



**IMPLEMENTASI METODE *GROUP INVESTIGATION*  
BERBASIS INKUIRI UNTUK MENINGKATKAN  
METAKOGNISI SISWA PADA MATERI LARUTAN  
PENYANGGA**

Skripsi

disusun sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan  
Program Studi Pendidikan Kimia

oleh

Riska Pujayanti

4301411087

**JURUSAN KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

**2015**

## PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi ini bebas plagiat, dan apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

Semarang, 20 Agustus 2015



Riska Pujayanti

4301411087

## PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Implementasi Metode *Group Investigation* Berbasis Inkuiri Untuk  
Meningkatkan Metakognisi Siswa Pada Materi Larutan Penyangga

disusun oleh

Riska Pujayanti

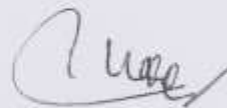
4301411087

telah dipertahankan di hadapan Sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA UNNES  
pada tanggal 20 Agustus 2015



Ketua Penguji

Sekretaris

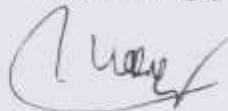


Dra. Woro Sumarni, M.Si  
NIP 196507231993032001



Drs. Eko Budi Susatyo, M.Si.  
NIP. 196511111990031003

Penguji II  
Anggota Penguji



Dra. Woro Sumarni, M. Si  
NIP. 196507231993032001

Penguji III  
Pembimbing



Dr. Sri Haryani, M. Si  
NIP. 195808081983032002

## MOTTO

- “Dan carilah pada apa yang telah dianugerahkan Allah kepadamu (kebahagiaan) negeri akhirat, dan janganlah kamu melupakan bahagianmu dari (kenikmatan) duniawi dan berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah telah berbuat baik, kepadamu, dan janganlah kamu berbuat kerusakan di (muka) bumi. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan.”(Qs. Al-Qashash:77)
- *Nek wani ojo wedi-wedi, nek wedi ojo wani-wani.*

## PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini ku persembahkan teruntuk :

- Bapak Suparjo dan Ibu Nyami atas doa restu, kasih sayang serta dukungannya
- Adikku tersayang Rizki Dwi Anindita dan Fitria Zahra Nugrahani atas semangat yang diberikan
- Lasparo yang selalu jadi *moodbooster*
- Teman-temanku Rombel 3 Prodi Pendidikan Kimia 2011
- Kawan-Kawan Seperjuangan Himamia 2013, Amalia Kece.

## **PRAKATA**

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan inayah-Nya yang selalu tercurah sehingga tersusunlah skripsi yang berjudul “Implementasi Metode *Group Investigation* Berbasis Inkuiri Untuk Meningkatkan Metakognisi Siswa pada Materi Larutan Penyangga”.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini selesai berkat bantuan, petunjuk, saran, bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas MIPA Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan ijin penelitian.
2. Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan ijin penelitian dan membantu kelancaran ujian skripsi.
3. Dr. Sri Haryani, M. Si, dosen pembimbing I yang selalu mengarahkan, memotivasi dan membimbing penulis dalam penyusunan skripsi ini.
4. Dra. Woro Sumarni, M. Si, dosen pembimbing II memberikan pengarahan dan saran dalam penyusunan skripsi ini.
5. Drs. Eko Budi Susatyo, M. Si, dosen penguji utama yang telah memberikan masukan kepada penulis demi kesempurnaan penyusunan skripsi ini.
6. Kepala SMA Negeri 2 Pati yang telah memberikan ijin penelitian.
7. Anik Widiati, S.Pd, guru kimia kelas XI MIA SMA Negeri 2 Pati yang telah banyak membantu dalam proses penelitian.

8. Siswa kelas XI MIA dan XI MIA 4 SMA Negeri 2 Pati atas bantuan dan kesediaannya membantu peneliti menjadi sampel penelitian.
9. Keluargaku tercinta yang senantiasa memberikan doa restu serta dukungan moral dan material dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Sahabatku, Lasparo yang senantiasa memberikan semangat selama menyelesaikan skripsi.
11. Teman-teman seperjuangan Pendidikan Kimia 2011 yang membantu dan memotivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semua pihak yang telah membantu penyusunan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga penelitian ini bermanfaat bagi pembaca pada khususnya dan perkembangan pendidikan indonesia pada umumnya.

Semarang, 20 Agustus 2015

Penulis

## ABSTRAK

Pujayanti, Riska. 2015. *Implementasi Metode Group Investigation Berbasis Inkuiri Untuk Meningkatkan Metakognisi Siswa Pada Materi Larutan Penyangga*. Skripsi, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Utama Dr. Sri Haryani, M.Si. dan Pembimbing Pendamping Dra. Woro Sumarni, M.Si.

**Kata kunci** : *Group Investigation*, Inkuiri, Metakognisi

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang bertujuan untuk meningkatkan metakognisi siswa dengan menerapkan metode *group investigation* berbasis inkuiri. Sampel yang digunakan sebanyak dua dari lima kelompok dengan teknik *cluster random sampling*. Instrumen penelitian terdiri dari tes uraian bermuatan konsep dengan indikator metakognisi. Penelitian yang digunakan yaitu *pretest-posttest group design*. Analisis data instrumen tes menggunakan uji N-gain dan uji t, sedangkan angket dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Berdasarkan uji N-gain, kelompok eksperimen dan kelompok kontrol mengalami peningkatan sedang dengan nilai masing-masing 4,45 dan 0,33. Hasil uji t diperoleh  $t_{hitung}$  sebesar 5,774 lebih besar dari  $t_{tabel}$  pada taraf signifikansi 5% yaitu 1,998, yang berarti ada perbedaan rata-rata yang signifikan dimana hasil *posttest* siswa kelompok eksperimen lebih baik dari rata-rata hasil *posttest* kelompok kontrol. Indikator memilih operasi/prosedur yang dipakai mengalami peningkatan tertinggi. Hasil angket metakognisi siswa menunjukkan 63,16% metakognisi siswa kelompok eksperimen sudah berkembang baik sedangkan kelompok kontrol hanya 36,11%.

## ABSTRAK

Pujayanti, Riska. 2015. Implementation Group Investigation Based Inquiry Methods for Improve Student's Metacognition in Buffer Materials. Skripsi, Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, State University of Semarang. Main supervisor Dr. Sri Haryani, M.Si. dan supervisor assistant Dra. Woro Sumarni, M.Si.

**Keywords** : Group Investigation, Inquiry, Metacognition

This research is experimental research aimed to improve student's metacognition by applying methods of group investigation-based inquiry. The sample used as two from five groups with cluster random sampling technique. The research instrument consisted of essay charged with the concept of metacognition indicators and the questionnaire of metacognition. The research is pretest-posttest group design. Analysis of data instrument test use the N-gain test and t test, while the questionnaire of metacognition use quantitative-descriptive analysis. Based on N-gain test, the experimental groups and control groups experienced a modest increase in value respectively 4.45 and 0.33. T test results obtained  $t_{\text{calculated}}$  of 5.774 grater than  $t_{\text{critical}}$  at a significance level of 5% is 1.998, which means an average posttest results of experimental groups students is better than average results posttest control groups. Indicators selecting operation / procedure used by experience the highest increase. The questionnaire results showed 63.16% students' metacognition in experimental groups is well developed, while the control groups is only 36.11%.



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	iv
PRAKATA .....	v
ABSTRAK .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan .....	5
1.4 Manfaat .....	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1 Kajian Teori .....	7
2.2 Penelitian Yang Relevan .....	21
2.3 Kerangka Berfikir .....	24
2.4 Hipotesis .....	25
BAB 3 METODE PENELITIAN .....	26
3.1 Desain Penelitian .....	26
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	27
3.3 Populasi dan Sampel Penelitian .....	27
3.4 Variabel Penelitian .....	28
3.5 Teknik Pengumpulan Data .....	29
3.6 Prosedur Penelitian .....	30
3.7 Instrumen Penelitian .....	31
3.8 Teknik Analisis Data .....	35

BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....	43
4.1 Hasil Penelitian .....	43
4.2 Pembahasan .....	52
BAB 5 PENUTUP .....	62
5.1 Simpulan .....	62
5.2 Saran .....	63
DAFTAR PUSTAKA .....	64
LAMPIRAN.....	66

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Indikator Metakognisi .....	14
3.1 Rancangan Penelitian.....	26
3.2 Data Siswa Kelas XI MIA SMA N 2 Pati.....	27
3.3 Hasil Uji Normalitas Populasi .....	27
3.4 Daftar Instrumen Penelitian .....	31
3.5 Kriteria Reliabilitas Instrumen.....	34
3.6 Data Awal Populasi .....	35
3.7 Kriteria Tingkat Metakognisi .....	41
4.1 Nilai Hasil <i>Pretest Dan Posttest</i> .....	42
4.2 Hasil Uji Normalitas Nilai <i>Pretest</i> Kelas Kontrol dan Eksperimen .....	43
4.3 Hasil Uji Normalitas Nilai <i>Posttest</i> Kelas Kontrol dan Eksperimen .....	43
4.4 Hasil Uji Kesamaan Dua Varians .....	44
4.5 Hasil Uji <i>Average Normalized Gain</i> .....	44
4.6 Hasil Uji Perbedaan Dua Rata-Rata Antar Kelompok.....	46
4.7 Hasil Angket Metakognisi Siswa Antar Kelas.....	47
4.8 Rerata Nilai Tiap Aspek Afektif .....	50
4.9 Data Rekapitulasi Nilai Aspek Afektif .....	50
4.10 Rerata Nilai Tiap Aspek Psikomotorik .....	51
4.11 Data Rekapitulasi Nilai Aspek Psikomotorik .....	52

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Model Keterampilan Berpikir Metakognitif .....	15
2.2 Kerangka Berpikir .....	27
4.1 N-gain Tiap Siswa Kelas Kontrol .....	45
4.2 N-gain Tiap Siswa Kelas Eksperimen .....	45
4.3 Grafik Peningkatan N-gain .....	46
4.4 Persentase Tanggapan Siswa .....	48

