimia dari asam karbonat maupun ion bikarbonat.



Gambar 4.14 Jawaban soal nomor 6 representasi simbolik kategori sangat kurang

Beberapa siswa tidak memahami prinsip kerja dari sistem penyangga alami dalam tubuh, sehingga siswa tidak bisa menuliskan penyangga karbonat ketika bereaksi dengan asam dan basa. Hal tersebut karena masih lemahnya kemampuan siswa dalam representasi sub mikroskopik. Johnstone (1982) dalam (Safitri et al., 2019) menjelaskan bahwa representasi simbolik digunakan untuk menjelaskan representasi sub mikroskopik dengan menggunakan persamaan kimia atau yang lainnya. Kesalahan tersebut sama dengan penelitian yang dilakukan oleh (Kamila et al., 2018), bahwa siswa

tidak dapat menjawab pertanyaan yang diberikan oleh guru mengenai komponen yang akan bereaksi dengan asam atau basa ketika ditambahkan dalam suatu larutan penyangga.

Rata-rata kemampuan level simbolik siswa adalah 49,79% yang masuk dalam kategori cukup. Hasil persentase tersebut menunjukkan bahwa siswa sudah cukup baik dalam memahami representasi simbolik. Akan tetapi, kemampuan representasi simbolik siswa masih didominasi oleh siswa yang belum mampu.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan representasi simbolik memperoleh hasil persentase lebih tinggi daripada representasi sub mikroskopik. Representasi simbolik merupakan representasi kedua dengan perolehan persentase yang paling tinggi setelah representasi makroskopik. Hal tersebut karena pada proses pembelajaran representasi simbolik lebih dominan diajarkan dalam proses pembelajaran daripada representasi sub mikroskopik. Representasi simbolik mencakup simbol-simbol kimia maupun persamaan reaksi kimia yang sejatinya merupakan bahasa komunikasi

dalam konsep kimia. Jadi, secara implisit aspek simbolik selalu dibahas dalam mempelajari kimia.

2. Kemampuan Algoritma

Kemampuan algoritma merupakan kemampuan siswa dalam memahami langkah-langkah penyelesaian suatu permasalahan dengan menggunakan perhitungan (Zoller et al., 1995). Instrumen soal kemampuan algoritma diwakili oleh 3 indikator soal. Masing-masing indikator soal diwakili oleh 1 soal. Berikut disajikan tabel 4.4 hasil persentase kemampuan algoritma siswa untuk setiap soal:

Tabel 4.4 Hasil Kemampuan Algoritma Setiap Soal

No. Soal	Persentase (%)	Kategori Kemampuan
8	74,58%	Sedang
9	48,96%	Rendah
10	43,13%	Rendah
Rata-Rata	55,56%	Rendah

Soal nomor 8 dengan indikator menghitung pH larutan penyangga jika diketahui asam atau basa lemah dengan garamnya memperoleh persentase kemampuan algoritma paling tinggi. Hasil

persentase soal nomor 8 sebesar 74,58% dengan kategori sedang.

Pada soal nomor 8 sebanyak 33% siswa memperoleh hasil persentase dengan kategori sangat rendah, dan 67% siswa berada pada kategori tinggi dan sangat tinggi. Hal tersebut menunjukkan bahwa mayoritas siswa mampu menerapkan rumus-rumus yang digunakan dalam perhitungan kimia dan mampu menggunakan operasi dasar matematika dalam perhitungan soal kemampuan algoritma. Selain itu, siswa juga memahami langkah-langkah atau prosedur urutan dalam menyelesaikan soal dengan indikator tersebut.

Berdasarkan hasil jawaban siswa dan wawancara yang telah dilakukan didapatkan pola pemahaman dan kesalahan siswa dalam mengerjakan soal-soal kemampuan algoritma. Mayoritas siswa sudah dapat mengetahui cara menghitung mol asam lemah dan mol garam dengan tepat. Hasil perhitungan mol tersebut nantinya digunakan untuk menghitung konsentrasi H^+ dalam larutan penyangga.

Beberapa siswa tidak dapat memahami rumus yang digunakan dalam mengerjakan soal

kemampuan algoritma. Sebanyak 5 siswa menggunakan rumus pH yang salah, mereka menggunakan rumus $\text{pH} = \text{pKa} - \log \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol garam}}$. Seharusnya yang benar adalah tanda kurang (-) diganti menjadi tanda (+). Beberapa siswa tersebut juga salah memahami bahwa $\text{pKa} = \text{Ka}$, sedangkan yang benar $\text{pKa} = -\log \text{Ka}$ (Chang, 2004). Akibatnya, hasil perhitungan pH yang didapatkan tidak tepat. Berikut contoh jawaban siswa dengan pola kesalahan tersebut.

8. Diket : 100 ml HCOOH ($\text{HCOOH} \rightleftharpoons \text{HCOO}^- + \text{H}^+$) → Asam lemah
 100 ml HCOOK ($\text{HCOOK} \rightleftharpoons \text{HCOO}^- + \text{K}^+$) → Basa kuat

Jawab : HCOOH = M.V = 0,1 × 100 = 10 mmol
 HCOOK = M.V = 0,1 × 200 = 20 mmol

→ $\text{pH} = \text{pKa} - \log \frac{\text{mol HCOOH}}{\text{mol HCOOK}} = 2 \cdot 10^{-4} - \log \frac{10}{20}$
 $= 2 \cdot 10^{-4} - 1 + \log 5$

Gambar 4.15 Jawaban soal nomor 8
kemampuan algoritma kategori sangat rendah

Soal nomor 9 dengan indikator menghitung pH larutan jika diketahui asam lemah dan basa kuat atau basa lemah dan asam kuat, memperoleh persentase kemampuan algoritma siswa sebesar 48,96% yang berarti dalam kategori sangat rendah. Hasil persentase menunjukkan bahwa sebanyak 58% siswa berada pada kategori sangat rendah, 4%

dengan kategori rendah. Selain itu, sekitar 38% siswa pada kategori tinggi dan sangat tinggi.

Kemampuan algoritma soal nomor 9 siswa diminta untuk menghitung pH larutan ketika diketahui asam lemah HF dan basa kuat NaOH. Berdasarkan hasil wawancara dan jawaban siswa didapatkan pola kesalahan siswa, yaitu sekitar 21% siswa belum mampu menerapkan rumus pH dalam perhitungan kimia berdasarkan jenis larutan yang diketahui. Berikut contoh jawaban siswa dengan pola kesalahan tersebut.

25 ml NaOH 0.2 M, 25 ml HF 0.4 M.
mol NaOH = $0,2 \cdot 25$
= 5 mmol
mol HF = $0,4 \cdot 25$
= 10 mmol
$H^+ = 10^{-5} \cdot \frac{10}{5}$
$H^+ = 2 \cdot 10^{-5}$
$pH = 5 - \log 2 = 4,7$

Gambar. 4.16 Jawaban soal nomor 9 kemampuan algoritma kategori sangat kurang

Berdasarkan gambar diatas siswa membagi mol asam HF dengan mol basa NaOH. Langkah yang benar adalah seharusnya siswa terlebih dahulu mencari mol garam hasil reaksi antara HF dengan

NaOH. Setelah itu, membagi mol asam lemah HF dengan mol garam.

Mayoritas siswa dapat memahami langkah-langkah menghitung pH berdasarkan larutan yang diketahui. Namun, beberapa dari mereka yaitu sekitar 21% siswa tidak dapat membedakan asam atau basa lemah dan asam atau basa konjugasi. Hal tersebut mengakibatkan kesalahan dalam memasukkan jumlah mol yang akan di konversi ke dalam rumus perhitungan pH. Hasil perhitungan mol tersebut yang nantinya diperlukan untuk menghitung pH larutan.

(Junanto, Enawaty, & Erlina, 2014) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa salah satu kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal-soal algoritma atau algoritmik yaitu kurangnya pemahaman siswa dalam memahami konsep materi. Masih kurangnya pemahaman konsep siswa dalam membedakan asam atau basa lemah dan asam atau basa konjugasi yang merupakan representasi simbolik akan mempengaruhi kemampuan algoritma siswa.

Persentase kemampuan algoritma siswa soal nomor 10 dengan indikator menghitung pH larutan penyangga jika ditambahkan sedikit asam, basa, atau pengenceran adalah sebesar 45,63% dengan kategori sangat rendah. Hasil persentase untuk masing-masing siswa menunjukkan bahwa 67% siswa berada pada kategori sangat rendah. Selain itu, sebanyak 33% siswa dengan kategori sangat tinggi mendapatkan skor sempurna yaitu 10.

Soal kemampuan algoritma nomor 10 siswa diminta membuktikan nilai pH sebelum dan setelah ditambahkan asam. Berdasarkan hasil jawaban dan wawancara siswa didapatkan pola pemahaman dan kesalahan siswa. Sekitar 33% siswa dapat menjawab dengan tepat pH sebelum dan sesudah penambahan asam. Mayoritas siswa masih belum bisa mengetahui langkah-langkah menghitung pH baik sebelum maupun sesudah penambahan asam. Berikut contoh jawaban siswa dengan pola kesalahan tersebut.

Handwritten student solution on lined paper:

$$10) 500 \text{ ml } \text{CH}_3\text{COOH } 0,24 \text{ M } \text{CH}_3\text{CO}_2\text{K} = 0,2 \text{ M} + 1 \text{ ml HCl } 5 \text{ M}$$

$$\text{Mol } \text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CO}_2\text{K} = (0,24 + 0,2) \times 500 = 220 \text{ mmol}$$

$$\text{Mol HCl} = 5 \times 1 = 5 \text{ mmol}$$

$$\text{H}^+ = \frac{1,8 \times 10^{-5} \times 5}{220} = 4,09 \times 10^{-6}$$

$$\text{pH} = -\log 4,09 \times 10^{-6}$$

$$= 5,4$$

Gambar 4.17 Jawaban soal nomor 20 kemampuan algoritma kategori sangat kurang

Berdasarkan gambar diatas siswa menghitung pH dengan mengkalikan nilai K_a dengan mol asam yang ditambahkan, yaitu mol HCl. Setelah itu, mol HCl tersebut dibagi dengan penjumlahan mol dari asam lemah dan garamnya. Langkah yang benar yaitu seharusnya siswa menghitung pH sebelum penambahan asam dengan mengkalikan nilai K_a dengan mol asam lemah, dan membaginya dengan mol garam. Setelah itu, menghitung pH setelah penambahan asam dengan cara mengkalikan nilai K_a dengan mol asam lemah dan dibagi dengan jumlah mol garam atau mol basa konjugasi. Perhitungan mol setelah penambahan asam didapatkan dari menghitung mol mula-mula, reaksi, dan setimbang dari persamaan reaksi larutan penyangga yang ditambahkan dengan asam. Setelah semua langkah selesai, didapatkan jumlah mol pH setelah penambahan asam.

Sekitar 17% siswa hanya mengetahui langkah-langkah menghitung pH sebelum penambahan asam. Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan siswa masih belum bisa menghitung mol setelah penambahan asam. Hal tersebut dikarenakan masih kurangnya pemahaman konsep siswa pada level sub mikroskopik yaitu pada sub bab materi prinsip kerja larutan penyangga. Siswa tidak dapat menuliskan persamaan reaksi secara benar ketika suatu larutan penyangga ditambahkan dengan sedikit asam. Siswa tidak memahami molekul apa yang akan bereaksi dengan asam. Hal tersebut berakibat pada kurangnya pemahaman siswa dalam menghitung jumlah mol larutan yang dibutuhkan untuk menghitung pH setelah penambahan asam.

Rata-rata persentase kemampuan algoritma siswa yang didapatkan sebesar 55,56% dengan kategori rendah hampir mendekati kategori sangat rendah. Rendahnya kemampuan algoritma siswa akibat dari masih cukup lemahnya pemahaman konseptual siswa yaitu representasi simbolik dan sub mikroskopik siswa. Nakhleh (1993) menjelaskan bahwa kurangnya pemahaman

konsep kimia siswa akan berpengaruh dalam kemampuan algoritma siswa. Akibatnya, siswa tidak dapat menghubungkan secara tepat konsep kimia yang diketahui dengan soal-soal perhitungan matematis dalam kimia.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kemampuan multi level representasi siswa pada level makroskopik memperoleh persentase rata-rata paling tinggi dibandingkan dengan representasi sub mikroskopik dan simbolik yaitu sebesar 58,75% dengan kategori cukup. Kemampuan representasi simbolik memperoleh persentase rata-rata sebesar 49,79% pada kategori cukup dan representasi sub mikroskopik sebesar 41,81% pada kategori cukup. Kemampuan algoritma siswa berada pada kategori rendah dengan perolehan persentase sebesar 55,56%.