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Nilai Kimia Ulangan Akhir Semester I .....	67
2. Uji Normalitas Populasi .....	68
3. Uji Homogenitas Populasi .....	75
4. Kisi-kisi Soal Uji Coba .....	76
5. Lembar Soal Uji Coba .....	89
6. Analisis Soal Uji Coba .....	92
7. Silabus Pembelajaran .....	93
8. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran .....	96
9. Lembar Diskusi Siswa .....	122
10. Lembar Angket Respon Siswa .....	147
11. Lembar Angket Metakognisi Siswa .....	148
12. Kisi-Kisi Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> .....	150
13. Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> .....	160
14. Data Nilai <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> .....	166
15. Uji Normalitas Data Hasil <i>Pretest</i> .....	167
16. Uji Kesamaan Dua Varians Hasil <i>Pretest</i> .....	169
17. Uji Normalitas Data Hasil <i>Posttest</i> .....	170
18. Uji Kesamaan Dua Varians Hasil <i>Posttest</i> .....	172
19. Uji Perbedaan Dua Rata-rata Nilai <i>Posttest</i> .....	173
20. Uji <i>Normalized Gain</i> Peningkatan Metakognisi Tiap Siswa .....	174
21. Uji <i>Normalized Gain</i> Peningkatan Metakognisi Rata-rata Kelas .....	175
22. Analisis Metakognisi Siswa Kelas Eksperimen .....	176
23. Analisis Metakognisi Siswa Kelas Kontrol .....	179
24. Analisis Angket Metakognisi Siswa .....	182
25. Analisis Angket Respon Siswa .....	186
26. Analisis Angket Metakognisi Awal Siswa .....	188
27. Kunci Lembar Diskusi Siswa .....	190
28. Lembar Validasi Instrumen .....	197
29. Hasil Pekerjaan Siswa .....	204
30. Lembar Observasi Afektif .....	238
31. Analisis Afektif .....	242
32. Lembar Observasi Psikomotorik .....	247
33. Analisis Psikomotorik .....	251
34. Dokumentasi .....	256
35. Surat Keterangan Penelitian .....	257

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **2.1 Latar Belakang Masalah**

Prinsip pembelajaran pada kurikulum 2013 menekankan perubahan paradigma, diantaranya: (1) peserta didik diberi tahu menjadi peserta didik mencari tahu; (2) guru sebagai satu-satunya sumber belajar menjadi belajar berbasis aneka sumber belajar; (3) pendekatan tekstual menjadi pendekatan proses sebagai penguatan penggunaan pendekatan ilmiah. Prinsip yang mendukung pembelajaran yang berpusat kepada siswa meliputi seluruh proses pengalaman belajar, siswa secara aktif terlibat dalam mengajukan pertanyaan, menyelidiki, bereksperimen, menjadi ingin tahu, memecahkan masalah, bertanggung jawab, kreatif, dan bermakna (Estes, 2004).

Permendikbud No 54 tahun 2013 tentang rumusan standar kompetensi lulusan yang menyatakan bahwa salah satu kualifikasi kemampuan yang harus dimiliki siswa yaitu kemampuan metakognisi dalam ilmu pengetahuan. Metakognisi adalah kesadaran seseorang tentang proses berpikirnya dan bagaimana ia mampu mengendalikan proses ini (Jayapraba & Kanmani, 2013). Proses metakognisi adalah suatu aktivitas mental dalam struktur kognitif yang dilakukan secara sadar oleh seseorang untuk mengatur, mengontrol, dan memeriksa proses berfikirnya (Haryani, 2012). Menurut Akyol & Garrison, (2011), metakognisi merupakan aspek penting dari kecerdasan manusia dan pengetahuan tingkat tinggi. Ada pengakuan bahwa metakognisi tidak hanya

kegiatan internal tetapi juga melibatkan situasi sosial. Dalam rangkaian pelajaran, istilah metakognisi, mengacu pada kesadaran pengetahuan individu, kontrol dan kesadaran berpikir dan proses belajarnya (Anderson & Thomas, 2014). Ketika siswa memiliki kemampuan metakognisi, mereka menjadi percaya diri dan menjadi pembelajar yang mandiri. Kemandirian merujuk pada kepemilikan ketika siswa menyadari bahwa mereka dapat memenuhi kebutuhan intelektual mereka sendiri dan menemukan banyak informasi oleh tangan mereka sendiri (Haryani, 2012).

Guru memainkan peranan penting dalam mengembangkan metakognisi dalam diri siswa. Siswa juga belajar strategi untuk mengidentifikasi masalah, membuat keputusan, dan mencari solusi baik di dalam atau di luar sekolah (Eragamreddy, 2013). Berdasarkan hasil wawancara dengan guru Kimia di SMAN 2 PATI, guru mengakui bahwa metakognisi dalam diri siswa belum dikembangkan secara optimal. Hal ini juga ditunjukkan oleh data angket metakognisi yang telah diambil dari siswa. Dari hasil analisis angket diperoleh data bahwa 2,86 % metakognisi siswa berada pada tingkat belum berkembang, 20,00 % berada pada tingkat metakognisi masih sangat beresiko, 37,14 % metakognisi siswa mulai berkembang, 34,29 % metakognisi siswa sudah berkembang baik dan 2,86 % metakognisi siswa mencapai perkembangan sangat baik. Hasil angket tersebut menunjukkan masih ada 22,86 % siswa belum memiliki kesadaran bahwa berpikir adalah sebuah proses. Siswa yang sudah siap dibantu agar sadar dengan cara berpikirnya sendiri sudah sekitar 37,14 %. Kesadaran berpikir siswa harus ditingkatkan agar mampu membedakan tahap

elaborasi input dan output dari proses berpikirnya. Siswa menjadi pembelajar yang mandiri dan mampu mengkonstruksi pengetahuannya.

Salah satu metode yang dapat digunakan agar siswa sadar dalam belajar atau berpikir dan terlibat aktif dalam proses pembelajaran yaitu metode *Group Investigation*. Menurut hasil penelitian Mitchell *et al.* (2008) *Group Investigation* memungkinkan siswa untuk terlibat langsung dalam bagaimana mereka memperoleh pengetahuan, mereka tidak hanya sebagai penerima. Ini adalah pendekatan yang demokratis dalam kelas. Siswa dilibatkan sejak perencanaan, baik dalam menentukan topik maupun cara untuk mempelajarinya melalui penelitian.

Sharan dan Sharan (1992) telah mengembangkan *Group Investigation* (GI) di Universitas Tel Aviv, di Israel. Metode ini merupakan salah satu metode pembelajaran kooperatif yang cukup memberikan kebebasan kepada siswa (Hosseini, 2014). Dalam teknik ini, kelas dibagi menjadi beberapa kelompok yang belajar di tahap yang berbeda dari persoalan yang umum. Persoalan dalam belajar kemudian dibagi dalam beberapa anggota kelompok. Siswa memasangkan informasi, pengaturan, analisis, perencanaan dan menggabungkan data dengan siswa di kelompok lain. Dalam proses ini, guru harus menjadi pemimpin kelas dan memastikan siswa memahami penjelasan (Akçay & Doymus, 2012). Dalam metode *Group Investigation* terdapat tiga konsep utama yang diungkapkan oleh Joice dan Weil (Aunurrahman, 2009) yaitu *Knowledge, Dynamic of the learning group* dan *Inquiry*.



Inkuiri merupakan sebuah proses dan kumpulan keterampilan yang berhubungan dengan pendidikan. Proses inkuiri adalah tentang penyelidikan, penemuan, dan akhirnya mencapai tingkat pemahaman yang lebih tinggi. Proses ini memiliki sejumlah langkah termasuk aktif dalam mengidentifikasi suatu topik atau masalah, menghasilkan pertanyaan melalui penelitian, menyelidiki dengan melakukan penelitian yang relevan, berpikir kritis tentang masalah, menjawab pertanyaan yang diajukan, menarik kesimpulan dan mencerminkannya dalam proses inkuiri (Vajoczki *et al*, 2011). Anderson (2002) mengemukakan inkuiri mengacu pada proses pembelajaran yang melibatkan siswa. Hal ini dikatakan menjadi proses pembelajaran yang aktif “siswa melakukan sesuatu, bukan siswa yang dilakukan sesuatu”.

Pengajaran berbasis inkuiri dapat membantu siswa memahami bagaimana cara mengidentifikasi masalah, mandiri mencari jawaban, mengembangkan, dan menguji solusi. Penggunaan inkuiri untuk menggambarkan pendekatan ini yang mengacu pada ketergantungan pada proses pembelajaran aktif yang memungkinkan siswa untuk menjawab pertanyaan penelitian melalui analisis data. Pengajaran berbasis inkuiri berorientasi kepada siswa, meskipun guru dapat mengarahkan siswa pada waktu yang tepat sesuai dengan kebutuhan situasi (Wang *et al.*, 2013). Pembelajaran berbasis inkuiri dapat meningkatkan kemampuan metakognisi siswa. Hal ini berdasarkan penelitian yang dilakukan Kipnis dan Hofstein (2008) bahwa saat melakukan aktivitas inkuiri, siswa melatih kemampuan metakognisi mereka dalam berbagai tahap proses inkuiri.

Berdasarkan ulasan tersebut, penerapan metode *group investigation* berbasis inkuiri akan membuat siswa agar memiliki kesadaran dalam berpikir dan terlibat aktif, siswa akan menemukan sendiri suatu konsep kimia melalui penyelidikan yang dilakukan. Selama proses penyelidikan akan melatih siswa dalam mengatur, mengontrol dan memeriksa proses berpikirnya, sehingga metakognisi siswa mampu untuk lebih ditingkatkan. Maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “Implementasi Metode *Group Investigation* Berbasis Inkuiri Untuk Meningkatkan Metakognisi Siswa Pada Materi Larutan Penyangga”.

## **2.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut rumusan masalah yang didapat adalah

1. Apakah implementasi metode *group investigation* berbasis inkuiri dapat meningkatkan metakognisi siswa pada materi larutan penyangga?
2. Bagaimanakah tanggapan siswa terhadap metode *group investigation* berbasis inkuiri pada materi larutan penyangga?

## **2.3 Tujuan**

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian ini adalah untuk

1. Meningkatkan metakognisi siswa kelas XI IPA melalui metode *group investigation* berbasis inkuiri pada materi larutan penyangga.
2. Mengetahui tanggapan siswa terhadap metode *group investigation* berbasis inkuiri pada materi larutan penyangga.

## 2.4 Manfaat Penelitian

### 1. Bagi Siswa

Melatih siswa agar menyadari bagaimana proses berpikir dan mampu untuk menggambarannya. Selain itu siswa mampu mengembangkan pengenalan strategi berpikir. Siswa akan terlibat aktif selama proses pembelajaran. Hal ini akan memberi peluang terjadinya peningkatan kemampuan metakognisi siswa

### 2. Bagi Guru

Sebagai bahan pertimbangan dan informasi bagi guru dan calon guru kimia dalam memilih model pembelajaran yang sesuai, efektif, dan efisien dalam kegiatan belajar-mengajar kimia sehingga dapat meningkatkan kemampuan metakognisi siswa. Pembelajaran yang diterapkan dapat meningkatkan keprofesionalan guru dalam mengajar

### 3. Bagi Sekolah

Penelitian ini diharapkan akan membantu penciptaan panduan pembelajaran bagi mata pelajaran lain dan juga sebagai bahan pertimbangan dalam memilih pendekatan pembelajaran yang akan diterapkan bagi perbaikan di masa yang akan datang.

### 4. Bagi Peneliti

Sebagai bahan referensi untuk menambah wawasan, khususnya tentang Implementasi Metode *Group Investigation* Berbasis Inkuiri Untuk Meningkatkan Metakognisi Siswa Pada Materi Larutan Penyangga

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **3.1 Kajian Teori**

##### **2.1.1 Metode *Group Investigation***

###### **2.1.1.1 Pengertian Metode *Group Investigation***

*Group investigation* dikembangkan pertama kali oleh Thelan. Perkembangan model ini diperluas dan dipertajam oleh Sharan dari Universitas Tel Aviv. Sharan & Sharan (dalam Shin & Oh, 2005) *group investigation* diusulkan sebagai cara untuk menciptakan lingkungan belajar sosial di mana siswa bekerja sama untuk melanjutkan penyelidikan mereka sendiri.

Metode ini merupakan salah satu metode pembelajaran kooperatif yang cukup memberikan kebebasan kepada siswa (Hosseini, 2014). Dalam *group investigation*, kelas adalah sebuah tempat kreativitas kooperatif di mana guru dan murid membangun proses pembelajaran yang didasarkan pada perencanaan mutual dari berbagai pengalaman, kapasitas dan kebutuhan masing-masing siswa. Kelas dibagi menjadi beberapa kelompok yang belajar di tahap yang berbeda dari persoalan yang umum. Persoalan dalam belajar kemudian dibagi dalam beberapa anggota kelompok. Siswa memasangkan informasi, pengaturan, analisis, perencanaan dan menggabungkan data dengan siswa di kelompok lain. Guru memimpin kelas dan memastikan siswa memahami penjelasan (Akçay & Doymuş, 2012).

Pihak yang belajar adalah partisipan yang aktif dalam segala aspek kehidupan sekolah, membuat keputusan yang menentukan tujuan terhadap apa yang dikerjakan. Kelompok dijadikan sebagai sarana sosial dalam proses pembelajaran. Rencana kelompok adalah satu cara untuk mendorong keterlibatan maksimal para siswa. Berdasarkan hal di atas bahwa *group investigation* berpusat pada siswa dan tugas-tugas yang dikerjakan merupakan pilihan dari siswa itu sendiri melalui berdasarkan pemilihan berbagai topik mengenai materi atau pokok bahasan yang akan dipelajari.

#### ***2.1.1.2 Langkah-Langkah Penerapan Metode Group Investigation***

Robert E. Slavin (2005: 218-220), membagi langkah-langkah pelaksanaan model investigasi kelompok meliputi 6 (enam) tahapan. Pertama, siswa mengidentifikasi topik yang akan dipelajari dan membuat kelompok sesuai ketertarikan siswa yang heterogen. Pada tahap ini guru membantu membantu dalam pengumpulan informasi dan memfasilitasi pengaturan. Kedua, siswa dan guru merencanakan prosedur pembelajaran, tugas dan tujuan yang konsisten dengan subtopik yang telah dipilih pada tahap pertama. Ketiga, siswa melaksanakan investigasi dengan mengumpulkan informasi, menganalisis data, dan membuat kesimpulan. Siswa saling bertukar pendapat, berdiskusi, mengklarifikasi, dan mensintesis semua gagasan. Keempat, siswa menyiapkan laporan akhir. Anggota kelompok merencanakan apa yang akan mereka laporkan. Kelima, masing-masing kelompok mempresentasikan laporan akhir. Tahap terakhir yaitu siswa mengevaluasi hasil dari presentasi kelompok lain dengan

memberikan umpan balik mengenai topik tersebut. Guru dan siswa berkolaborasi dalam mengevaluasi pembelajaran siswa.

## **2.1.2 Pembelajaran Inkuiri**

### ***2.1.2.1 Pengertian Pembelajaran Inkuiri***

Pembelajaran inkuiri memiliki sejarah panjang yang ditekankan dalam pendidikan. Beberapa dekade yang lalu, Schwab (1958) berpendapat untuk mengajar sains sebagai penyelidikan, indikasinya bahwa ilmu pengetahuan harus disajikan sebagai penyelidikan dan siswa harus melakukan penyelidikan sebagai cara utama untuk belajar (Shin & Oh, 2005). Proses inkuiri adalah tentang penyelidikan, penemuan, dan akhirnya mencapai tingkat pemahaman yang lebih tinggi. Proses ini memiliki sejumlah langkah termasuk aktif dalam mengidentifikasi suatu topik atau masalah, menghasilkan pertanyaan melalui penelitian, menyelidiki dengan melakukan penelitian yang relevan, berpikir kritis tentang masalah, menjawab pertanyaan yang diajukan, menarik kesimpulan dan mencerminkannya dalam poses inkuiri (Vajoczki, dkk, 2011). Strategi pembelajaran inkuiri adalah suatu rangkaian kegiatan yang melibatkan kegiatan belajar secara maksimal seluruh kemampuan siswa untuk mencari dan menyelidiki secara sistematis, kritis, logis, dan analitis, sehingga mereka dapat merumuskan sendiri penemuannya dengan penuh percaya diri (Gulo, 2008:84-85).

Berdasarkan beberapa pengertian diatas, dapat disimpulkan bahwa melalui metode pembelajaran yang berbasis inkuiri diharapkan siswa dapat melakukan penyelidikan dan penemuan secara sistematis, kritis, logis, dan analitis sehingga

mereka dapat merumuskan sendiri penemuannya yang pada akhirnya mencapai tingkat pemahaman yang lebih tinggi.

Ada beberapa hal yang menjadi ciri utama strategi pembelajaran inkuiri. Pertama, strategi inkuiri menekankan kepada aktivitas siswa secara maksimal untuk mencari dan menemukan. Artinya strategi inkuiri menempatkan siswa sebagai subjek belajar. Dalam proses pembelajaran, siswa tidak hanya berperan sebagai penerima pelajaran melalui penjelasan guru secara verbal, tetapi mereka berperan untuk menemukan sendiri inti dari materi pelajaran. Kedua, seluruh aktivitas yang dilakukan siswa diarahkan untuk mencari dan menemukan jawaban sendiri dari sesuatu yang dipertanyakan, sehingga diharapkan dapat menumbuhkan sikap percaya diri (*self believe*).

Strategi pembelajaran inkuiri menempatkan guru bukan sebagai sumber belajar, tetapi fasilitator dan motivator belajar siswa. Aktivitas pembelajaran biasanya dilakukan melalui proses tanya jawab antara guru dan siswa. Kemampuan guru dalam menggunakan teknik bertanya merupakan syarat utama dalam melakukan inkuiri. Ketiga, tujuan penggunaan strategi pembelajaran inkuiri adalah mengembangkan kemampuan berpikir secara sistematis, logis, dan kritis, atau mengembangkan kemampuan intelektual sebagai bagian dari proses mental. Dengan demikian dalam strategi pembelajaran inkuiri siswa tidak hanya dituntut agar menguasai materi pelajaran, akan tetapi bagaimana mereka dapat menggunakan potensi yang dimilikinya (Sanjaya, 2006: 196-197).

### ***2.1.2.2 Langkah-Langkah Penerapan Pembelajaran Inkuiri***

Secara umum proses pembelajaran dengan strategi pembelajaran inkuiri dapat mengikuti langkah-langkah yang meliputi: (1) Orientasi untuk membina suasana pembelajaran yang responsif. Pada langkah ini guru mengkondisikan siswa agar siap melaksanakan proses pembelajaran; (2) Merumuskan masalah untuk membawa siswa pada suatu persoalan yang mengandung teka-teki, artinya siswa didorong untuk mencari jawaban yang tepat atas permasalahan yang ada; (3) Mengajukan hipotesis yang perlu dikaji kebenarannya. Perkiraan sebagai hipotesis bukan sembarang perkiraan tapi harus memiliki landasan berpikir yang kokoh, sehingga hipotesis yang dimunculkan bersifat rasional dan logis; (4) Mengumpulkan data yang dibutuhkan untuk menguji hipotesis. Dalam strategi pembelajaran inkuiri, mengumpulkan data merupakan proses mental yang sangat penting dalam pengembangan intelektual. Tugas dan peran guru dalam tahap ini adalah mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang dapat mendorong siswa untuk berpikir mencari informasi yang dibutuhkan; (5) Menguji hipotesis untuk menentukan jawaban yang diterima sesuai dengan data atau informasi yang diperoleh berdasarkan pengumpulan data. Menguji hipotesis adalah mencari tingkat keyakinan siswa atas jawaban yang diberikan; (6) Merumuskan kesimpulan.

Sanjaya menjelaskan strategi pembelajaran inkuiri akan efektif manakala: (1) guru mengharapkan siswa dapat menemukan sendiri jawaban dari suatu permasalahan yang ingin dipecahkan. Dengan demikian dalam strategi inkuiri penguasaan pelajaran bukan sebagai tujuan utama pembelajaran, akan tetapi yang



lebih dipentingkan adalah proses belajar; (2) jika bahan pelajaran yang akan diajarkan tidak berbentuk fakta atau konsep yang sudah jadi, akan tetapi sebuah kesimpulan yang perlu pembuktian; (3) jika proses pembelajaran berangkat dari rasa ingin tahu siswa terhadap sesuatu; (4) jika guru akan mengajar pada sekelompok siswa yang rata-rata memiliki kemauan dan kemampuan berpikir; (5) jika jumlah siswa yang belajar tak terlalu banyak sehingga bisa dikendalikan oleh guru; dan (6) jika guru memiliki waktu yang cukup untuk menggunakan pendekatan yang berpusat pada siswa (Sanjaya, 2006:202-205).

### **2.1.3 Metakognisi**

Metakognisi adalah kesadaran seseorang tentang proses berpikirnya dan bagaimana dia mampu mengendalikan proses ini (Jayapraba & Kanmani, 2013). Proses metakognisi adalah suatu aktivitas mental dalam struktur kognitif yang dilakukan secara sadar oleh seseorang untuk mengatur, mengontrol, dan memeriksa proses berpikirnya. Metakognisi dapat dikatakan sebagai kemampuan berpikir tentang berpikir. Kenyataannya gambaran tersebut tidak sesederhana itu, karena terdapat beberapa perbedaan istilah atau konsep metakognisi. Metakognisi terdiri dari dua proses dasar yang berlangsung secara stimulan yakni memonitor kemajuan ketika belajar dan membuat perubahan serta mengadaptasi strategi-strategi jika memiliki persepsi tidak melakukan sesuatu yang baik.