B. Saran

1. Dalam berlangsungnya proses pembelajaran guru hendaknya memberikan media pembelajaran yang mendukung untuk meningkatkan kemampuan multi level representasi siswa, terutama kemampuan multi level representasi pada level sub mikroskopik yang mayoritas siswa masih dalam kategori kurang. Media pembelajaran tersebut dapat berupa animasi-animasi video atau animasi visual lainnya yang mendukung dalam menjelaskan representasi sub mikroskopik

2. Guru diharapkan menjelaskan representasi makroskopik pada materi kimia dikaitkan dengan fenomena-fenomena dalam kehidupan sehari-hari, serta dengan melakukan percobaan di laboratorium atau percobaan sederhana yang dapat dilakukan oleh siswa.
3. Dalam pembelajaran kimia guru seharusnya memadukan antara pemahaman konsep yaitu multi level representasi kimia dan pemahaman algoritma, karena pemahaman konsep akan berpengaruh kepada kemampuan algoritma siswa.
4. Bagi para peneliti diharapkan melakukan penelitian pengembangan media pembelajaran yang memuat konsep multi level representasi yaitu integrasi antara konsep makroskopik, sub mikroskopik, dan simbolik. Media pembelajaran tersebut dapat berupa modul atau yang lainnya, serta melakukan penelitian mengenai praktikum-praktikum yang dapat dilakukan melalui teknologi seperti chem lab atau yang lainnya sebagai pengganti praktikum yang tidak dapat dilakukan di laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainsworth, S. (2006). DeFT : A Conceptual Framework For Learning With Multiple Representations . *Learning and Instruction, 16*(3), 183–198.
- Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian : Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Brady, J. . (1990). *General Chemistry* (5th editio). New York: John Willey & Sons.
- Chandrasegaran, A. L., Treagust, D. F., & Mocerino, M. (2007). The development of a two-tier multiple-choice diagnostic instrument for evaluating secondary school students' ability to describe and explain chemical reactions using multiple levels of representation. *Chemistry Education Research and Practice, 8*(3), 293–307.
- Chang, R. (2003). *Kimia Dasar : Konsep-Konsep Inti* (Ketiga). Jakarta: Erlangga.
- Chittleborough, G., & Treagust, D. F. (2007). The modelling ability of non-major chemistry students and their understanding of the sub-microscopic level. *Chemistry Education Research and Practice, 8*(3), 274–292.
- Creswell, J. . (2014). *Research Design Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches* (4 th editi). California: SAGE Publications.
- Davidowitz, B., Chittleborough, G., & Murray, E. (2010). Student Generated Submicro Diagrams: A useful Tool For Teaching and Learning Chemical Equations and Stoichiometry. *Chemistry Education Research and Practice, 11*(3), 154–164.
- Fadhilah, S. N., Widarti, H. R., & Su'aidy, M. (2018). Pengembangan Instrumen Asesmen Berbasis Interkoneksi Multipel Representasi Pada Materi Larutan

- Penyangga. *Prosiding Seminar Nasional Kimia Dan Pembelajarannya*, 110–119.
- Farida, I, Liliarsari, L., Sopandi, W., & Widyantoro, D. (2017). *A web-based model to enhance competency in the interconnection of multiple levels of representation for pre-service teachers*. (August), 359–362.
- Farida, Ida. (2009). The Importance Of Development Of Representational Competence In Chemical Problem Solving Using Interactive Multimedia. *Science Education*, (September).
- Farida, Ida, Liliarsari, L., Widyantoro, D. H., & Sopandi, W. (2010). Representational Competence's Profile of Pre-Service Chemistry Teachers in Chemical Problem Solving. *Development of Science Curriculum in 21st Century*, 30.
- Fatimah, & Sari, R. D. K. (2018). *Strategi belajar & pembelajaran dalam meningkatkan keterampilan bahasa*. 108–113.
- Futschek, G. (2006). *Algorithmic Thinking: The Key for Understanding Computer Science*. 159–168.
- Gun, G., & Maulana. (2017). Pembelajaran Dasar Algoritma Dan Pemrograman Menggunakan El-Goritma Berbasis Web. *Teknik Mesin*, 06(2), 69–73.
- Hanson, R. (2016). Ghanaian Teacher Trainees' Conceptual Understanding of Stoichiometry. *Journal of Education and E-Learning Research*, 3(1), 1–8.
- Hariani, W., Laliyo, L. A. R., & Musa, W. J. A. (2016). Kemampuan Pemahaman Konseptual dan Algoritmik Siswa dalam Menyelesaikan Soal-Soal Larutan Penyangga. *Entropi*, 11(2), 196–203.
- Hill, M., & Sharma, M. D. (2015). Students ' Representational Fluency at University : A Cross- Sectional Measure of How Multiple Representations are Used by Physics Students

- Using the Representational Fluency Survey. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(6), 1633–1655.
- Indriyanti, N. Y., & Barke, H.-D. (2017). Teaching The Mole Concept With Sub-Micro Level : Do The Students Perform Better? *The 4th International Conference on Research, Implementation, and Education of Mathematics and Science*. AIP Publishing.
- IPore, S., Laliyo, L. A. R., & Ischak, N. I. (2017). Kemampuan Pemahaman Konseptual dan Algoritmik Siswa Dalam Menyelesaikan Soal-Soal Reaksi Redoks. *Jurnal Entropi*, 12(1), 75–80.
- Ismayani, A., Hasan, M., & Nuzulia. (2015). *Identifikasi Pemahaman Konseptual dan Algoritmik Siswa Kelas XI SMAN 4 Banda Aceh Pada Materi Termokimia Tahun Ajaran 2014/2015*. 1–8.
- Izzatul Ulva, Y., Santosa, & Parlan. (2016). Identifikasi Tingkat Pemahaman Konsep Larutan Penyangga Aspek Makroskopik, Submikroskopik, Dan Simbolik Pada Siswa Kelas XI IPA SMAN 3 Malang Tahun Ajaran 2013/2014. *Pembelajaran Kimia*, 01(2), 69–75.
- Johnstone, A. H. (1991). Why is Science Difficult to Learn? Things are Seldom What They Seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7, 75–83.
- Junanto, T., Enawaty, E., & Erlina. (2014). Hubungan Pemahaman Konseptual dan Algoritmik Pada Materi Larutan Asam Basa Serta Kemampuan Berpikir Formal Mahasiswa Prodi Pendidikan Kimia UNTAN Pontianak. *Jurnal. Universitas Tanjungpura*, 1–9.
- Kamila, A., Fadiawati, N., & Tania, L. (2018). Efektivitas Buku Siswa Larutan Penyangga Berbasis Representasi Kimia dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep. *Jurnal*

Pendidikan Dan Pembelajaran Kimia, 7(2), 211–222.

- Kothari, C. . (1990). *Research Methodology Methods and Techniques* (2nd editio). New Delhi: New Age International Publisher.
- Kumar, R. (2011). *Research Methodology : A Step-by-Step Guide For Beginners* (3rd editio). Great Britain: SAGE Publications.
- Li, W. S. S., & Arshad, M. Y. (2014). Application of multiple representation levels in redox reactions among tenth grade chemistry teachers. *Journal of Turkish Science Education*, 11(3), 35–52.
- Maksum, M. J., Sihaloho, M., & Kilo, A. La. (2017). Analisis Kemampuan Pemahaman Siswa pada Konsep Larutan Penyangga Menggunakan Three Tier Multiple Choice Tes. *Jambura Journal of Educational Chemistry*, 12(1), 47–53.
- Marsita, R. A., Priatmoko, S., & Kusuma, E. (2011). Analisis Kesulitan Belajar Kimia Siswa Sma Dalam Memahami Materi Larutan Penyangga Dengan Menggunakan Two-Tier Multiple Choice Diagnostic Instrument. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 4(1), 512–520.
- Mentari, L., Suardana, I. N., & Subagia, I. W. (2014). Analisis Miskonsepsi Siswa SMA Pada Pembelajaran Kimia Untuk Materi Larutan Penyangga. *Kimia Visvitalis*, 2(1), 76–87.
- Milenkovic, D. D., Segedinac, M. D., & Hrin, T. N. (2014). Increasing High School Students' Chemistry Performance and Reducing Cognitive Load through an Instructional Strategy Based on the Interaction of Multiple Levels of Knowledge Representation. *Journal of Chemical Education*, xxxx(xxx), xxx–xxx.
- Mustofa. (2010). *Problematika Pemahaman Konseptual dan Algoritmik dalam Pembelajaran Kimia dan Upaya*

Perbaikannya.

- Nizoloman, O. N. (2013). *Relationship Between Mathematical Ability and Achievement in Mathematics Among Female Secondary School Students in Bayelsa State Nigeria*. 106, 2230–2240. Turkey: Elsevier.
- Nurhujaimah, R., Kartika, I. R., & Nurjaydi, M. (2016). Analisis Miskonsepsi Siswa Kelas XI SMA Pada Materi Larutan Penyangga Menggunakan Instrumen Tes Three Tier Multiple Choice. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 19(1), 15–28.
- Orgill, M., & Sutherland, A. (2008). Undergraduate chemistry students ' perceptions of and misconceptions about buffers and buffer problems. *Chemistry Education Research and Practice*, 9, 131–143.
- Oxtoby, D. W. (2001). *Kimia Modern*. Jakarta: Erlangga.
- Prain, V., & Waldrip, B. (2014). International Journal of Science An Exploratory Study of Teachers ' and Students ' Use of Multi - modal Representations of Concepts in Primary Science. *International Journal of Science Education*, 28(15), 1843–1866.
- Purba, M., & Sarwiyati, E. (2017). *KIMIA Untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta: Erlangga.
- Purwanto, N. (2009). *Prinsip-Prinsip dan Teknik Evaluasi Pengajaran*. Bandung: PT Remaja Roadakarya.
- Rahardjo, S. B. (2015). *Kimia Berbasis Eksperimen : untuk Kelas XI SMA dan MA*. Solo: Platinum.
- Rijani, E. W. (2011). *Implementasi Metode Latihan Berjenjang Untuk Meningkatkan Kemampuan Siswa Menyelesaikan Soal-Soal Hitungan Pada Materi Stoikiometri di SMA*. 1, 1–6.

- Rosengrant, D., Heuvelen, A. Van, & Etkina, E. (2009). *Do Students Use and Understand Free-Body Diagrams?* <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.5.01010>
- Safitri, N. C., Nursa'adah, E., & Wijayanti, I. E. (2019). Analisis Multipel Representasi Kimia Siswa Pada Konsep Laju Reaksi. *Jurnal Kimia Dan Pendidikan*, 4(1), 1–12.
- Sanjiwani, Muderawan, & Sudiana. (2018). *Analisis Kesulitan Belajar Kimia Pada Materi Larutan Penyangga di SMA Negeri 2 Banjar*. 2(2), 75–84.
- Sari, R. P., & Seprianto, S. (2018). Analisis Kemampuan Multipel Representasi Mahasiswa FKIP Kimia Universitas Samudra Semester II Pada Materi Asam Basa dan Titrasi Asam Basa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 6(1), 55–62.
- Scherr, R. E., & Stetzer, M. R. (2016). *Editorial: Focused Collection: Preparing and Supporting University Physics Educators* *Editorial: Focused Collection: Preparing and Supporting University Physics Educators*. 12(February), 10–13.
- Singh, Y. . (2006). *Fundamental Research Methodology and Statistics*. New Delhi: New Age International Publisher.
- Sirhan, G. (2007). Learning Difficulties in Chemistry: An Overview. *Turkish Science Education*, 4(2), 2–20.
- Stoyanovich, C., Gandhi, A., & Flynn, A. B. (2015). Acid-base learning outcomes for students in an introductory organic chemistry course. *Journal of Chemical Education*, 92(2), 220–229.
- Suarga. (2012). *Algoritma dan Pemrograman*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Sudarmo, U. (2014). *Kimia Untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Erlangga.

- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Pendidikan : Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sukmawati, W. (2019). Analisis Level Makroskopis , Mikroskopis dan Simbolik Mahasiswa dalam Memahami Elektrokimia Analysis of Macroscopic , Microscopic and Symbolic Levels of Students in Understanding Electrochemistry. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 5(2), 195–204.
- Sunyono, S., & Meristin, A. (2018). The Effect Of Multiple Representation-Based Learning (MRL) to Increase Students' Understanding of Chemical Bonding Concepts. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(4), 399–406.
- Talanquer, V. (2011). *Macro , Submicro , and Symbolic : The many faces of the chemistry " triplet ."* (August 2013), 37–41. <https://doi.org/10.1080/09500690903386435>
- Tripripta, A., Amir, H., & Rohiat, S. (2020). *Pengembangan Modul Larutan Penyangga Berbasis Pendekatan Terpadu Stem (Science, Technology, Engineering and Mathematics)*. 4(1), 16–24.
- Watoni, A. H. (2014). *KIMIA untuk SMA/MA Kelas XI Kelompok Peminatan Matematika dan Ilmu-ilmu Alam*. Bandung: Yrama Widya.
- Wiyarsi, A., Sutrisno, H., & Rohaeti, E. (2018). *The effect of multiple representation approach on students ' creative thinking skills : A case of ' Rate of Reaction ' topic The effect of multiple representation approach on students ' creative thinking skills : A case of ' Rate of Reaction ' topic*.
- Yunitasari, W., Susilowati, E., & Nurhayati, D. (2013). Pembelajaran Direct Instruction Disertai Hierarki Konsep Untuk Mereduksi Miskonsepsi Siswa Pada Materi Larutan Penyangga Kelas XI IPA Semester Genap SMA Negeri 2 Sragen Tahun Ajaran 2012 / 2013. *Pendidikan Kimia*,

2(3), 182-190.

Zoller, U., Lubezky, A., Nakhleh, M. B., Tessier, B., & Dori, Y. J. (1995). Success on Algorithmic and LOCS vs. Conceptual Chemistry Exam Questions. *Journal of Chemical Education*, 72(11), 987-989.

Lampiran 1 : Kisi-Kisi Instrumen Tes Kemampuan Multi Level Representasi Dan Algoritma

Kisi-Kisi Instrumen Tes Kemampuan MLR dan Algoritma Materi Larutan Penyangga

No.	Sub Materi	Indikator soal	Jenis Kemampuan	Nomor Soal	Tingkat Kognitif
1.	Pengertian larutan penyangga	Mendeskripsikan larutan penyangga berdasarkan data/gambar percobaan praktikum	Makroskopik	1	C2
				4	C4
		Membedakan larutan penyangga dan bukan penyangga berdasarkan gambar larutan	Sub Mikroskopik	2	C4
				3	C4
2.	Komponen larutan penyangga	Mengidentifikasi spesi-spesi kimia komponen larutan penyangga berdasarkan persamaan reaksi yang diketahui	Simbolik	5	C2
				6	C2
		Mengidentifikasi spesi-spesi kimia komponen larutan penyangga berdasarkan gambar sub mikroskopik larutan yang diketahui	Sub-mikroskopik	7	C4
				8	C4
3.		Menjelaskan prinsip kerja larutan penyangga dalam mempertahankan	Sub-mikroskopik	9	C4

	Cara kerja larutan penyangga	pH larutan berdasarkan pergeseran kesetimbangan larutan		10	C4
4.	Fungsi Larutan Penyangga	Menentukan persamaan reaksi kesetimbangan berdasarkan komponen penyangga alami dalam tubuh yang diketahui	Simbolik	13	C3
				14	C3
		Menjelaskan fungsi larutan penyangga berdasarkan fenomena yang diketahui	Sub-mikroskopik	11	C4
				12	C4
5.	pH larutan penyangga	Menghitung pH larutan penyangga jika diketahui asam lemah/basa lemah dan garamnya	Algoritma-Simbolik	15	C3
				16	C3
		Menghitung pH larutan dan menentukan jenis larutan penyangga jika diketahui asam lemah dan basa kuat atau basa lemah dan asam kuat	Algoritma-Makroskopik	17	C3
				18	C3
		Menghitung pH larutan penyangga dan menentukan persamaan reaksinya jika ditambahkan sedikit asam, basa, atau pengenceran.	Algoritma-Simbolik	19	C3
				20	C3

Lampiran 2: Lembar Uji Coba Soal Tes Kemampuan MLR dan Algoritma

**LEMBAR UJI COBA SOAL TES KEMAMPUAN MULTI LEVEL REPRESENTASI DAN ALGORITMA
SISWA PADA MATERI LARUTAN PENYANGGA**

Nama :

No. Absen :

Kelas :

Petunjuk Pengerjaan Soal

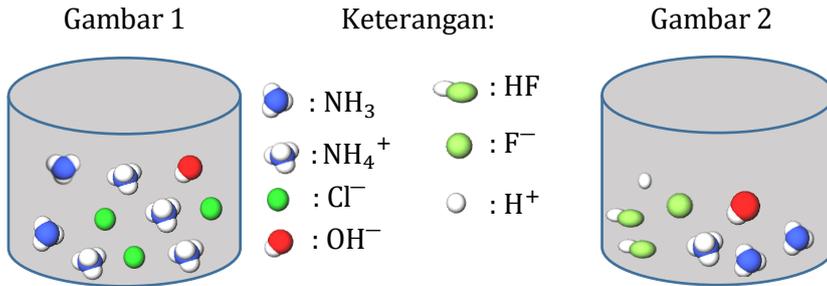
- a. Bacalah doa terlebih dahulu sebelum mengerjakan soal
- b. Tulislah identitas diri dengan lengkap dan benar
- c. Bacalah soal dengan baik dan teliti
- d. Tuliskan jawaban pada lembar kertas
- e. Periksa jawaban sebelum dikumpulkan
- f. Hasil pengerjaan soal tidak berdampak pada apapun dan hanya untuk penelitian

Pertanyaan

1. Amatilah data suatu percobaan yang telah dilakukan oleh sekelompok siswa untuk menentukan larutan penyangga. Tentukan diantara larutan berikut yang paling tepat disebut sebagai larutan penyangga dan berikan alasannya!

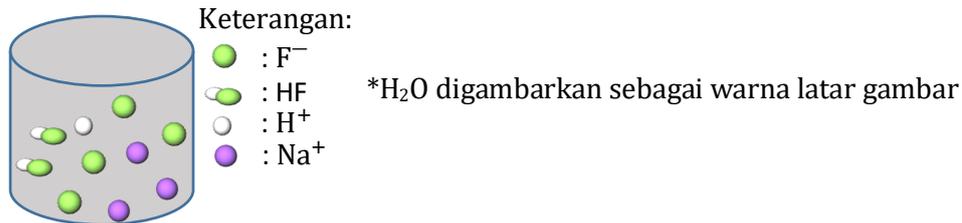
Larutan	pH awal	pH setelah +sedikit asam	pH setelah +sedikit basa	pH setelah + sedikit air
A	3,0	1,7	5,0	3,9
B	6,0	5,9	6,1	6,0
C	8,0	6,6	9,5	7,0
D	9,0	7,0	10	7,5

2. Amatilah secara teliti dua gambar di bawah ini. Dua Gambar berikut ini merupakan larutan penyangga dan bukan penyangga. Tentukanlah diantara gambar berikut yang menunjukkan larutan penyangga dan bukan penyangga serta jelaskan alasannya !



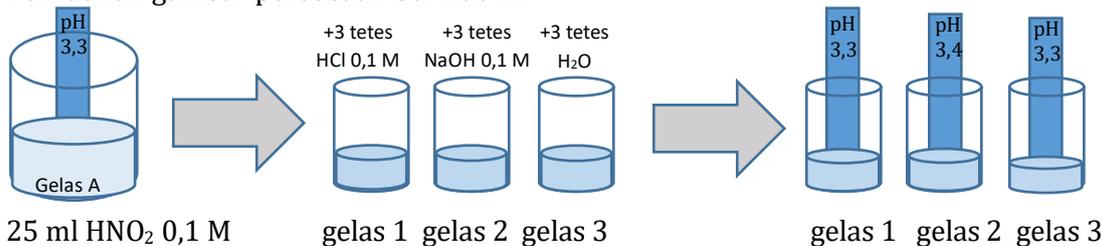
H_2O digambarkan sebagai warna latar gambar

3. Perhatikan gambar submikroskopik larutan di bawah ini !



Berdasarkan gambar di atas tentukanlah apakah gambar submikroskopik larutan di atas merupakan larutan penyangga atau bukan, jelaskan alasannya

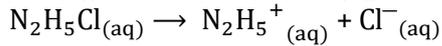
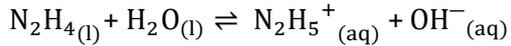
4. Perhatikan gambar percobaan berikut ini!



25 ml HNO_2 0,1 M
+ 25 ml KNO_2 0,1M

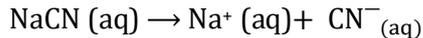
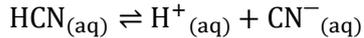
Buatlah kesimpulan dari gambar percobaan di atas!

5. Perhatikan persamaan reaksi suatu larutan penyangga berikut!



Berdasarkan persamaan reaksi di atas tentukan jenis larutan penyangga dan spesi-spesi komponen penyusun dari larutan penyangga tersebut !

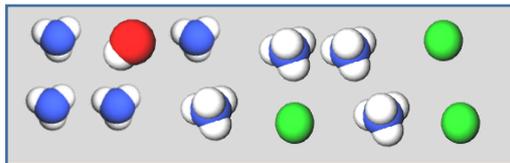
6. Amati persamaan reaksi suatu larutan berikut !



Berdasarkan persamaan reaksi di atas tentukan jenis larutan penyangga dan spesi-spesi komponen penyusun dari larutan penyangga tersebut!

7. Seorang praktikan membuat larutan penyangga dengan cara mencampurkan larutan amonia dan larutan amonium klorida. Amatilah gambar sub-mikroskopik larutan di bawah ini !

H₂O dianggap sebagai gambar latar



Keterangan :

○ : Hidrogen ● : Nitrogen

● : Klorin ● : Oksigen

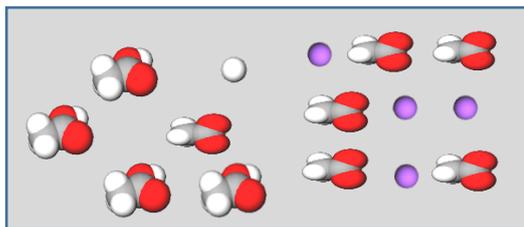
Gambar larutan penyangga

Berdasarkan 2 gambar di atas tentukanlah:

- a. Spesi-spesi kimia pada gambar di atas

- b. Jenis larutan penyangga dan komponen penyusunnya
8. Seorang praktikan membuat larutan penyangga dengan cara mencampurkan larutan asam asetat dan larutan natrium asetat. Amatilah 2 gambar sub-mikroskopik larutan di bawah ini !

H₂O dianggap sebagai gambar latar



Keterangan :

○ : Hidrogen

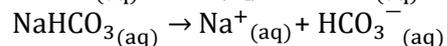
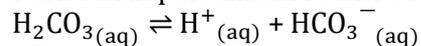
● : Oksigen

● : Natrium

Gambar larutan penyangga

Berdasarkan 2 gambar diatas tentukanlah:

- a. Spesi-spesi kimia pada gambar di atas
- b. Jenis larutan penyangga dan komponen penyusunnya
9. Perhatikan persamaan reaksi suatu larutan penyangga di bawah ini!