Flavell menyatakan bahwa metakognisi peserta didik bahkan orang pada umumnya perlu dikembangkan dengan alasan sebagai berikut: (1) peserta didik harus memiliki kecenderungan untuk banyak berpikir, dalam arti semakin banyak metakognisi membutuhkan semakin banyak kognisi, (2) pemikiran peserta didik

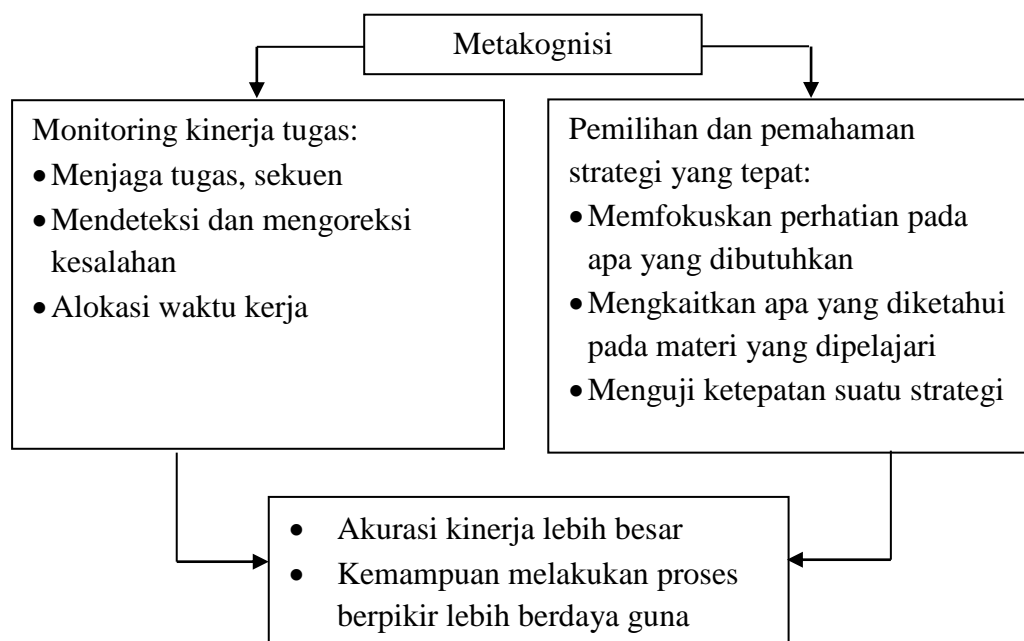
dapat berbuat salah serta cenderung keliru, dan dalam keadaan ini membutuhkan pemantauan dan pengaturan yang baik, (3) peserta didik harus mau berkomunikasi, menjelaskan, dan memberikan alasan yang jelas untuk pemikirannya kepada peserta didik lain dan juga pada dirinya sendiri; aktivitas ini tentu saja membutuhkan metakognisi (4) untuk bertahan dan berhasil dengan baik, peserta didik perlu merencanakan masa depan dan secara kritis mengevaluasi rencana-rencana yang lain, (5) jika peserta didik harus membuat keputusan yang berat, maka akan membutuhkan keterampilan metakognitif, dan (6) peserta didik harus mempunyai kebutuhan untuk menyimpulkan dan menjelaskan kejadian-kejadian psikologi pada dirinya dan orang lain. Kecenderungan untuk terlibat dalam tindakan metakognitif tersebut menunjukkan kognisi sosial (Haryani, 2012:47-48).

Schraw dan Moshman (1995) telah menyusun indikator metakognisi yang dapat diases melalui wawancara maupun kuesioner. Sementara itu Anderson & Krathwohl (2001), menyatakan bahwa metakognisi dapat diukur melalui tes sebagaimana penguasaan konsep dengan indikator metakognisi. Indikator metakognisi merupakan hasil adaptasi Schraw, Flavell, Brawn, Anderson & Krathwohl, serta Mc Gregor yang disajikan dalam Tabel 2.1 (Haryani, 2012:57).

Tabel 2.1 Indikator Metakognisi (diadaptasi dari Mc Gregor, Schraw, dan Anderson & Krathwol) dalam Haryani (2011:58)

No.	Level Metakognisi	Sub Level Metakognisi
1.	Menyadari proses berpikir dan mampu meng gambarkannya	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menyatakan tujuan</li> <li>- Mengetahui tentang apa dan bagaimana</li> <li>- Menyadari bahwa tugas yang diberikan membutuhkan banyak referensi</li> <li>- Menyadari kemampuan sendiri dalam mengerjakan tugas</li> <li>- Mengidentifikasi informasi</li> <li>- Memilih operasi/prosedur yang dipakai</li> <li>- Mengurutkan operasi yang digunakan</li> <li>- Merancang apa yang akan dipelajari</li> </ul>
2.	Mengembangkan pengenalan strategi berpikir	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memikirkan tujuan yang telah ditetapkan</li> <li>- Mengelaborasi informasi dari berbagai sumber</li> <li>- Memutuskan operasi yang paling sesuai</li> <li>- Menjelaskan urutan operasi lebih spesifik</li> <li>- Mengetahui bahwa strategi elaborasi meningkatkan pemahaman</li> <li>- Memikirkan bagaimana orang lain memikirkan tugas</li> </ul>
3.	Merefleksi prosedur secara evaluative	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menilai pencapaian tujuan</li> <li>- Menyusun dan menginterpretasi data</li> <li>- Mengevaluasi prosedur yang digunakan</li> <li>- Mengatasi kesalahan/hambatan dalam pemecahan masalah</li> <li>- Mengidentifikasi sumber-sumber kesalahan dari percobaan</li> </ul>
4.	Mentransfer pengalaman pengetahuan dan prosedural pada konteks lain	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menggunakan operasi yang berbeda untuk penyelesaian masalah yang sama</li> <li>- Menggunakan operasi/prosedur yang sama untuk masalah lain</li> <li>- Mengembangkan prosedur untuk masalah yang sama</li> <li>- Mengaplikasikan pemahamannya pada situasi baru</li> </ul>
5.	Menghubungkan pemahaman konseptual dengan pengalaman	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengaitkan data pengamatan dengan pembahasan</li> <li>- Menganalisis efisiensi an efektifitas prosedur</li> </ul>

Metakognisi merujuk pada perintah berpikir yang lebih tinggi, meliputi kontrol aktif melalui proses kognitif yang diusahakan dalam pembelajaran. Berpikir pada umumnya dianggap suatu proses kognitif, suatu aksi mental yang dengan proses dan tindakan itu pengetahuan diperoleh. Proses berpikir berhubungan dengan bentuk-bentuk tingkah laku yang lain dan memerlukan keterlibatan aktif pada bagian-bagian tertentu dari si pemikir. Dengan demikian, seorang pembelajar harus secara aktif memonitor penggunaan proses berpikir mereka dan mengaturnya sesuai tujuan kognitif mereka (Haryani, 2012:54). Berpikir metakognisi memiliki dua dimensi utama yaitu, berorientasi pada tugas dan terkait dengan monitoring kinerja aktual dari suatu keterampilan. Menurut Presseisen keterkaitan antara kedua dimensi tersebut dibuat dalam bentuk bagan yang disajikan dalam Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Model keterampilan berpikir metakognitif (Presseisen dalam Costa) dalam Haryani (2012:55)

Pemantauan kinerja tugas memerlukan keterlibatan peserta didik untuk mengawasi aktivitasnya sendiri, dan menjaga sekuen yakni membedakan subtujuan dari suatu tugas dan menghubungkannya dengan tujuan yang sesungguhnya. Dimensi kedua yaitu dalam memilih strategi yang sesuai untuk bekerja, teori metakognitif menyarankan bahwa urutan belajar yang pertama adalah mengenali masalah sehingga dapat memfokuskan perhatian terhadap apa yang diperlukan dan menentukan perhatian terhadap apa yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah. Dalam perspektif metakognitif, pemikir menjadi lebih memiliki kemampuan melakukan proses berpikir yang lebih berdaya guna dan lebih mandiri karena keterampilan ini berkenbang dan terus berulang (Haryani, 2012:55-56)

#### **2.1.4 Materi Larutan Penyangga**

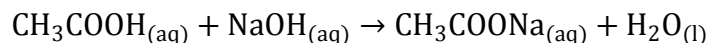
##### ***2.1.4.1 Pengertian Larutan Penyangga***

Larutan penyangga adalah larutan yang mengandung asam lemah dan basa konjugasinya atau basa lemah dan asam konjugasinya. Larutan buffer mempunyai sifat menyangga usaha untuk mengubah pH seperti penambahan asam, basa, atau pengenceran. Artinya, pH larutan buffer praktis tidak berubah walaupun kepadanya ditambahkan sedikit asam kuat atau basa kuat atau bila larutan diencerkan.

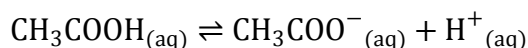
##### ***2.1.4.2 Komponen Larutan Penyangga***

Larutan penyangga dibedakan atas larutan penyangga asam dan larutan penyangga basa. Larutan penyangga asam merupakan larutan antara asam lemah dan basa konjugasinya. Larutan penyangga asam dapat dibuat dengan cara

mencampurkan larutan asam lemah dengan basa konjugasinya, misalnya larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dan  $\text{CH}_3\text{COONa}$ . Larutan penyangga asam juga dapat dibuat dengan cara mereaksikan asam lemah dengan basa kuat dengan syarat pada akhir reaksi ada sisa asam lemah, sedangkan basa kuat habis bereaksi.

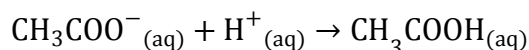


Karena  $\text{NaOH}$  habis bereaksi dan ada sisa  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , pada akhir reaksi terdapat larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dan  $\text{CH}_3\text{COONa}$  yang merupakan komponen pembentuk larutan penyangga. Larutan itu akan membentuk kesetimbangan sebagai berikut:

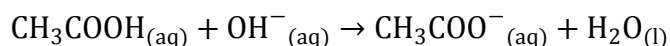


Apabila ditambahkan sedikit asam ( $\text{H}^+$ ) atau basa ( $\text{OH}^-$ ) ke dalam larutan tersebut, akan terjadi reaksi berikut.

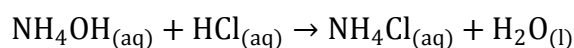
a. Jika ditambahkan asam maka ion  $\text{H}^+$  dari asam akan bereaksi dengan ion  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  membentuk  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , menurut reaksi:



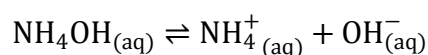
b. Jika ditambahkan basa, ion  $\text{OH}^-$  akan dinetralkan oleh  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , menurut reaksi:



Larutan penyangga basa merupakan larutan antara basa lemah dengan asam konjugasinya. Larutan penyangga basa dapat dibuat dengan cara mencampur larutan basa lemah dengan asam konjugasinya, misalnya larutan  $\text{NH}_4\text{OH}$  dan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (komponen penyangganya  $\text{NH}_4\text{OH}$  dan  $\text{NH}_4^+$ ). Larutan penyangga basa juga dapat dibuat dengan cara mereaksikan basa lemah dengan asam kuat dengan syarat akhir reaksi terdapat sisa basa lemah, sedangkan asam kuat habis bereaksi.