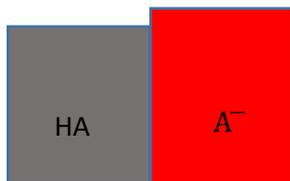
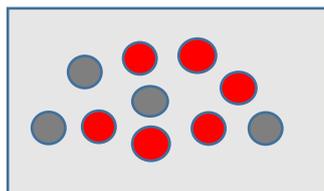


Berdasarkan persamaan reaksi di atas jelaskan bagaimana pergeseran kesetimbangan reaksi apabila pada suatu larutan penyangga tersebut ditambahkan :

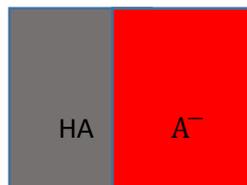
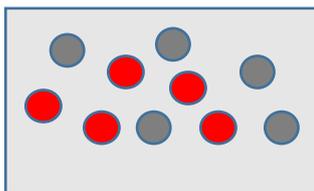
- a. Asam
- b. Basa

10. Perhatikan gambar berikut ini secara teliti !

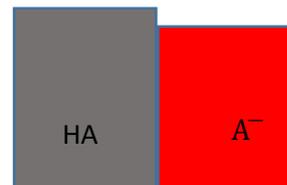
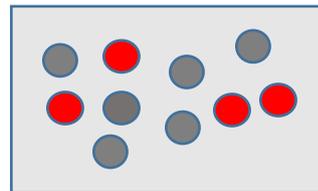
Larutan penyangga setelah ditambahkan OH^-



Larutan penyangga dengan konsentrasi HA dan A^- yang sama



Larutan penyangga setelah ditambahkan H^+



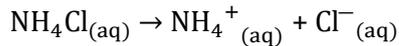
Keterangan:

HA : Asam lemah

A⁻ : Basa konjugasi dari garamnya

Berdasarkan gambar di atas jelaskan bagaimana kesetimbangan larutan penyangga tersebut ketika ditambahkan :

- a. Basa (OH⁻)
 - b. Asam (H⁺)
11. Air laut yang ditambahkan sedikit asam atau basa memiliki pH yang relatif tetap, mengapa demikian ?
 12. Dalam darah tubuh manusia mengandung larutan penyangga karbonat dan larutan penyangga fosfat, mengapa sistem penyangga tersebut penting di dalam darah bagi tubuh manusia?
 13. Larutan penyangga fosfat merupakan salah satu larutan penyangga yang terdapat dalam darah tubuh manusia yang memiliki komponen dihidrogenfosfat dan monohidrogenfosfat. Bagaimana persamaan reaksi yang tepat untuk kesetimbangan sistem penyangga fosfat?
 14. Dalam darah tubuh manusia mengandung larutan penyangga karbonat yang komponennya terdiri dari asam karbonat dan ion bikarbonat. Bagaimana persamaan reaksi yang tepat untuk kesetimbangan sistem penyangga karbonat ?
 15. Suatu larutan buffer dibuat dengan cara mencampurkan 0,3 mol larutan amonia dan 0,3 mol larutan amonium klorida dalam tiap 1 liter larutan ke dalam gelas kimia. Persamaan reaksi larutan penyangga dalam gelas kimia adalah sebagai berikut:
$$\text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$$



Tentukanlah basa lemah dan asam konjugasi penyusun larutan penyangga tersebut serta hitunglah pH larutan penyangga tersebut jika diketahui $K_b \text{NH}_3 = 10^{-5}$!

16. Suatu larutan penyangga yang terbentuk dari 100 ml larutan HCOOH 0,1M dan 200 ml larutan HCOOK 0,1M memiliki persamaan reaksi sebagai berikut:



Tentukanlah asam lemah dan basa konjugasi penyusun larutan penyangga tersebut dan hitunglah pH larutan penyangga tersebut jika diketahui $K_a \text{HCOOH} = 2 \times 10^{-4}$!

17. Seorang siswa membuat suatu larutan penyangga dengan cara mencampurkan 100 ml NH_4OH 0,5M dan 100 ml H_2SO_4 0,2M. Setelah larutan dicampurkan dan menjadi homogen, sifat larutan diuji menggunakan kertas lakmus dan ternyata pH larutan tersebut lebih besar dari 7.

a. Buktikanlah sesuai perhitunganmu bahwa pH larutan penyangga tersebut lebih besar dari 7 ($K_b \text{NH}_4\text{OH} = 10^{-5}$)

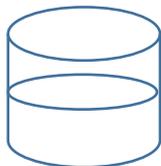
b. Tentukanlah jenis/sifat larutan penyangga tersebut

18. Sekelompok siswa melakukan suatu percobaan dengan mengambil 25 ml larutan NaOH 0,2M kemudian dicampurkan dengan 25 ml larutan HF 0,4M. Campuran kedua larutan tersebut membentuk larutan NaF , larutan tersebut diuji menggunakan kertas lakmus dan ternyata pH larutan tersebut lebih kecil dari 7.

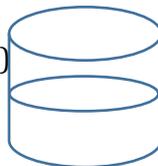
a. Buktikanlah sesuai perhitunganmu bahwa pH larutan penyangga tersebut kurang dari 7 ($K_a \text{HF} = 10^{-5}$)

b. Tentukanlah jenis/sifat larutan penyangga tersebut

19. Seorang asisten laboratorium membuat suatu larutan yang terdiri atas 500 ml asam asetat 0,24 M dan kalium asetat 0,2M. larutan tersebut ditambahkan dengan 1 ml HCl 5M. Setelah membuat larutan, asisten laboratorium mengukur pH larutan dengan pH meter dan didapatkan pH sebelum penambahan asam dan sesudah penambahan asam masing-masing adalah 3,67 dan 3,63. Buktikanlah dengan perhitungannya bahwa pH sebelum ditambahkan dengan asam adalah 3,67 dan pH setelah penambahan asam adalah 3,63 serta tuliskan bagaimana persamaan reaksi dari larutan penyangga setelah dan sebelum ditambahkan asam tersebut ! ($K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 1,8 \times 10^{-4}$; $\log 2,16 = 0,33$; $\log 2,37 = 0,37$)
20. Seorang asisten laboratorium membuat 2 larutan penyangga yang diberi label larutan A dan larutan B. Larutan A dibuat dari 0,2 L campuran larutan amonia dan amonium bromida yang masing-masing konsentrasinya adalah 0,05 M, sedangkan larutan B dibuat dari larutan A yang ditambahkan dengan 6 ml NaOH 0,2 M ($K_b = 1 \times 10^{-5}$). Setelah membuat kedua larutan tersebut asisten laboratorium mengukur kedua larutan dengan pH meter dan didapatkan pH sebagai berikut :



Larutan A
(Sebelum penambahan NaOH)
pH = 9



Larutan B
(Setelah penambahan NaOH)
pH = 9,1

Buktikanlah dengan perhitungannya bahwa pH sebelum penambahan NaOH = 9 dan pH setelah penambahan NaOH = 9,1 serta tuliskan bagaimana persamaan reaksi dari larutan penyangga tersebut ! ($\log 1,27 = 0,1$)

Lampiran 3: Lembar Kunci Jawaban

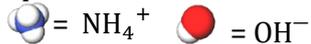
KUNCI JAWABAN

1. Larutan B termasuk larutan penyangga, hal tersebut karena pada larutan 2 memiliki pH yg relatif tetap setelah ditambah sedikit asam dan sedikit basa, dan tidak berubah ketika ditambahkan dengan sedikit air (diencerkan).
2. Gambar (1) merupakan gambar larutan penyangga, hal tersebut sesuai dengan pengertian larutan penyangga yaitu campuran antara asam lemah dengan basa konjugasinya atau basa lemah dengan asam konjugasinya. Pada gambar (1) NH_3 bertindak sebagai basa lemah dan NH_4^+ bertindak sebagai asam konjugasi, sehingga ketika keduanya dicampurkan membentuk larutan penyangga. Sedangkan pada gambar (2) bukan merupakan larutan penyangga karena komponen dalam larutan tersebut terdiri dari asam lemah yaitu HF dan basa lemah yaitu NH_3 .
3. Gambar tersebut merupakan gambar larutan penyangga, hal tersebut ditunjukkan melalui spesi-spesi komponen penyusun larutan tersebut terdapat asam lemah yaitu larutan asam fluorida (HF) dan basa konjugasinya yaitu F^- .
4. Gelas A merupakan larutan penyangga yang terdiri dari asam lemah HNO_2 dan garamnya (KNO_2), ketika gelas A tersebut dibagi menjadi 3 gelas dan masing-masing gelas ditambahkan dengan 3 tetes HCl 0,1 M, 3 tetes NaOH 0,1 M, dan 3 tetes H_2O pHnya cukup stabil, ketika ditambahkan asam dan air tidak terjadi perubahan (pH larutan tetap) yaitu 3,3 (sesuai dengan pH awal sebelum ditetesi) dan ketika ditambahkan basa hanya terjadi sedikit perubahan pH dari pH awal 3,3 menjadi 3,4. Hal tersebut memperkuat pembuktian bahwa gelas A adalah larutan penyangga.

5. Jenis larutan penyangga : larutan penyangga basa
Komponen penyusun : Basa lemah N_2H_4 dan asam konjugasinya N_2H_5^+

6. Jenis larutan penyangga : Larutan penyangga asam
Komponen penyusun : Asam lemah HCN dan basa konjugasinya CN^-

7. a. Spesi kimia :



b. Jenis larutan penyangga : Larutan penyangga basa

Komponen penyusun : Basa lemah NH_3 (amonia) dan asam konjugasi NH_4^+ (Ion amonium)

8. a. Spesi kimia :



b. Jenis larutan penyangga : Larutan penyangga asam

Komponen penyusun : Asam lemah CH_3COOH (Asam asetat) dan basa konjugasi CH_3COO^- (ion Asetat)

9. Penambahan asam maka akan meningkatkan konsentrasi ion H^+ sehingga tingkat keasaman larutan semakin bertambah. Ion H^+ akan bereaksi dengan basa konjugasi HCO_3^- membentuk

larutan H_2CO_3 sehingga reaksi kesetimbangan akan bergeser ke arah kanan. Sedangkan ketika ditambahkan basa akan menurunkan tingkat konsentrasi ion H^+ sehingga tingkat keasaman larutan menjadi berkurang. Ion OH^- bereaksi dengan larutan asam lemah H_2CO_3 membentuk HCO_3^- dan H_2O sehingga ketika ditambahkan basa maka reaksi kesetimbangan akan bergeser ke arah kiri.

10. Penambahan basa akan menurunkan tingkat konsentrasi ion H^+ dari gambar tersebut ditunjukkan dengan molekul A^- yang lebih banyak daripada HA , hal tersebut disebabkan karena ion OH^- bereaksi dengan larutan asam lemah HA membentuk basa konjugasi A^- dan H_2O sehingga tingkat keasaman larutan menjadi berkurang. Sedangkan ketika ditambahkan dengan asam akan meningkatkan konsentrasi ion H^+ , dari gambar tersebut ditunjukkan dengan molekul HA (asam lemah) yang lebih banyak daripada A^- (basa konjugasi). Hal tersebut disebabkan karena ion H^+ bereaksi dengan basa konjugasi A^- membentuk larutan HA sehingga tingkat keasaman larutan semakin bertambah.
11. Karena air laut mempunyai sifat penyangga untuk mencegah perubahan pH, sifat penyangga tersebut berasal dari garam-garam dan udara yang terlarut dalam air laut, salah satunya yaitu berasal dari reaksi garam natrium hidrogen karbonat (NaHCO_3) dengan asam lemah H_2CO_3 yang berasal dari CO_2 yang terlarut dalam air yang ketika keduanya (garam NaHCO_3 dan H_2CO_3) bereaksi dalam air laut membentuk larutan penyangga. Sehingga ketika ditambahkan asam atau basa air laut memiliki pH yang relatif tetap yang menyebabkan makhluk hidup di laut dapat bertahan hidup dengan baik.
12. Sistem penyangga karbonat dan fosfat berfungsi untuk mempertahankan pH darah agar tetap dalam keadaan konstan (tidak berubah) pada saat proses metabolisme berlangsung. pH darah

tidak boleh berubah karena akan mengakibatkan gangguan kestabilan pH darah seperti asidosis dan alkalosis.

13. $\text{HPO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{PO}_4^-(\text{aq})$ (bereaksi dengan asam)
 $\text{H}_2\text{PO}_4^-(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{HPO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ (bereaksi dengan basa)
14. $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ (bereaksi dengan basa)
 $\text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ (bereaksi dengan asam)

15. Basa lemah = NH_3

Asam konjugasi = NH_4^+

$$[\text{OH}^-] = K_b \times \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol asam konjugasi}}$$

$$= 10^{-5} \times \frac{0,3}{0,3}$$

$$= 10^{-5} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

$$= -\log 10$$

$$= 5$$

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

$$= 14 - 5$$

$$= 9$$



$$* n \text{ NH}_4^+ = n \text{ NH}_4\text{Cl}$$

$$= 0,3 \text{ mol}$$

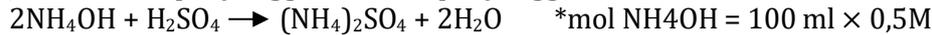
16. Asam lemah : HCOOH

Basa konjugasi : HCOO^-

$$\begin{aligned}
 [\text{H}^+] &= K_a \times \frac{\text{Mol HCOOH}}{\text{Mol HCOO}^-} \\
 &= 2 \times 10^{-4} \times \frac{10 \text{ mmol}}{20 \text{ mmol}} \\
 &= 10^{-4} \text{ M} \\
 \text{pH} &= -\log [\text{H}^+] \\
 &= -\log 10^{-4} \\
 &= 4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 * \text{mol HCOOH} &= 0,1 \text{ M} \times 100 \text{ ml} \\
 &= 10 \text{ mmol} \\
 * \text{mol HCOO}^- &= \text{mol HCOOK} \\
 &= 0,1 \text{ M} \times 200 \text{ ml} \\
 &= 20 \text{ mmol}
 \end{aligned}$$

17. Jenis larutan penyangga : Larutan penyangga basa



m	50	20				= 50 mmol
---	----	----	--	--	--	-----------

r	-40	-20	+20			*mol H ₂ SO ₄ = 100 ml × 0,2M
---	-----	-----	-----	--	--	---

s	10	—	20			= 20mmol
---	----	---	----	--	--	----------

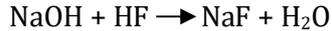


$$\begin{aligned}
 \text{pOH} &= -\log [\text{OH}^-] \\
 &= -\log 2,5 \times 10^{-6} \\
 &= 6 - \log 2,5 \\
 \text{pH} &= 14 - (6 - \log 2,5)
 \end{aligned}$$

$$\text{pH} = 8 + \log 2,5$$

pH larutan penyangga tersebut terbukti lebih besar dari 7.

18. Jenis larutan penyangga : Larutan penyangga asam



$$\begin{array}{r} \text{m} \\ \text{r} \\ \text{s} \end{array} \begin{array}{ccc} 5 & 10 & \\ -5 & -5 & +5 \\ - & 5\text{mmol} & 5\text{mmol} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} n \text{ NaOH} = 25 \text{ ml} \times 0,2\text{M} \\ = 5\text{mmol} \\ n \text{ HF} = 25 \text{ ml} \times 0,4\text{M} \\ = 10 \text{ mmol} \end{array}$$

$$\begin{aligned} [\text{H}^+] &= K_a \times \frac{\text{Mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}} \\ &= 10^{-5} \times \frac{5 \text{ mmol}}{5 \text{ mmol}} \\ &= 1 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log [\text{H}^+] \\ &= -\log 10^{-5} \\ &= 5 \end{aligned}$$

pH larutan penyangga tersebut terbukti lebih kecil daripada 7

19. pH sebelum penambahan 1 ml HCl 5M

$$\begin{aligned} [\text{H}^+] &= K_a \times \frac{\text{Mol Asam lemah}}{\text{Mol basa konjugasi}} \\ &= 1,8 \times 10^{-4} \times \frac{120 \text{ mmol}}{100 \text{ mmol}} \\ &= 2,16 \times 10^{-4} \text{ M} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log [\text{H}^+] \\ &= -\log 2,16 \times 10^{-4} \text{ M} \end{aligned}$$

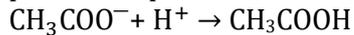
$$\begin{aligned} n \text{ CH}_3\text{COOH} &= 0,24 \text{ M} \times 500 \text{ ml} \\ &= 120 \text{ mmol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n \text{ CH}_3\text{COO}^- &= n \text{ CH}_3\text{COOK} \\ &= 0,2 \text{ M} \times 500 \text{ ml} \\ &= 100 \text{ mmol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 4 - \log 2,16 \\
 &= 4 - 0,33 \\
 &= 3,67
 \end{aligned}$$

- ❖ Terbukti bahwa pH sebelum penambahan asam adalah 3,67

pH setelah penambahan 1 ml HCl 5 M



$$m \quad 100 \quad \quad 5 \quad \quad 120$$

$$r \quad -5 \quad \quad -5 \quad \quad +5$$

$$s \quad 95 \quad \quad - \quad \quad 125$$

$$[\text{H}^+] = K_a \times \frac{\text{Mol Asam lemah}}{\text{Mol basa konjugasi}}$$

$$= 1,8 \times 10^{-4} \times \frac{125}{95}$$

$$= 2,37 \times 10^{-4}$$

$$\text{pH} = -\log 2,37 \times 10^{-4} \text{ M}$$

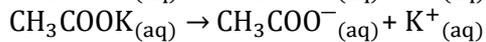
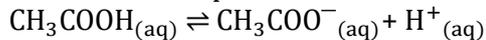
$$= 4 - \log 2,37$$

$$= 4 - 0,37$$

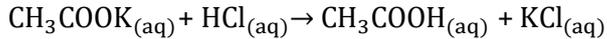
$$= 3,63$$

- ❖ Terbukti bahwa pH setelah penambahan asam adalah 3,63

Reaksi sebelum penambahan asam:



Reaksi setelah penambahan asam:



20. pH larutan A = pH larutan sebelum penambahan 6ml NaOH 0,2M

$$[\text{OH}^-] = K_b \times \frac{\text{Mol basa lemah}}{\text{Mol asam konjugasi}}$$

$$= 10^{-5} \times \frac{10\text{mmol}}{10\text{mmol}}$$

$$= 10^{-5} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = -\log 10^{-5}$$

$$= 5$$

$$\text{pH} = 14 - 5$$

$$= 9$$

$$n \text{NH}_3 = 0,05\text{M} \times 200 \text{ ml}$$

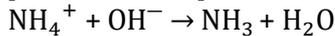
$$= 10\text{mmol}$$

$$n \text{NH}_4^+ = 0,05\text{M} \times 200 \text{ L}$$

$$= 10\text{mmol}$$

❖ Terbukti bahwa pH larutan sebelum penambahan basa adalah 9

pH larutan B = pH larutan setelah penambahan 6 ml NaOH 0,2M



$$\text{m} \quad 10 \quad 1,2 \quad 10$$

$$\text{r} \quad -1,2 \quad -1,2 \quad +1,2$$

$$\text{s} \quad 8,8 \quad - \quad 11,2$$

$$[\text{OH}^-] = K_b \times \frac{\text{Mol basa lemah}}{\text{Mol asam konjugasi}}$$

$$= 10^{-5} \times \frac{11,2}{8,8}$$

$$= 1,27 \times 10^{-5}$$

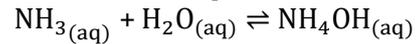
$$\text{pOH} = -\log 1,27 \times 10^{-5}$$

$$= 5 - \log 1,27$$

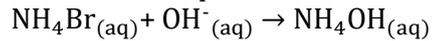
$$\begin{aligned} &= 5 - 0,1 \\ &= 4,9 \\ \text{pH} &= 14 - 4,9 \\ &= 9,1 \end{aligned}$$

❖ Terbukti bahwa pH larutan setelah penambahan basa adalah 9,1

Reaksi sebelum penambahan basa



Reaksi setelah penambahan basa



Lampiran 4: Rubrik Penilaian Uji Coba Soal

RUBRIK PENILAIAN UJI COBA SOAL

No. Soal	Skor	Kriteria Penskoran
1.	10	Menentukan larutan penyangga dengan tepat (skor 5) Memberikan alasan dengan benar berdasarkan kunci jawaban (skor 5)
2.	10	Menentukan gambar 1 dengan tepat (skor 2,5) Menjelaskan alasan mengenai gambar 1 dengan tepat (skor 2,5) Menentukan gambar 2 dengan tepat (skor 2,5) Menjelaskan alasan mengenai gambar 2 dengan tepat (skor 2,5)
3.	10	Menganalisis gambar submikroskopik dengan tepat (skor 5) Menjelaskan alasan mengenai gambar submikroskopik dengan tepat (skor 5)
4.	10	Memberikan penjelasan bahwa gelas A adalah larutan penyangga (skor 3) Menjelaskan gelas 1, gelas 2, dan gelas 3 (skor 2) Memberikan penjelasan bagaimana perubahan pH ketika ditambahkan asam, basa, dan air (skor 3) Menyebutkan nilai perubahan pH nya (skor 2)
5.	10	Mengidentifikasi jenis larutan penyangga dengan tepat (skor 5) Mengidentifikasi spesi-spesi penyusun komponen larutan penyangga berdasarkan persamaan reaksi dengan tepat (skor 5)

6.	10	Mengidentifikasi jenis larutan penyangga dengan tepat (skor 5) Mengidentifikasi spesi-spesi penyusun komponen larutan penyangga berdasarkan persamaan reaksi dengan tepat (skor 5)
7.	10	Mengidentifikasi spesi-spesi dalam larutan berdasarkan gambar sub mikroskopik dengan tepat (skor 5) Mengidentifikasi jenis larutan penyangga dengan tepat (skor 2) Mengidentifikasi komponen penyusun larutan penyangga dengan tepat (skor 3)
8.	10	Mengidentifikasi spesi-spesi dalam larutan berdasarkan gambar sub mikroskopik dengan tepat (skor 5) Mengidentifikasi jenis larutan penyangga dengan tepat (skor 2) Mengidentifikasi komponen penyusun larutan penyangga dengan tepat (skor 3)
9.	10	Menjelaskan reaksi ikatan ion H^+ dengan basa konjugasi HCO_3^- (skor 2) Menjelaskan arah pergeseran reaksi kesetimbangan ketika ditambah asam (skor 2) Menjelaskan akibat dari penambahan ion H^+ (skor 1) Menjelaskan reaksi ikatan OH^- dengan asam lemah H_2CO_3 (skor 2) Menjelaskan arah pergeseran reaksi kesetimbangan ketika ditambah basa (skor 2) Menjelaskan akibat dari penambahan ion OH^- (skor 1)
10.	10	Menjelaskan reaksi ikatan ion OH^- dengan asam lemah HA membentuk A^- (skor 2) Menjelaskan molekul larutan ketika ditambahkan ion OH^- sesuai gambar (skor 2)

		<p>Menjelaskan akibat dari penambahan ion OH^- (skor 1)</p> <p>Menjelaskan reaksi ikatan ion H^+ dengan basa konjugasi A^- membentuk HA (skor 2)</p> <p>Menjelaskan molekul larutan ketika ditambahkan ion H^+ sesuai gambar</p> <p>Menjelaskan akibat dari penambahan ion H^+ (skor 1)</p>
11.	10	<p>Menjelaskan bahwa air laut memiliki sifat penyangga untuk mempertahankan pH air laut (skor 4)</p> <p>Menjelaskan komponen penyangga air laut (skor 4)</p> <p>Menjelaskan manfaat dari sifat penyangga dalam air laut (skor 2)</p>
12.	10	<p>Menjelaskan fungsi sistem penyangga karbonat dan fosfat dengan tepat (skor 7)</p> <p>Menjelaskan alasan pH darah tidak boleh berubah (skor 3)</p>
13.	10	<p>Menuliskan persamaan reaksi sistem penyangga fosfat ketika bereaksi dengan asam beserta spesi-spesinya secara lengkap (skor 5)</p> <p>Menuliskan persamaan reaksi sistem penyangga fosfat ketika bereaksi dengan basa beserta spesi-spesinya secara lengkap (skor 5)</p>
14.	10	<p>Menuliskan persamaan reaksi sistem penyangga fosfat ketika bereaksi dengan asam beserta spesi-spesinya secara lengkap (skor 5)</p> <p>Menuliskan persamaan reaksi sistem penyangga fosfat ketika bereaksi dengan basa beserta spesi-spesinya secara lengkap (skor 5)</p>
15.	10	<p>Menentukan asam lemah dan basa konjugasi dengan tepat (skor 2)</p>