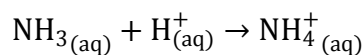


Karena HCl habis bereaksi dan terdapat sisa  $\text{NH}_4\text{OH}$ , pada akhir reaksi terdapat  $\text{NH}_4\text{OH}$  dan  $\text{NH}_4^+$  (asam konjugasi dari  $\text{NH}_4\text{OH}$ ). Larutan ini akan membentuk kesetimbangan sebagai berikut:

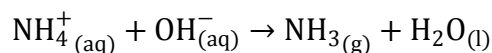


Apabila ditambahkan sedikit asam ( $\text{H}^+$ ) atau basa ( $\text{OH}^-$ ) ke dalam larutan tersebut, akan terjadi reaksi berikut.

a. Jika ditambahkan asam maka ion  $\text{H}^+$  akan dinetralkan oleh basa, menurut reaksi:

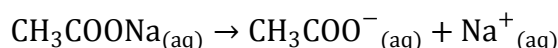
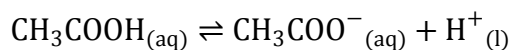


b. Jika ditambahkan basa, ion  $\text{OH}^-$  akan bereaksi dengan ion  $\text{NH}_4^+$ , menurut reaksi:



#### **2.1.4.3 Perhitungan pH Larutan Penyangga**

Larutan penyangga dari asam lemah dan basa konjugasinya ialah larutan yang dibuat dengan mereaksikan larutan asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) dengan larutan garam natrium asetat ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ ). Larutan tersebut terionisasi dalam air sebagai berikut:



Asam asetat adalah asam lemah. Tetapan ionisasi untuk reaksi ionisasi asam asetat adalah:

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

Asam asetat hanya sedikit terionisasi, sedangkan natrium asetat terionisasi sempurna. Ion  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  dari garam mengakibatkan kesetimbangan asam bergeser ke kiri, sehingga asam asetat yang mengion semakin kecil. Untuk memudahkan dalam perhitungan, konsentrasi asam asetat dalam larutan dianggap

tetap dan ion  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  dianggap hanya berasal dari garam, sedangkan  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  yang berasal dari asam asetat diabaikan. Sehingga persamaan di atas dapat ditulis sebagai berikut:

$$K_a = \frac{[\text{BKj}][\text{H}^+]}{[\text{AL}]} \quad \text{atau} \quad [\text{H}^+] = K_a \frac{[\text{AL}]}{[\text{BKj}]}$$

Volume larutan adalah volume campuran asam dan basa konjugasi, sehingga pH larutan penyangga hanya bergantung pada tetapan ionisasi asam serta perbandingan mol asam dan basa konjugasi.

$$[\text{H}^+] = K_a \frac{\frac{\text{mol AL}}{V}}{\frac{\text{mol BKj}}{V}}$$

Persamaan tersebut pada volume yang sama dapat ditulis sebagai berikut:

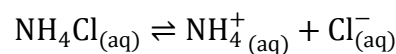
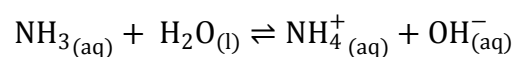
$$[\text{H}^+] = K_a \frac{\text{mol AL}}{\text{mol BKj}}$$

Sehingga,

$$\text{pH} = -\log \left( K_a \frac{\text{mol AL}}{\text{mol BKj}} \right) = -\log K_a - \log \frac{\text{mol AL}}{\text{mol BKj}}$$

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{\text{mol AL}}{\text{mol BKj}}$$

Larutan penyangga dari basa lemah dan asam konjugasinya ialah larutan yang dibuat dengan mereaksikan larutan basa amonia ( $\text{NH}_3$ ) dengan larutan garam amonium klorida ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ). Larutan itu akan terionisasi sebagai berikut:



Tetapan ionisasi basa lemah  $\text{NH}_3$  adalah:

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

Konsentrasi  $\text{H}_2\text{O}$  dianggap konstan, ion  $\text{NH}_4^+$  dianggap hanya berasal dari garam, sedangkan konsentrasi  $\text{NH}_3$  dianggap tetap, karena pengaruh ion  $\text{NH}_4^+$  dari  $\text{NH}_4\text{Cl}$  menyebabkan kesetimbangan bergeser ke pihak  $\text{NH}_3$ . Sehingga persamaan dapat



dituliskan: 
$$K_b = \frac{[AKj][OH^-]}{[BL]} \text{ atau } [OH^-] = K_b \frac{[BL]}{[AKj]}$$

Volume larutan adalah volume larutan antara basa dan asam konjugasinya, maka persamaan menjadi:

$$[OH^-] = K_b \frac{\frac{\text{mol BL}}{V}}{\frac{\text{mol AKj}}{V}}$$

Persamaan tersebut pada volume yang sama dapat ditulis sebagai berikut:

$$[OH^-] = K_b \frac{\text{mol BL}}{\text{mol AKj}}$$

Sehingga, 
$$pOH = -\log \left( K_b \frac{\text{mol BL}}{\text{mol AKj}} \right) = -\log K_b - \log \frac{\text{mol BL}}{\text{mol AKj}}$$

$$pOH = pK_b + \log \frac{\text{mol BL}}{\text{mol AKj}}$$

$$pH = 14 - pOH$$

#### **2.1.4.4 Kapasitas Larutan Penyangga**

Kapasitas penyangga mengacu pada jumlah asam atau basa yang dapat ditambahkan ke dalam larutan penahan sebelum terjadi perubahan pH yang besar. Pada umumnya, kapasitas maksimum untuk menahan perubahan pH terjadi jika konsentrasi-konsentrasi asam (basa) lemah dan basa (asam) konjugasinya dijaga tetap tinggi atau kurang lebih sama satu sama lain. Larutan penyangga mempunyai kapasitas maksimum pada  $pH = pK_a$  atau  $pOH = pK_b$ . Hal ini berarti larutan penyangga efektif pada daerah  $pK_a - \log \frac{a}{g} < pH < pK_a + \log \frac{a}{g}$  untuk larutan penyangga asam, sedangkan untuk larutan penyangga basa efektif pada daerah  $pK_b - \log \frac{b}{g} < pOH < pK_b + \log \frac{b}{g}$ . Bilamana perbandingan konsentrasi asam/basa konjugasi terhadap elektrolit lemahnya lebih kecil dari 0,10 atau lebih

besar dari 10, larutan penahan akan kehilangan keefektifannya. Hal ini karena  $\log 0,10 = -1$  dan  $\log 10 = +1$ , maka selang penahan efektif adalah kira-kira satu unit pH di atas atau di bawah nilai pK. Untuk larutan penahan asam asetat-natrium asetat, selang efektif adalah di antara pH 3,76 sampai 5,76, sedangkan untuk ammonia-amonium klorida, sekitar pH 8,24 sampai 10,24.

#### **2.1.4.5 Fungsi Larutan Penyangga**

Di dalam tubuh manusia terjadi reaksi kimia yang dipercepat oleh enzim tertentu. Enzim akan bekerja efektif pada pH tertentu. Untuk mempertahankan nilai pH agar reaksi kimia tidak terganggu, tubuh dilengkapi dengan sistem larutan penyangga. Darah manusia dalam keadaan normal mempunyai pH antara 7,35–7,45. Nilai pH tersebut dipertahankan oleh tiga larutan penyangga, yaitu larutan penyangga karbonat, hemoglobin, dan oksihemoglobin. Larutan penyangga lain yang ada dalam tubuh manusia adalah larutan penyangga fosfat yang terdapat dalam sel dan kelenjar ludah. Larutan penyangga fosfat merupakan campuran antara  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  dan basa konjugasinya  $\text{HPO}_4^{2-}$ .

Larutan penyangga juga berfungsi dalam bidang industri, misalnya industri obat-obatan, terutama obat tetes mata, obat suntik dan infus, pHnya harus disesuaikan dengan pH cairan tubuh, agar saat dipakai tidak menimbulkan dampak negatif bagi tubuh (Purba, 2006).

## **2.2 Penelitian Yang Relevan**

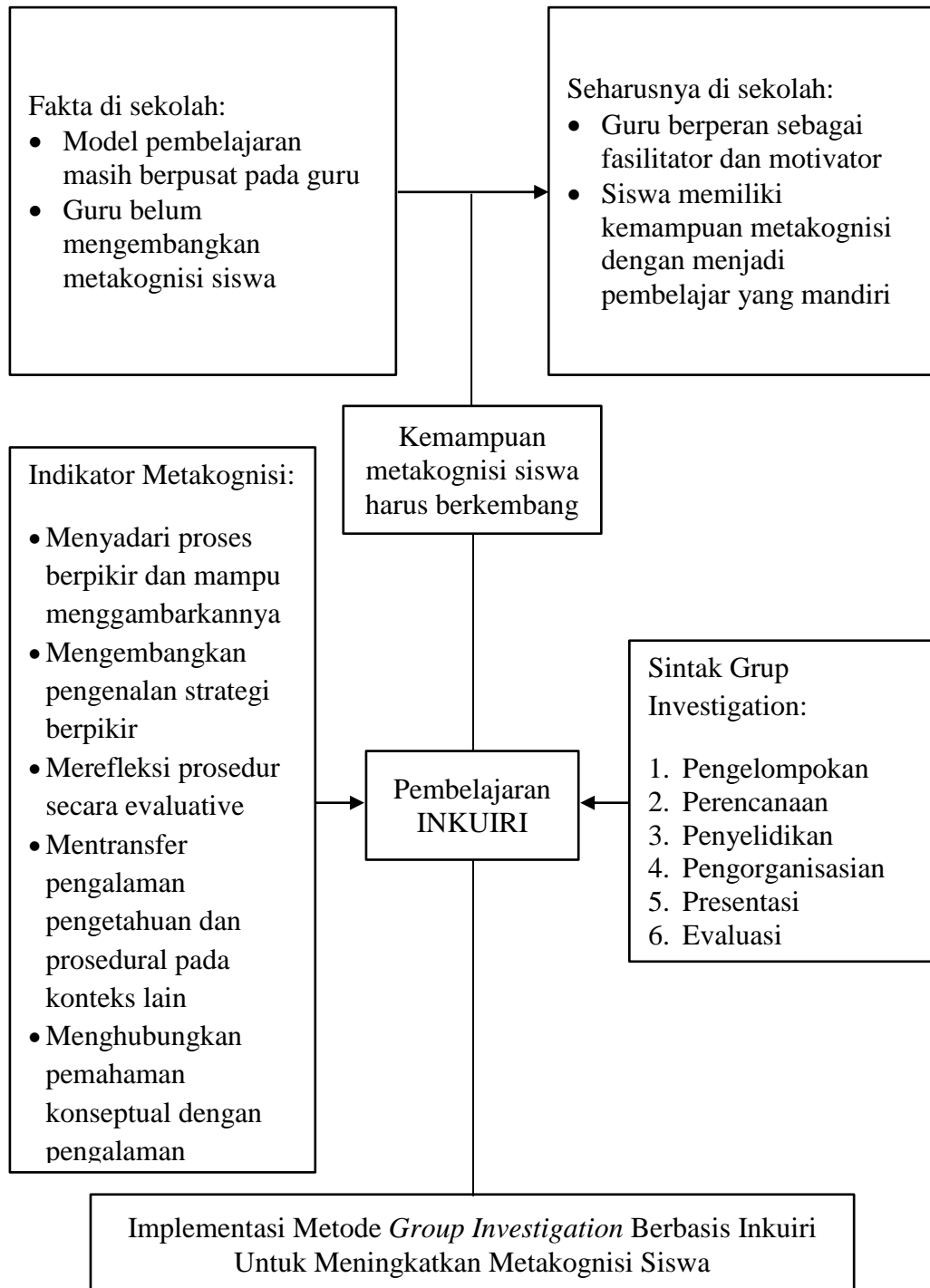
1. Hasil penelitian eksperimen yang dilakukan oleh Wahyuningsih (2012) dengan judul “*Penerapan Model Kooperatif Group Investigation Berbasis Eksperimen Inkuiri Terbimbing Untuk Meningkatkan Aktivitas Belajar*” menunjukkan hasil

bahwa diperoleh peningkatan hasil belajar pada kelas eksperimen dan kelas kontrol yaitu sebesar 0,62 dan 0,52. Selain itu, dari uji t satu pihak, data hasil belajar diperoleh  $t_{hitung} (3,91) > t_{tabel} (1,67)$  dengan taraf signifikan 5%. Dari hasil penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa penggunaan model *group investigation* berbasis eksperimen inkuiri terbimbing efektif dalam meningkatkan aktivitas dan hasil belajar kognitif siswa pada materi pemantulan cahaya dibandingkan dengan metode eksperimen sederhana.

2. Hasil penelitian eksperimen yang dilakukan oleh Widowati (2013) yang berjudul "*Pengaruh Pembelajaran Kooperatif Tipe Group Investigation Berbasis Eksperimen Inkuiri Terhadap Motivasi Belajar Siswa*". Hasil uji t didapatkan terdapat perbedaan motivasi belajar siswa antara sebelum dan sesudah pembelajaran pada kelas eksperimen. Sedangkan berdasarkan uji gain didapatkan peningkatan motivasi belajar kelas eksperimen (0,14) lebih tinggi daripada kelas kontrol (0,04). Hasil peningkatan motivasi ini juga berpengaruh terhadap hasil belajar kognitif siswa. Hasil uji t didapatkan terdapat perbedaan nilai posttest kelas eksperimen (61) dengan kelas kontrol (49,1). Sedangkan hasil uji gain didapatkan peningkatan hasil belajar kognitif kelas eksperimen (0,43) lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol (0,25). Berdasarkan hasil analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa pembelajaran kooperatif tipe GI berbasis eksperimen inkuiri berpengaruh terhadap motivasi belajar dan hasil belajar kognitif siswa.
3. Hasil penelitian Kipnis dan Hofstein (2008) dengan judul "*The Inquiry Laboratory as a Source for Development of Metacognitive Skills*"

menunjukkan bahwa saat melakukan aktivitas inkuiri, siswa berlatih kemampuan metakognitif mereka dalam berbagai tahap proses inkuiri. Analisis wawancara menunjukkan bahwa siswa yang berpartisipasi dalam penelitian mengungkapkan pengetahuan metakognitifnya berkenaan dengan aktivitas inkuiri.

### 2.3 Kerangka Berpikir



Gambar 2. Kerangka Berfikir

## 2.4 Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah dan latar belakang yang dipaparkan maka peneliti mengajukan hipotesis yaitu metode *group investigation* berbasis inkuiri dapat meningkatkan metakognisi siswa pada materi larutan penyangga.

## BAB 3

### METODE PENELITIAN

#### 4.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Eksperimen adalah penelitian yang berusaha mencari pengaruh variabel tertentu terhadap variabel yang lain dalam kondisi yang terkontrol secara ketat. Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian eksperimen ini adalah *pretest-posttest group design*. Rancangan ini melibatkan hasil tes dari dua kelompok yang dibandingkan, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol berdasarkan perbedaan antara pengukuran awal dan pengukuran akhir dari kedua kelompok. Rancangan penelitian ini tampak pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Rancangan Penelitian

Kelompok	<i>Pretest</i>	<i>Treatment</i>	<i>Posttest</i>
Eksperimen	P <sub>1</sub>	X	P <sub>2</sub>
Kontrol	P <sub>1</sub>	Y	P <sub>2</sub>

Keterangan:

P<sub>1</sub> : Tes awal (*pretest*) yang diberikan sebelum proses belajar mengajar dimulai, diberikan kepada kedua kelompok (eksperimen dan kontrol)

X : perlakuan yang diberikan kepada kelompok eksperimen yaitu dengan menggunakan metode *group investigation* berbasis inkuiri

Y : perlakuan yang diberikan kepada kelompok kontrol yaitu dengan menggunakan metode *group investigation*

P<sub>2</sub> : Tes akhir (*posttest*) yang diberikan setelah proses pembelajaran

### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan dan dilaksanakan di SMA N 2 PATI di Kabupaten Pati, Jawa Tengah. Penelitian dilakukan pada tahun ajaran 2014/2015 sekitar bulan Maret 2015.

### 3.3 Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI MIA SMA N 2 PATI yang terdiri pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Data Siswa Kelas XI MIA SMA N 2 PATI

No	Kelas	Jumlah Siswa
1.	XI MIA 1	36
2.	XI MIA 2	39
3.	XI MIA 3	38
4.	XI MIA 4	36
5.	XI MIA 5	38
6.	XI MIA 6	38
7.	XI MIA 7	38

Pengambilan sampel dalam penelitian ini dilakukan setelah melakukan uji normalitas dan uji homogenitas pada nilai Ujian Akhir Semester I siswa kelas XI. Hasil uji normalitas dari ketujuh kelas disajikan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Hasil Uji Normalitas Populasi

No	Kelas	$X^2_{hitung}$	$X^2_{tabel}$	Kriteria
1.	XI MIA 1	4,47	9,49	Berdistribusi Normal
2.	XI MIA 2	9,14	9,49	Berdistribusi Normal
3.	XI MIA 3	0,73	9,49	Berdistribusi Normal
4.	XI MIA 4	8,04	9,49	Berdistribusi Normal
5.	XI MIA 5	14,07	9,49	Tidak Berdistribusi Normal
6.	XI MIA 6	6,75	9,49	Berdistribusi Normal
7.	XI MIA 7	10,59	9,49	Tidak Berdistribusi Normal

Berdasarkan hasil perhitungan uji normalitas data populasi terdapat dua kelas yang tidak berdistribusi normal, yaitu kelas XI MIA 5 dan XI MIA 7,



sehingga kedua kelas ini tidak digunakan dalam pengujian homogenitas populasi. Kelima kelas yang berdistribusi normal yaitu kelas XI MIA 1, XI MIA 2, XI MIA 3, XI MIA 4 dan XI MIA 6 dilakukan uji homogenitas. Berdasarkan hasil analisis, diperoleh  $\chi^2_{hitung} = 5,7771$  dan  $\chi^2_{tabel} 9,49$  dengan  $dk = 4$  dan  $\alpha = 5\%$ . Karena  $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$  maka dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  diterima. Hal ini menunjukkan bahwa kelima kelas tersebut homogen, sehingga memenuhi syarat untuk pengambilan sampel dengan teknik *cluster random sampling*, yaitu mengambil 2 kelas (satu kelas eksperimen dan satu kelas dijadikan kelas kontrol) secara acak dengan pertimbangan populasi yang ada terbagi dalam kelas-kelas yang berdistribusi normal dan memiliki homogenitas yang sama. Alasan digunakan teknik *cluster random sampling* dalam penelitian ini supaya penelitian objektif maka pengambilan sampel dilakukan secara acak, karena desain penelitian yang digunakan adalah *pretest-posttest group design* maka pemilihan sampel harus secara random. Setelah dipilih secara acak, maka terpilih kelas XI MIA 3 sebagai kelas eksperimen dan XI MIA 4 sebagai kelas kontrol.

### **3.4 Variabel Penelitian**

#### **3.4.1 Variabel Bebas**

Variabel bebas yang digunakan yaitu metode pembelajaran. Metode pembelajaran *group investigation* berbasis inkuiri diterapkan pada kelas eksperimen dan metode *group investigation* diterapkan pada kelas kontrol.

### **3.4.2 Variabel Terikat**

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kemampuan metakognisi siswa kelas XI SMA N 2 PATI pada materi larutan penyangga dengan melihat hasil tes penguasaan konsep dan angket metakognisi sesuai indikator metakognisi.

### **3.4.3 Variabel Kontrol**

Variabel kontrol yaitu variabel yang dijaga atau dikendalikan agar selalu konstan. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah guru, kurikulum, mata pelajaran dan jumlah jam pelajaran yang sama.

## **3.5 Teknik Pengumpulan Data**

### **3.5.1 Tes**

Metode pengumpulan data dilakukan dengan tes berbentuk uraian bermuatan konsep dengan indikator metakognisi pada materi larutan penyangga. Tes yang diberikan terdiri dari *pretest* dan *posttest*.

### **3.5.2 Angket**

Metode pengumpulan data dilakukan dengan angket bertujuan untuk mengetahui respon dan data mengenai kemampuan metakognisi siswa dan tanggapan siswa terhadap metode *group investigation* berbasis inkuiri. Hasil angket dianalisis secara deskriptif dengan membuat tabel frekuensi jawaban siswa kemudian dianalisis dan disimpulkan.

### **3.5.3 Dokumentasi**

Metode dokumentasi adalah cara mengumpulkan data mengenai hal-hal atau variabel yang berupa catatan, transkrip, buku, surat kabar, majalah, notulen rapat, agenda, dan sebagainya (Arikunto, 2010). Metode dokumentasi digunakan

untuk memperoleh data tentang siswa, nama-nama sampel penelitian kelompok kontrol dan kelompok eksperimen, serta data profil sekolah.