		<p>Menghitung konsentrasi OH^- dengan tepat (skor 4)</p> <p>Menghitung pOH dengan tepat (skor 2)</p> <p>Menghitung pH larutan penyangga dengan tepat (skor 2)</p>
16.	10	<p>Menentukan asam lemah dan basa konjugasi dengan tepat (skor 2)</p> <p>Menghitung mol HCOOH (skor 1)</p> <p>Menghitung mol HCOO^- (skor 1)</p> <p>Menghitung konsentrasi H^+ dengan tepat (skor 3)</p> <p>Menghitung pH larutan penyangga dengan tepat (skor 3)</p>
17.	10	<p>Menghitung mol H_2SO_4, NH_4OH, dan asam konjugasi (NH_4^+) dengan tepat (skor 2)</p> <p>Menuliskan perhitungan mol (m,r,s) dengan tepat (skor 1)</p> <p>Menghitung konsentrasi OH^- dengan tepat (skor 2)</p> <p>Menghitung nilai pOH dengan tepat (skor 1)</p> <p>Membuktikan pH larutan penyangga dengan tepat (skor 2)</p> <p>Menentukan jenis larutan penyangga dengan tepat (skor 2)</p>
18.	10	<p>Menghitung mol HF, NaOH, dan NaF dengan tepat (skor 2)</p> <p>Menghitung konsentrasi H^+ dengan tepat (skor 3)</p> <p>Menghitung pH larutan penyangga dengan tepat (skor 3)</p> <p>Menentukan jenis larutan penyangga dengan tepat (skor 2)</p>
19.	10	<p>Menghitung mol CH_3COOH dan CH_3COO^- (skor 1)</p> <p>Menghitung konsentrasi H^+ sebelum penambahan asam (skor 2)</p>

		<p>Membuktikan nilai pH sebelum penambahan asam dengan tepat (skor 2)</p> <p>Menuliskan perhitungan mol setelah penambahan asam (m,r,s) (skor 1)</p> <p>Menghitung konsentrasi H^+ setelah penambahan asam (skor 2)</p> <p>Membuktikan nilai pH setelah penambahan asam dengan tepat (skor 2)</p>
20.	10	<p>Menghitung mol NH_3 dan NH_4^+ dengan tepat (skor 1)</p> <p>Menghitung konsentrasi OH^- sebelum penambahan basa (skor 1)</p> <p>Menentukan nilai pOH sebelum penambahan basa dengan tepat (skor 1)</p> <p>Membuktikan nilai pH sebelum penambahan basa dengan tepat (skor 1)</p> <p>Menuliskan perhitungan mol setelah penambahan basa (m,r,s) (skor 1)</p> <p>Menghitung konsentrasi OH^- setelah penambahan basa (skor 1)</p> <p>Menghitung nilai pOH setelah penambahan basa dengan tepat (skor 1)</p> <p>Membuktikan nilai pH setelah penambahan basa dengan tepat (skor 1)</p> <p>Menuliskan persamaan reaksi kesetimbangan larutan penyangga dengan tepat (skor 2)</p>

Lampiran 5: Lembar Validasi Instrumen Validator

1. Lembar validasi instrumen soal validator 1

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN SOAL MULTI LEVEL REPRESENTASI DAN ALGORITMA LARUTAN PENYANGGA

Judul skripsi : Analisis Kemampuan Multi Level Representasi dan Algoritma Siswa Kelas XII IPA SMAN 2 Semarang Pada Materi Larutan Penyangga

Peneliti : Devi Mahmudah

Pembimbing : Mulyatun, S.Pd., M.Si

Validator : 1. Mar'attus Solihah, M.Pd
2. Deni Ebit Nugroho, S.Si

Petunjuk validasi instrumen :

- Memberikan tanda (√) pada kolom 1,2,3, dan 4 dengan kriteria skala penilaian yang ditentukan sebagai berikut :
1 = Tidak baik 3 = Cukup baik

2 = Kurang baik

4 = Baik

- Memberikan komentar/saran pada tempat yang telah disediakan

NO.	Aspek yang dinilai	Skor			
		1	2	3	4
1.	Kesesuaian soal dengan jenis kemampuan yang diukur				√
2.	Kesesuaian soal dengan indikator soal				√
3.	Kesesuaian soal dengan indikator ranah kognitif				√
4.	Kejelasan maksud dari soal				√
5.	Ketepatan penggunaan pedoman penskoran dalam menilai kemampuan yang diukur			√	
6.	Batasan pertanyaan dan jawaban yang diharapkan sudah sesuai			√	
7.	Kelengkapan instrumen penilaian (Kisi-kisi, butir soal, kunci jawaban, dan instrumen penilaian)				√

Komentar/Saran :

Pedoman penskoran bisa diperbaiki karena pada soal uraian kemungkinan jawaban yang diberikan siswa tidak terbatas.

Kesimpulan :

Setelah melakukan penilaian dan validasi terhadap instrumen, Ibu/Bapak dimohon untuk melingkari angka dibawah ini.

1. Kurang baik, belum dapat digunakan karena masih banyak revisi
2. Cukup baik, dapat digunakan dengan sedikit revisi
3. Baik, dapat digunakan tanpa revisi

Semarang, 19 Oktober 2021

Validator

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Mar'attus Solihah', with a horizontal line underneath.

Mar'attus Solihah, M.Pd

2. Lembar validasi instrumen soal validator 2

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN SOAL MULTI LEVEL REPRESENTASI DAN ALGORITMA LARUTAN PENYANGGA

Judul skripsi : Analisis Kemampuan Multi Level Representasi dan Algoritma Siswa Kelas XII IPA SMAN 2 Semarang Pada Materi Larutan Penyangga

Peneliti : Devi Mahmudah

Pembimbing : Mulyatun, S.Pd., M.Si

Validator : 1. Mar'attus Solihah, M.Pd
2. Deni Ebit Nugroho, S.Si

Petunjuk validasi instrumen :

- Memberikan tanda ($\sqrt{\quad}$) pada kolom 1,2,3, dan 4 dengan kriteria skala penilaian yang ditentukan sebagai berikut :
1 = Tidak baik 3 = Cukup baik
2 = Kurang baik 4 = Baik
- Memberikan komentar/saran pada tempat yang telah disediakan

NO.	Aspek yang dinilai	Skor			
		1	2	3	4
1.	Kesesuaian soal dengan jenis kemampuan yang diukur				v
2.	Kesesuaian soal dengan indikator soal				v
3.	Kesesuaian soal dengan indikator ranah kognitif				v
4.	Kejelasan maksud dari soal			v	
5.	Ketepatan penggunaan pedoman penskoran dalam menilai kemampuan yang diukur				v
6.	Batasan pertanyaan dan jawaban yang diharapkan sudah sesuai			v	
7.	Kelengkapan instrumen penilaian (Kisi-kisi, butir soal, kunci jawaban, dan instrumen penilaian)				v

Komentar/Saran :

Soal sudah bagus dengan beberapa perbaikan, Penggunaan equation untuk penulisan rumus senyawa / reaksi kimia agar rapi.

Kesimpulan :

Setelah melakukan penilaian dan validasi terhadap instrumen, Ibu/Bapak dimohon untuk melingkari angka dibawah ini.

1. Kurang baik, belum dapat digunakan karena masih banyak revisi

2. Cukup baik, dapat digunakan dengan sedikit revisi

3. Baik, dapat digunakan tanpa revisi

Semarang, 18 Oktober 2021

Validator

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Deni Ebit Nugroho', with a stylized flourish at the end.

Deni Ebit Nugroho, S.Si., M.Pd.

Lampiran 6 : Lembar Uji Soal Tes Kemampuan MLR dan Algoritma

**LEMBAR UJI SOAL TES KEMAMPUAN MULTI LEVEL REPRESENTASI DAN ALGORITMA SISWA
PADA MATERI LARUTAN PENYANGGA**

Nama :

No. Absen :

Kelas : XII IPA 4

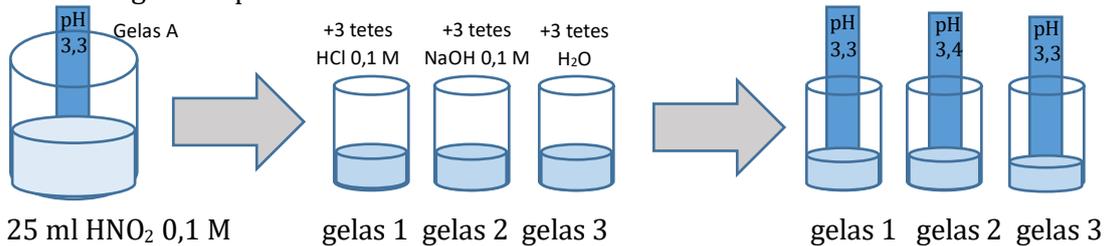
Waktu : 90 Menit

Petunjuk Pengerjaan Soal

- a. Bacalah doa terlebih dahulu sebelum mengerjakan soal
- b. Tulislah identitas diri dengan benar
- c. Bacalah soal dengan baik dan teliti
- d. Kerjakan soal dengan “**jujur**”
- e. Tuliskan jawaban pada lembar kertas
- f. Periksa jawaban sebelum dikumpulkan

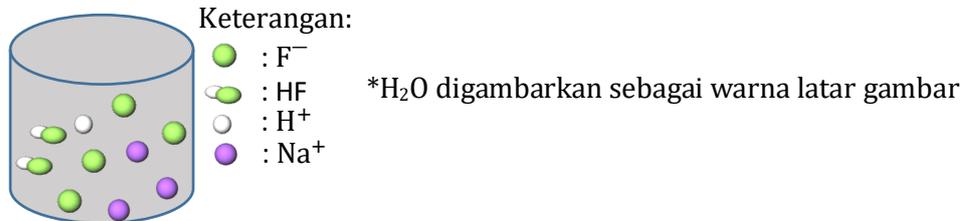
Pertanyaan

1. Perhatikan gambar percobaan berikut ini!



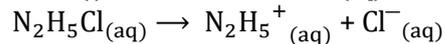
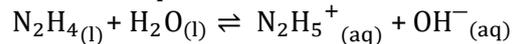
Buatlah kesimpulan dari gambar percobaan di atas!

2. Perhatikan gambar submikroskopik larutan di bawah ini !



Berdasarkan gambar di atas tentukanlah apakah gambar submikroskopik larutan di atas merupakan larutan penyangga atau bukan, jelaskan alasannya !

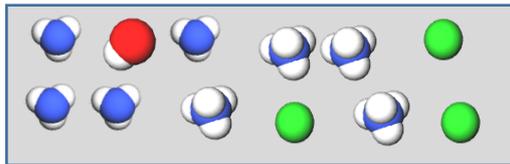
3. Perhatikan persamaan reaksi suatu larutan penyangga berikut!



Berdasarkan persamaan reaksi di atas tentukanlah spesi-spesi komponen penyusun larutan penyangga !

4. Seorang praktikan membuat larutan penyangga dengan cara mencampurkan larutan amonia dan larutan amonium klorida. Amatilah gambar sub-mikroskopik larutan di bawah ini !

H₂O dianggap sebagai gambar latar



Gambar larutan penyangga

Keterangan :

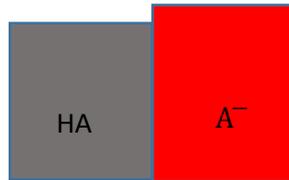
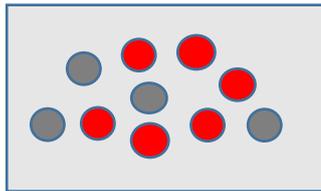
○ : Hidrogen ● : Nitrogen

● : Klorin ● : Oksigen

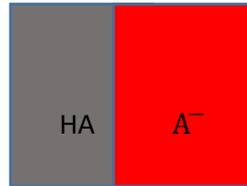
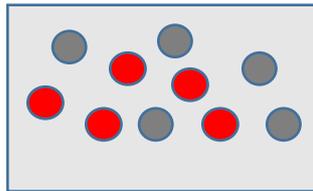
Berdasarkan gambar di atas tentukanlah spesi-spesi komponen penyusun larutan penyangga beserta gambar molekulnya !