### **3.6 Prosedur Penelitian**

#### **3.6.1 Tahap Persiapan**

Persiapan penelitian diawali dengan menyusun perangkat pembelajaran (silabus, RPP, LDS inkuiri), merancang instrumen penelitian (soal, angket, dan lembar observasi), menentukan sampel yang menjadi kelompok perlakuan dengan teknik *cluster random sampling*, dan melakukan validasi instrumen.

#### **3.6.2 Tahap Pelaksanaan**

Pelaksanaan penelitian dimulai dengan melakukan *pretest* pada kelas kontrol dan kelas eksperimen untuk mengetahui tingkat kemampuan metakognisi siswa. Langkah berikutnya melaksanakan pembelajaran dengan metode *group investigation* berbasis inkuiri pada kelas eksperimen dan metode *group investigation* pada kelas kontrol. Penelitian diakhiri dengan melaksanakan *posttest* pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol.

#### **3.6.3 Tahap Pengukuran Hasil**

Pengukuran dan penilaian kemampuan metakognisi mengacu pada indikator metakognisi dilakukan setelah melakukan perlakuan dengan menggunakan tes uraian, sedangkan angket digunakan untuk mengetahui tingkat metakognisi siswa serta respon siswa terhadap metode *group investigation* berbasis inkuiri.

### 3.7 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengukur suatu fenomena dalam penelitian. Adapun daftar instrumen yang digunakan dalam penelitian ini disajikan dalam Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Daftar Instrumen Penelitian

No	Jenis Instrumen	Target yang diukur	Instrumen	Target
1	Instrumen Tes	Kemampuan metakognisi siswa	Tes bentuk uraian bermuatan konsep dengan indikator metakognisi	Siswa
2.	Instrumen Non-tes	Tanggapan siswa terhadap metode <i>group investigation</i> berbasis inkuiri	Angket	Siswa
		Kemampuan metakognisi siswa	Angket	Siswa
		Hasil belajar afektif	Lembar observasi	Siswa
		Hasil belajar psikomotorik	Lembar observasi	Siswa

#### 3.7.1 Prosedur Penyusunan Instrumen Penelitian

##### 3.7.1.1 Penyusunan Instrumen Tes

Penyusunan instrumen tes berupa soal uraian bermuatan konsep dengan indikator metakognisi dilakukan dengan langkah sebagai berikut: (1) melakukan pembatasan materi yang diujikan yaitu materi larutan penyangga, (2) menentukan tipe soal yaitu soal uraian sebanyak 14 soal, (3) menentukan alokasi waktu, (4) membuat kisi-kisi soal sesuai dengan materi pokok dan indikator metakognisi yang terlampir pada Lampiran 4, (5) memvalidasi instrumen oleh guru mapel kimia dan dosen kimia, (6) mengujicobakan instrumen dan menghitung reliabilitasnya, (7) memilih soal yang sudah teruji berdasarkan analisis yang dilakukan.

### ***3.7.1.2 Penyusunan Instrumen Non-tes***

#### **3.7.1.2.1 Lembar angket metakognisi siswa**

Penyusunan angket diawali dengan menentukan jumlah indikator metakognisi yang akan diamati sebanyak 25 butir pernyataan. Menentukan tipe angket metakognisi yang berupa daftar *rating scale* dengan jawaban sangat setuju, setuju, kurang setuju, dan tidak setuju. Isi angket dikonsultasikan oleh pakar yaitu dosen pembimbing. Lembar angket metakognisi siswa dapat dilihat pada Lampiran 11.

#### **3.7.1.2.2 Lembar angket tanggapan siswa**

Penyusunan angket diawali dengan menentukan jumlah indikator yang akan diamati untuk mengetahui tanggapan siswa terhadap metode yang diterapkan sebanyak 10 butir pernyataan. Menentukan tipe angket metakognisi yang berupa daftar *rating scale* dengan jawaban sangat setuju, setuju, kurang setuju, dan tidak setuju. Menyusun aspek yang telah ditentukan dalam lembar angket. Isi angket dikonsultasikan oleh pakar yaitu dosen pembimbing. Lembar angket tanggapan siswa dapat dilihat pada Lampiran 10.

#### **3.7.1.2.3 Lembar observasi**

Langkah-langkah penyusunan instrumen lembar observasi afektif dan psikomotorik diawali dengan menentukan aspek yang akan diamati dalam penilaian. Menentukan bentuk lembar observasi. Menyusun lembar observasi beserta rubrik penilaian dan diskonsultasikan kepada dosen pembimbing.

### 3.7.2 Instrumen Tes

#### 3.7.2.1 Validitas Isi

Validitas yang digunakan untuk menguji instrumen tersebut adalah validitas isi oleh pakar/ahli menggunakan lembar validasi. Para ahli yang memvalidasi adalah dosen pembimbing dan guru pengampu mata pelajaran kimia SMA N 2 Pati. Hasil validasi isi oleh pakar menunjukkan butir instrumen sangat sesuai dengan indikator dan tujuan pembelajaran. Rincian skor penilaian sudah tersedia, kisi-kisi soal cukup sesuai dengan materi pembelajaran. Kunci jawaban yang tersedia sangat sesuai dengan pertanyaan soal. Petunjuk pengerjaan soal sangat jelas. Pemilihan bentuk soal cukup sesuai dengan indikator metakognisi. Bahasa yang digunakan cukup jelas dan mudah dipahami.

#### 3.7.2.2 Reliabilitas

Reliabilitas dapat diartikan bahwa suatu instrumen cukup dapat dipercaya sebagai alat pengumpul data karena instrumen tersebut baik. Suatu instrumen tes dapat dikatakan baik apabila instrumen tes tersebut digunakan berulang kali. Dengan syarat saat pengukuran tidak berubah, instrumen tes tersebut memberikan hasil yang sama. Reliabilitas instrumen tes pada penelitian ini menggunakan rumus Alpha karena tes yang digunakan pada penelitian ini adalah tes tertulis berbentuk uraian. Data untuk mencari reliabilitas dianalisis dengan Tabel 3.6. Sedangkan kriteria reliabilitas instrumen didasarkan pada klasifikasi Guilford yang disajikan dalam Tabel 3.5. Adapun rumus untuk mencari reliabilitas instrumen tes adalah sebagai berikut:

$$r_{ii} = \left[ \frac{k}{k-1} \right] \left[ 1 - \frac{\sum \sigma_b^2}{\sigma_t^2} \right] \quad (\text{Arikunto, 2006})$$

## Keterangan

- $r_{ii}$  = reliabilitas tes secara keseluruhan
- $k$  = banyaknya butir pertanyaan atau banyaknya soal
- $\sum \sigma_b^2$  = jumlah varians butir
- $\sigma_t^2$  = varians total

Tabel 3.5. Kriteria Reliabilitas Instrumen

Interval koefisien	Kriteria
0.81-1.00	Sangat tinggi
0.61-0.80	Tinggi
0.41-0.60	Rendah
0.21-0.40	Sedang
<0.20	Sangat rendah

Analisis pada soal uraian yang diuji cobakan sebanyak 14 soal diperoleh harga reliabilitas sebesar 0,64 sehingga dapat dikategorikan dengan kriteria tinggi. Hasil perhitungan reliabilitas soal uraian dapat dilihat pada Lampiran 6.

### 3.7.3 Analisis Instrumen Non-tes

Instrumen penilaian menggunakan lembar angket metakognisi dengan indikator metakognisi dan lembar angket respon siswa terhadap metode *group investigation* berbasis inkuiri. Tahap selanjutnya divalidasi dan mengukur reliabilitas. Validasi angket metakognisi dan angket respon siswa adalah dengan menggunakan validasi isi, dimana instrumen memiliki kesesuaian isi dengan indikator – indikator yang diamati. Validasi ini dilakukan oleh validator yaitu dosen kimia Unnes, sedangkan untuk reliabilitasnya dihitung menggunakan rumus Alpha sebagai berikut (Arikunto, 2006):

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum S^2_j}{S^2_x} \right)$$

Keterangan:

$\alpha$  = koefisien reliabilitas alpha

k = jumlah item

Sj = varians responden untuk item I

Sx = jumlah varians skor total

Analisis reliabilitas angket metakognisi siswa dalam penelitian ini diperoleh harga reliabilitas sebesar 0,85 dengan kriteria sangat tinggi dan angket respon siswa diperoleh harga reliabilitas sebesar 0,85 dengan kriteria sangat tinggi. Reliabilitas yang diperoleh tersebut dengan kriteria sangat tinggi sehingga dapat digunakan dalam penelitian. Analisis reliabilitas lembar angket metakognisi dan tanggapan siswa selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 24-25. Reliabilitas lembar observasi afektif sebesar 0,78 dengan kriteria tinggi. Lembar observasi psikomotorik diperoleh harga reliabilitas sebesar 0,79 dengan kriteria tinggi. Hasil perhitungan reliabilitas lembar observasi afektif dan psikomotorik dapat dilihat pada Lampiran 31 dan Lampiran 33.

### **3.8 Teknik Analisis Data**

Data yang diperoleh melalui instrumen penelitian selanjutnya diolah dan dianalisis dengan maksud agar hasilnya dapat menjawab pertanyaan penelitian dan menguji hipotesis. Dalam pengelolaan dan penganalisisan data tersebut digunakan statistik.

#### **3.8.1 Analisis Data Awal**

Analisis data tahap awal dilakukan sebagai syarat dalam pengambilan sampel penelitian. Data yang digunakan dalam analisis data awal adalah data nilai



ujian akhir semester ganjil kelas XI MIA SMA N 2 PATI yang disajikan pada

Tabel 3.7. Analisis data tahap awal meliputi uji normalitas dan homogenitas.

Tabel 3.7. Data Awal Populasi

Kelas	n	Rata-rata	SD	Skor tertinggi	Skor terendah
XI MIA 1	36	58	105,83	82	36
XI MIA 2	39	59	84,91	77	39
XI MIA 3	38	58	125,62	90	33
XI MIA 4	36	46	81,71	72	22
XI MIA 5	38	54	160,33	75	27
XI MIA 6	38	46	159,06	69	27
XI MIA 7	38	51	150,27	70	25

### 3.8.1.1 Uji Normalitas

Uji ini dilakukan untuk mengetahui data yang akan diuji normal atau tidak.

Uji statistik yang digunakan adalah uji chi-kuadrat dengan rumus:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (\text{Sudjana, 2002:273})$$

Keterangan :

$\chi^2$  = chi kuadrat

$O_i$  = frekuensi pengamatan

$E_i$  = frekuensi yang diharapkan

$k$  = banyaknya kelas interval

$i$  = 1,2,3,...,k

Kriteria pengujian adalah jika  $\chi^2$  hitung <  $\chi^2(1-\alpha)(k-3)$  (taraf signifikan 5%) maka distribusi data tidak berbeda dengan distribusi normal atau data berdistribusi normal. Jika  $\chi^2$  hitung >  $\chi^2(1-\alpha)(k-3)$  (taraf signifikan 5%) maka distribusi data berbeda dengan distribusi normal atau data tidak berdistribusi normal. Hasil perhitungan uji normalitas disajikan dalam Tabel 3.3.