5. Perhatikan gambar berikut ini secara teliti !

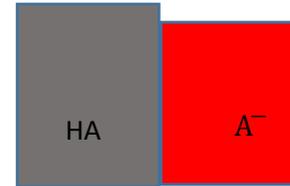
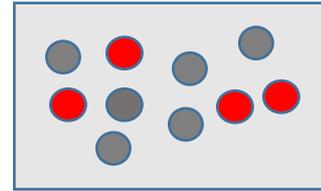
Larutan penyangga
setelah ditambahkan OH^-



Larutan penyangga
dengan konsentrasi HA
dan A^- yang sama



Larutan penyangga
setelah ditambahkan H^+



Keterangan:

HA : Asam lemah

A^- : Basa konjugasi dari garamnya

Berdasarkan gambar di atas jelaskan bagaimana kesetimbangan larutan penyangga tersebut ketika ditambahkan :

- c. Basa (OH^-)
 - d. Asam (H^+)
6. Dalam darah tubuh manusia mengandung larutan penyangga karbonat yang komponennya terdiri dari asam karbonat dan ion bikarbonat. Bagaimana persamaan reaksi yang tepat untuk kesetimbangan sistem penyangga karbonat ketika bereaksi dengan asam dan basa?
 7. Air laut yang ditambahkan sedikit asam atau basa memiliki pH yang relatif tetap, mengapa demikian ?
 8. Suatu larutan penyangga yang terbentuk dari 100 ml larutan HCOOH 0,1M dan 200 ml larutan HCOOK 0,1M memiliki persamaan reaksi sebagai berikut:
$$\text{HCOOH}_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{HCOO}^-_{(\text{aq})} + \text{H}^+_{(\text{aq})}$$
$$\text{HCOOK}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{HCOO}^-_{(\text{aq})} + \text{K}^+_{(\text{aq})}$$
Hitunglah pH larutan penyangga tersebut jika diketahui $K_a \text{HCOOH} = 2 \times 10^{-4}$!
 9. Sekelompok siswa melakukan suatu percobaan dengan mengambil 25 ml larutan NaOH 0,2M kemudian dicampurkan dengan 25 ml larutan HF 0,4M. campuran kedua larutan tersebut

membentuk larutan NaF, larutan tersebut diuji menggunakan kertas lakmus dan ternyata pH larutan tersebut lebih kecil dari 7

- a. Buktikanlah sesuai perhitunganmu bahwa pH larutan penyangga tersebut kurang dari 7 ($K_a \text{ HF} = 10^{-5}$)
 - b. Tentukanlah jenis/sifat larutan penyangga tersebut
10. Seorang asisten laboratorium membuat suatu larutan yang terdiri atas 500 ml asam asetat 0,24 M dan kalium asetat 0,2M. larutan tersebut ditambahkan dengan 1 ml HCl 5M. Setelah membuat larutan, asisten laboratorium mengukur pH larutan dengan pH meter dan didapatkan pH sebelum penambahan asam dan sesudah penambahan asam masing-masing adalah 3,67 dan 3,63. Buktikanlah dengan perhitunganmu bahwa pH sebelum ditambahkan dengan asam adalah 3,67 dan pH setelah penambahan asam adalah 3,63 ! ($K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 1,8 \times 10^{-4}$; $\log 2,16 = 0,33$; $\log 2,37 = 0,37$)

Lampiran 7 : Hasil Skor Jawaban Uji Soal Siswa

RESPONDEN	NOMOR SOAL																				Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
R-1	9	0	0	3	8	8	4	0	4	2	6	7	5	6	9	8	3	8	9	8	107
R-2	8	1	0	8	4	5	0	0	0	2	0	7	7	4	0	2	3	9	0	0	60
R-3	6	5	7	8	5	3	10	5	1	3	4	6	6	6	9	5	9	9	3	4	114
R-4	8	1	8	8	7	8	5	5	0	4	5	7	7	7	10	7	3	10	3	4	117
R-5	8	3	5	2	5	5	2	2	0	0	0	6	0	0	7	6	2	2	0	4	59
R-6	9	5	7	4	3	0	10	5	0	0	5	0	6	6	8	5	8	7	0	0	88
R-7	5	6	7	8	5	5	10	5	1	4	6	6	6	6	9	6	9	9	3	4	120
R-8	9	5	5	2	7	7	5	4	0	0	0	1	6	7	9	8	0	7	4	0	86
R-9	8	0	0	8	9	8	6	5	4	2	6	7	4	6	9	8	3	8	9	8	118
R-10	7	7	5	8	10	10	10	3	0	2	1	4	0	0	4	4	0	9	0	0	84
R-11	6	6	7	6	5	3	10	5	1	3	4	6	6	5	9	4	9	9	3	4	111
R-12	8	4	0	7	9	9	7	3	0	0	0	7	5	3	8	8	3	3	4	5	93
R-13	8	1	0	2	7	6	2	2	0	4	4	6	6	7	10	8	3	3	8	7	94
R-14	4	5	7	6	5	5	10	5	1	0	2	6	6	6	9	6	7	7	3	4	104
R-15	9	7	7	4	3	5	10	5	1	0	0	4	6	6	9	6	0	0	0	0	82
R-16	5	5	7	5	3	0	10	5	0	0	5	0	6	6	7	0	0	0	0	0	64
R-17	9	3	0	8	5	3	10	5	0	0	5	5	5	6	8	6	0	6	3	4	91
R-18	4	5	7	8	5	5	10	5	0	0	0	0	6	5	0	0	0	0	0	0	60
R-19	4	5	6	0	5	3	10	5	0	0	0	0	6	6	9	4	6	0	0	0	69
R-20	5	6	7	8	5	5	10	5	1	4	6	5	6	6	9	0	0	0	0	0	88
R-21	4	6	5	6	5	5	10	5	1	0	4	5	6	6	9	6	9	9	3	4	108
R-22	5	5	7	8	5	8	5	0	4	2	5	6	4	6	9	7	0	6	0	8	100
R-23	5	6	7	8	5	5	10	5	1	0	6	6	6	6	9	6	9	8	3	4	115

Lampiran 8 : Hasil Analisis Instrumen Soal MLR dan Algoritma

HASIL UJI INSTRUMEN SOAL MULTI LEVEL REPRESENTASI (MAKROSKOPIK)										
Soal	Uji validitas			Uji Reliabilitas	Uji Tingkat Kesukaran		Uji Daya Beda		Keterangan	
	r Hitung	r Tabel	Kriteria		TK	Kriteria	DP	Kriteria		
1	0,701	0,4132	Valid	Reliabel (0,637)	0,661	Sedang	0,239	Sedang	Dipakai	
4	0,66	0,4132	Valid		0,661	Sedang	0,186	Kurang	Dipakai	
17A	0,785	0,4132	Valid		0,674	Sedang	0,508	Baik	Dipakai	
18A	0,822	0,4132	Valid		0,652	Sedang	0,553	Baik	Dipakai	
HASIL UJI SOAL MULTI LEVEL REPRESENTASI (SUB MIKROSKOPIK)										
Soal	Uji validitas			Uji Reliabilitas	Uji Tingkat Kesukaran		Uji Daya Beda		Keterangan	
	r Hitung	r Tabel	Kriteria		TK	Kriteria	DP	Kriteria		
2	0,578	0,4132	Valid	Reliabel (0,728)	0,42174	Sedang	0,21591	Sedang	Dipakai	
3	0,674	0,4132	Valid		0,48261	Sedang	0,43712	Sedang	Dipakai	
7	0,742	0,4132	Valid		0,76522	Mudah	0,31667	Sedang	Dipakai	
8	0,634	0,4132	Valid		0,38696	Sedang	0,14924	Kurang	Dipakai	
9	0,207	0,4132	Invalid		0,08696	Sulit	0,02727	Kurang	Dibuang	
10	0,506	0,4132	Valid		0,2	Sulit	0,17424	Kurang	Dipakai	
11	0,528	0,4132	Valid		0,32174	Sedang	0,23333	Sedang	Dipakai	
12	0,087	0,4132	Invalid		0,44783	Sedang	0,05682	Kurang	Dibuang	
HASIL UJI SOAL INSTRUMEN MULTI LEVEL REPRESENTASI (SIMBOLIK)										
Soal	Uji validitas				Uji Reliabilitas	Uji Tingkat Kesukaran		Uji Daya Beda		Keterangan
	r Hitung	r Tabel	Kriteria			TK	Kriteria	DP	Kriteria	
5	0,681	0,4132	Valid	Reliabel (0,634)	0,56522	Sedang	0,15985	Kurang	Dipakai	
6	0,723	0,4132	Valid		0,52609	Sedang	0,27652	Sedang	Dipakai	
13	0,503	0,4132	Valid		0,5	Sedang	0,17348	Kurang	Dipakai	
14	0,594	0,4132	Valid		0,51739	Sedang	0,225	Sedang	Dipakai	
15A	0,433	0,4132	Valid		0,78261	Mudah	0,36742	Sedang	Dipakai	
16A	0,515	0,4132	Valid		0,73913	Mudah	0,45833	Sedang	Dipakai	
19A	0,622	0,4132	Valid		0,1087	Susah	0,20833	Sedang	Dipakai	
20A	0,456	0,4132	Valid		0,26087	Susah	0,23864	Sedang	Dipakai	
HASIL UJI SOAL INSTRUMEN ALGORITMA										
Soal	Uji validitas			Uji Reliabilitas	Uji Tingkat Kesukaran		Uji Daya Beda		Keterangan	
	r Hitung	r Tabel	Kriteria		TK	Kriteria	DP	Kriteria		
15B	0,647	0,4132	Valid	Reliabel (0,761)	0,83	Mudah	0,09	Kurang	Dipakai	
16B	0,673	0,4132	Valid		0,35	Sedang	0,35	Sedang	Dipakai	
17B	0,477	0,4132	valid		0,3	Sedang	0,22	Sedang	Dipakai	
18B	0,666	0,4132	Valid		0,48	Sedang	0,32	Sedang	Dipakai	
19B	0,881	0,4132	Valid		0,33	Sedang	0,46	Sedang	Dipakai	
20B	0,692	0,4132	Valid		0,27	Sulit	0,39	Sedang	Dipakai	

Lampiran 9: Hasil Skor dan Perhitungan Uji Soal Kemampuan MLR dan Algoritma

	Jenis Kemampuan										
	Makroskopik			Sub Mikroskopik			Simbolik		Algoritma		
Nomor soal	1	7	9A	2	4	5	3	6	8	9B	10
Skor Maksimal	10	10	2	10	10	10	10	10	10	8	10
R1	6	6	0	10	1	1	2,5	7	3	3	3
R2	6	6	2	6	1	0	2,5	7	4	7	3
R3	8	6	2	0	7	0	5	7	8	1	0
R4	8	4	2	0	4	0	0	4	4	3	0
R5	8	7	0	8	7,5	10	10	10	10	7	10
R6	10	7	2	9	2	0	7,5	4	10	1	10
R7	8	0	0	7	7,5	10	10	10	10	7	10
R8	4	2	2	2	1,5	0	2,5	5	2	2	0
R9	4	0	2	7,5	0	4	5	0	9	2	0
R10	8	0	0	1	2	2	0	0	10	0	4
R11	8	4	0	0	0	0	0	1	8	1	0
R12	8	7	2	10	7,5	10	10	10	10	8	10
R13	9	7	2	6	0	2	0	0	4	8	2,5
R14	8	7	2	5	0	0	0	6	4	5	2
R15	8	7	2	10	3	10	10	10	10	8	10
R16	8	7	0	7	7,5	10	10	10	10	7	10
R17	8	0	0	0	0	6	2,5	9	8	8	10
R18	9	6	0	10	7	1	10	0	8	2	1
R19	4	0	2	7	0	3	0	0	9	2	0
R20	8	6	2	1	7,5	2	2,5	2	4	2	4
R21	8	7	2	10	7,5	10	10	10	10	8	10
R22	8	6	2	1	7,5	2	2,5	2	4	2	4
R23	6	7	0	7,5	0	2	4	7	10	0	0
R24	0	4	0	7,5	2,5	0	2,5	9	10	0	0
Total	170	113	28	132,5	83,5	85		130	179	94	103,5
Nilai (%)	70,8333	47,0833	58,3333	55,2083	34,7917	35,4167	45,4167	54,1667	74,5833	48,9583	43,125
Kriteria	Baik	Cukup	Cukup	Cukup	Kurang	Kurang	Cukup	Cukup	Sedang	Rendah	Rendah
Rata-Rata	58,75			41,80555556			49,79166667		55,55555556		

Lampiran 10: Hasil Wawancara Kemampuan Multi Level Representasi Siswa

HASIL WAWANCARA KEMAMPUAN MULTI LEVEL REPRESENTASI SISWA

Hari, tanggal : Selasa, 14 Desember 2021

Waktu : 14.00-selesai

P: Peneliti ; N: Narasumber

Tabel 1 Hasil wawancara representasi siswa pada level makroskopik

No. Soal	Kategori	Hasil Wawancara
1	Kurang	<p>P: Apakah kamu paham mengenai konsep larutan penyangga ? N: Sedikit paham P: Bagaimana konsep larutan penyangga yang kamu ketahui ? N: Larutan penyangga itu larutan yang dapat mempertahankan nilai pH P: Apa kamu bisa memahami setiap langkah dalam percobaan tersebut? N: Bisa memahami, tapi membutuhkan waktu untuk menganalisis keseluruhan secara tepat P: Berdasarkan jawaban kamu, apakah HCl, NaOH, dan H₂O merupakan larutan penyangga ?</p>

		<p>N: Iya, semuanya termasuk larutan penyangga</p> <p>P: Apakah pernah melakukan praktikum larutan penyangga baik praktikum di laboratorium atau praktikum sederhana di rumah?</p> <p>N: Tidak pernah</p>
7	Sangat kurang	<p>P: Berdasarkan jawaban kamu, apakah benar bahwa larutan garam dapat mempertahankan pH ?</p> <p>N: kurang tahu kak, saya hanya tahu kalau air laut berasal dari larutan garam</p> <p>P: Apakah kamu mengetahui bahwa terdapat fenomena-fenomena dalam kehidupan sehari-hari yang dapat dikaitkan dengan larutan penyangga ?</p> <p>N: Mungkin air laut kak</p> <p>P: Apakah guru pernah memberikan soal berupa fenomena-fenomena, misalnya air laut yang ditambahkan asam/basa atau yang lainnya pada materi larutan penyangga ?</p> <p>N: Tidak pernah</p>
9A	Sangat kurang	<p>P: Pada soal nomor 9 diminta untuk menentukan jenis dari larutan penyangga, mengapa kamu tidak memberikan jawaban?</p> <p>N: Karena saya tidak mengetahui jenis larutannya</p> <p>P: Apakah kamu mengetahui bagaimana cara membedakan jenis larutan penyangga ?</p>

		N: Tahu, tapi saya bingung dengan jenis larutannya, jadi saya tidak dapat mengerjakan soalnya
--	--	---

Tabel 2 Hasil wawancara representasi siswa pada level sub mikroskopik

No. Soal	Kategori	Hasil wawancara
2	Sangat kurang	<p>P: Apa yang kamu pahami dari gambar sub mikroskopik tersebut ?</p> <p>N: Berdasarkan jawaban saya kemarin, gambar larutan tersebut bukan larutan penyangga, tapi sebenarnya saya kurang paham bagaimana cara menganalisis gambar tersebut.</p> <p>P: Apakah kamu bisa menjelaskan berdasarkan jawaban kamu maksud dari larutan penyangga habis bereaksi ?</p> <p>N: Kalau dari yang saya pahami, larutan penyangga larutannya dari asam dan basa yang jika direaksikan akan habis atau tidak bersisa sehingga nilai pH nya tetap.</p> <p>P: Berdasarkan jawaban kamu, bagaimana kamu tau jika H^+ bereaksi dengan F^- dan mengakibatkan pH menjadi turun ?</p> <p>N: Karena menurut gambar sub mikroskopik yang saya lihat H^+ menempel dengan F^- sehingga mereka bereaksi, kemudian karena tingginya ion hidrogen maka mengakibatkan pH larutan menjadi</p>

		<p>turun. Jadi, saya menjawab soal nomor 2 bukan larutan penyangga kak</p>
4	Sangat kurang	<p>Apa yang bisa kamu pahami dari gambar sub mikroskopik larutan penyangga tersebut ?</p> <p>N: Tidak paham gambarnya kak</p> <p>P: Berdasarkan jawaban yang kamu berikan, apakah benar bahwa NH_3 dan NH_4Cl merupakan komponen penyusun larutan penyangga ?</p> <p>N: Iya</p> <p>P: Bagaimana gambar molekul dari NH_3 dan NH_4Cl berdasarkan gambar sub mikroskopik larutan yang diketahui ?</p> <p>N: Saya tidak tahu, jadi menjawabnya dengan strukturnya saja</p>
	Kurang	<p>P: P: Apa yang bisa kamu pahami dari gambar sub mikroskopik larutan penyangga tersebut ?</p> <p>N: Tidak paham gambarnya kak</p> <p>P: Komponen penyusun larutan penyangga adalah asam/basa lemah dengan asam/basa konjugasi. Berdasarkan jawabanmu, manakah yang termasuk basa lemah dan asam konjugasi ?</p> <p>N: Basa lemahnya NH_3OH, asam konjugasi NH_3, asam lemahnya NH_4Cl, basa konjugasi NH_4</p>

5	Kurang	<p>Berdasarkan jawabanmu, bagaimana kamu mengetahui bahwa larutan penyangga memiliki pH yang cenderung tidak mengalami perubahan ketika ditambahkan asam atau basa ?</p> <p>N: Kalau menurut saya karena terdapat kesetimbangan antara konsentrasi larutan dan yang bisa mempengaruhi reaksi hanya sedikit saja</p> <p>P: Apakah kamu paham maksud dari gambar tersebut ?</p> <p>N: Paham</p> <p>P: Ketika larutan penyangga ditambahkan dengan basa, molekul (zat) apa yang akan bereaksi dengan basa (OH^-) ?</p> <p>N: Asam lemah, molekul HA</p> <p>P: Ketika larutan penyangga ditambahkan dengan asam, molekul (zat) apa yang akan bereaksi dengan asam (H^+) ?</p> <p>N: Basa konjugasi dari garamnya (molekul A^-)</p> <p>P: Apa yang kamu pahami mengenai prinsip kerja dari larutan penyangga ?</p> <p>N: Larutan penyangga terdiri dari asam/basa lemah dan asam/basa konjugasinya dan dapat mengikat ion H^+ atau OH^-, sehingga tidak terjadi perubahan signifikan kalau direaksikan dengan larutan lain.</p> <p>P: Bagaimana cara guru menjelaskan sub bab materi prinsip kerja dari larutan penyangga ?</p>
---	--------	--

		N: Kalau tidak salah, waktu itu dijelaskan langsung lewat meet, materinya dari buku
--	--	---

Tabel.1 Hasil wawancara representasi siswa pada level simbolik

No. Soal	Kategori	Hasil Wawancara
3	Kurang	<p>P: Berdasarkan jawabanmu, apakah N_2H_4 dan Cl^- merupakan komponen larutan penyangga ?</p> <p>N: Iya kak</p> <p>P: Apakah kamu dapat membedakan perbedaan asam lemah dan basa konjugasi berdasarkan konsep asam basa Bronsted-Lowry ?</p> <p>N: Saya tidak begitu paham kak</p> <p>P: Apakah kamu tau apa saja komponen penyusun larutan penyangga ?</p> <p>N: Asam lemah + basa konjugasi dan basa lemah + asam konjugasi</p> <p>P: Apakah kamu dapat membedakan perbedaan asam lemah dan basa konjugasi berdasarkan konsep asam basa Bronsted-Lowry ?</p> <p>N: Kalau basa konjugasi itu yang asamnya melepaskan proton, kalau asam lemah ya yang satunya asam kuat.</p> <p>P: Berdasarkan jawabanmu, mengapa N_2H_4 tidak termasuk spesi komponen penyusun larutan penyangga ?</p>

		<p>N: Saya kurang paham kak, menurut saya N_2H_4 tidak termasuk spesi komponen larutan penyangga karena tidak ada ionnya.</p> <p>P: Berdasarkan jawabanmu, mengapa $N_2H_5^+$ (yg pertama) sebagai asam lemah berlebih sedangkan $N_2H_5^+$ (yg kedua) sebagai asam lemah ?</p> <p>N: Saya mengarang kak, karena saya nggak paham</p>
6	Sangat Kurang	<p>Pada soal nomor 6 diminta untuk menuliskan kesetimbangan sistem penyangga karbonat ketika bereaksi dengan asam dan basa. Berdasarkan jawaban kamu apa rumus kimia dari asam karbonat dan ion bikarbonat ?</p> <p>N: Jawaban saya adanya hanya asam karbonat kak, H_2CO_3</p> <p>P: Apakah kamu pernah tau atau pernah mendengar dari penjelasan guru atau yang lainnya mengenai rumus kimia asam karbonat dan ion bikarbonat ?</p> <p>N: Sepertinya pernah, tapi saya lupa</p>

Hasil wawancara kemampuan algoritma siswa

No. Soal	Kategori	Hasil Wawancara
8	Kurang	<p>Berdasarkan jawaban kamu kenapa kamu menggunakan rumus tersebut untuk menghitung pH larutan?</p> <p>N: karena yang diketahui adalah asam lemah dengan basa kuat</p> <p>P: Darimana kamu mengetahui rumus tersebut ?</p> <p>N: Seingat saya dulu dijelaskan seperti itu</p> <p>P: Apakah kamu yakin bahwa rumus pH tersebut tepat ?</p> <p>N: sedikit yakin</p> <p>P: Berdasarkan jawabanmu apa rumus untuk menghitung $[H^+]$?</p> <p>N: $[H^+] = K_a \times \frac{\text{mol sisa asam lemah}}{\text{mol garam}} \times \text{valensi}$</p> <p>P: Menurut kamu, HCOOK itu termasuk larutan apa ?</p> <p>N: Asam lemah</p>
9B	Sangat rendah	<p>P: Berdasarkan jawaban kamu kenapa kamu menggunakan rumus tersebut untuk menghitung pH larutan?</p> <p>N: setau saya seperti itu kak, soalnya diketahui asam lemah dengan basa kuat</p> <p>P: Boleh tuliskan rumus yang kamu gunakan untuk mengerjakan soal tersebut ?</p>

		<p>N: $[H^+] = K_a \times \frac{a}{g}$ dan $pH = -\log H^+$</p> <p>P: Apakah kamu yakin bahwa rumus pH tersebut tepat ?</p> <p>N: Sepertinya salah kak, saya ragu itu larutan penyangga apa</p>
10	Sangat rendah	<p>N: P: Boleh tuliskan rumus pH sebelum dan pH sesudah yang kamu gunakan untuk mengerjakan soal tersebut ?</p> <p>N: rumusnya saya bingung</p> <p>P: Cara mengerjakan soal tersebut kamu dapatkan darimana ?</p> <p>N: Sesuai dengan yang saya ingat dan tahu kak, jawabannya di lembar jawab saya</p> <p>P: Menurut kamu apa yang membuat sulit dari soal tersebut ?</p> <p>N: Saya sulit memahami soalnya kak, bingung dengan perhitungannya yang kayak tumpuk-tumpuk begitu, saya sudah tidak sanggup duluan.</p>

Lampiran 11: Riwayat Hidup

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Devi Mahmudah
2. Tempat & Tgl. Lahir : Pati, 13 Agustus 1999
3. Alamat Rumah : Ds. Kertomulyo RT 04 RW 02
Kec. Trangkil, Kab. Pati
4. HP : 082133237736
5. E-mail : devimahmudah99@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal
 - a. SDN Kertomulyo 01 (2005-2011)
 - b. TPQ Asyiqul Qur'an (2004-2008)
 - c. MI Shirathul Ulum (2007-2011)
 - d. MTS Shirathul Ulum (2011-2014)
 - e. MA Raudlatul Ulum (2014-2017)
 - f. UIN Walisongo Semarang (2017-2021)
2. Pendidikan Non Formal
 - a. Asisten Laboratorium Kimia
 - b. Pelatihan HPLC, GC-MS, dan AAS di ITS