Berdasarkan hasil perhitungan uji normalitas, terdapat dua kelas yang tidak berdistribusi normal, dimana  $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{tabel}$ , sehingga kedua kelas ini tidak diikuti dalam pengambilan sampel. Analisis selengkapnya dimuat dalam Lampiran 2.

### 3.8.1.2 Uji Homogenitas

Uji homogenitas digunakan untuk menunjukkan bahwa populasi benar-benar homogen. Menurut Sudjana (2002: 263), rumus yang dapat digunakan adalah uji *Bartlett*.

$$X^2 = (\ln 10)\{B - \sum(n_i - 1)\log S_i^2\}$$

dengan

$$B = (\log S_i^2)\sum((n_i - 1)$$

$$S^2 = \frac{\sum(n_i - 1)S_i^2}{\sum(n_i - 1)}$$

Keterangan:

X<sup>2</sup> = besarnya homogenitas

B = koefisien Bartlet

$S_i^2$  = variansi masing-masing kelas

$S^2$  = variansi gabungan

ni = jumlah siswa dalam kelas

Kriteria pengujian: Ho diterima jika  $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{(1-\alpha)(k-1)}$ , dimana  $\chi^2_{(1-\alpha)(k-1)}$  didapat dari daftar distribusi chi-kuadrat dengan peluang  $(1-\alpha)$  dan dk =  $(k-1)$ . Ho adalah populasi memiliki varian yang sama atau homogen. Berdasarkan hasil analisis, diperoleh  $\chi^2_{hitung} = 5,7771$  dan  $\chi^2_{tabel} 9,49$  dengan dk = 4 dan  $\alpha = 5\%$ . Karena

$\chi^2_{\text{hitung}} < \chi^2_{\text{tabel}}$  maka dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  diterima. Hal ini menunjukkan bahwa kelima kelas tersebut memiliki varians yang sama atau homogen. Analisis selengkapnya dimuat dalam Lampiran 3.

### 3.8.2 Analisis Data Akhir

#### 3.8.2.1 Uji Normalitas

Uji ini digunakan untuk mengetahui data yang akan dianalisis normal atau tidak. Uji statistik yang digunakan adalah uji chi-kuadrat dengan rumus:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (\text{Sudjana, 2002:273})$$

Keterangan :

$\chi^2$  = chi kuadrat

$O_i$  = frekuensi pengamatan

$E_i$  = frekuensi yang diharapkan

$k$  = banyaknya kelas interval

$i$  = 1,2,3,...,k

Kriteria pengujian adalah jika  $\chi^2_{\text{hitung}} < \chi^2_{(1-\alpha)(k-3)}$  (taraf signifikan 5%) maka distribusi data tidak berbeda dengan distribusi normal atau data berdistribusi normal. Jika  $\chi^2_{\text{hitung}} > \chi^2_{(1-\alpha)(k-3)}$  (taraf signifikan 5%) maka distribusi data berbeda dengan distribusi normal atau data tidak berdistribusi normal. Jika data tidak berdistribusi normal analisis data menggunakan statistik nonparametrik.

#### 3.8.2.2 Uji Kesamaan Dua Varian

Sudjana (2002:250) menyatakan uji ini digunakan untuk mengetahui kesamaan dua kelas setelah perlakuan. Hipotesis yang akan diuji adalah:

$$H_a: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$H_o: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

Rumus:

$$F = \frac{\text{varians terbesar}}{\text{varians terkecil}}$$

Taraf signifikan ( $\alpha$ ) yang digunakan adalah sebesar 5% dengan dk pembilang adalah banyaknya data varians terbesar dikurangi satu dan dk penyebut adalah banyaknya data varian terkecil dikurangi satu, maka diperoleh  $F_{\frac{1}{2}(nb-1)(nk-1)}$  sebagai  $F_{\text{tabel}}$ . Setelah didapat nilai  $F_{\text{hitung}}$ , kemudian dibandingkan dengan nilai  $F_{\text{tabel}}$ . Jika  $F_{\text{hitung}} < F_{\frac{1}{2}(nb-1)(nk-1)}$ ,  $H_o$  diterima yang berarti kedua kelas tersebut mempunyai varian yang sama.

### 3.8.2.3 Uji Average Normalized Gain

Uji ini dilakukan untuk menguji hasil tes kemampuan metakognisi siswa berdasarkan indikator metakognisi dengan menggunakan rumus N-gain.

$$N\text{-gain} = \frac{\text{skor postes} - \text{skor pretes}}{\text{skor maksimal} - \text{skor pretes}}$$

Kategori peningkatannya adalah sebagai berikut:

$$N\text{-gain tinggi} = N\text{-gain} > 0,7$$

$$N\text{-gain sedang} = 0,7 > N\text{-gain} > 0,3$$

$$N\text{-gain rendah} = N\text{-gain} < 0,3$$

### 3.8.2.4 Uji Perbedaan Dua Rata-rata

Uji hipotesis dilakukan dengan statistik satu pihak, yaitu pihak kanan dengan rumus uji t. Sudjana (2002) menyatakan uji ini bertujuan untuk

mengetahui adanya perbedaan peningkatan kemampuan metakognisi antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Berdasarkan uji kesamaan dua varians:

1. Jika dua kelas mempunyai varians tidak berbeda ( $s_1^2 = s_2^2$ ) digunakan rumus  $t$ ,

$$t_{hitung} = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{s \sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} \quad \text{dengan } s = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Keterangan :

$\bar{X}_1$  = Rata-rata postes kelas eksperimen

$\bar{X}_2$  = Rata-rata postes kelas kontrol

$n_1$  = Jumlah siswa kelas eksperimen

$n_2$  = Jumlah siswa kelas kontrol

$s_1^2$  = Varians data kelas eksperimen

$s_2^2$  = Varians data kelas kontrol

$s$  = Simpangan baku gabungan

2. Jika dua kelas mempunyai varians yang berbeda ( $s_1^2 \neq s_2^2$ ) digunakan rumus  $t'$ ,

$$t'_{hitung} = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{(s_1^2 / n_1) + (s_2^2 / n_2)}}$$

Keterangan:

$\bar{X}_1$  = Rata-rata postes kelas eksperimen.

$\bar{X}_2$  = Rata-rata postes kelas kontrol.

$n_1$  = Jumlah siswa kelas eksperimen.

- $n_2$  = Jumlah siswa kelas kontrol.  
 $s_1$  = Simpangan baku kelas eksperimen.  
 $s_2$  = Simpangan baku kelas kontrol.  
 $s$  = Simpangan baku gabungan.

### 3.8.2.5 Hasil Respon Siswa

Pada analisis tahap ini, digunakan data hasil pengisian angket oleh siswa. Analisis angket pendapat siswa terhadap metode *group investigation* berbasis inkuiri dan angket metakognisi dilakukan secara deskriptif. Analisis hasil pengisian dilakukan dengan bentuk skala Likert, yakni setiap pernyataan diikuti dengan beberapa respon yang menunjukkan tingkatan (Arikunto, 2006).

Respon atau tanggapan terhadap masing-masing pertanyaan dinyatakan dalam 4 kategori, yaitu SS (sangat setuju), S (setuju), KS (kurang setuju), dan TS (tidak setuju). Dimana bobot untuk masing-masing kategori SS= 4; S= 3; KS= 2; TS= 1. Hasil angket kemudian dianalisis sesuai kriteria, yang ditentukan melalui membagi selisih jumlah skor maksimal dan jumlah skor minimal dengan jumlah kelas interval. Dari hasil perhitungan, klasifikasi tingkat metakognisi siswa menurut NCREL (Nugrahaningsih, 2011) disajikan dalam Tabel 3.8.

Tabel 3.8. Kriteria Tingkat Metakognisi Siswa

Skor	Kriteria
85-100	Metakognisi berkembang sangat baik
70-84	Metakognisi sudah berkembang baik
55-69	Metakognisi mulai berkembang
40-54	Metakognisi masih sangat beresiko
25-39	Metakognisi belum berkembang

Analisis tanggapan siswa terhadap metode bertujuan untuk mengetahui rata-rata nilai tiap aspek dalam kelas eksperimen. Untuk mengetahui rata-rata tiap

aspek , besarnya persentase tanggapan siswa dihitung dengan rumus :

$$\text{Rata-rata tiap aspek} = \frac{\text{Jumlah nilai}}{\text{Jumlah responden}} \times 100\% . \quad (\text{Arikunto, 2006: 243})$$

### 3.8.2.6 Analisis Deskriptif Aspek Afektif dan Aspek Psikomotorik

Data hasil observasi afektif dan psikomotor dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui nilai afektif dan psikomotorik. Kriteria nilai hasil observasi pada aspek afektif dan psikomotor disajikan pada Tabel 3.9. Rumus yang digunakan adalah:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimal}} \times 100 .$$

Tabel 3.9 Kriteria Nilai Hasil Observasi Afektif dan Psikomotorik.

Interval Nilai	Kriteria
$85 \leq \text{nilai} < 100$	Sangat Baik
$70 \leq \text{nilai} < 85$	Baik
$55 \leq \text{nilai} < 70$	Cukup
$40 \leq \text{nilai} < 55$	Kurang
$25 \leq \text{nilai} < 40$	Sangat Kurang

Tiap aspek pada lembar observasi kemudian dianalisis untuk mengetahui

rata-rata nilai tiap aspek dalam satu kelas tersebut dengan:

$$\text{Rata – rata nilai tiap aspek} = \frac{\text{jumlah nilai}}{\text{jumlah responden}} .$$

Tiap aspek dalam penilaian afektif dan psikomotorik dapat dikategorikan sangat tinggi jika rata-rata nilai 3,5-4,0; kategori tinggi jika rata-rata nilai 2,9-3,4; kategori sedang jika rata-rata nilai 2,3-2,8; kategori rendah jika rata-rata nilai 1,7-2,2; dan kategori sangat rendah jika rata-rata nilai 1,0-1,6.

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Simpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa:

1. Implementasi metode *group investigation* berbasis inkuiri dapat meningkatkan kemampuan metakognisi siswa pada materi larutan penyangga. Perhitungan N-gain sebesar 0,45 pada kelas eksperimen dan 0,33 pada kelas kontrol. Hasil uji perbedaan dua rata-rata dengan taraf signifikan 5% dan dk = 63, diperoleh  $t_{hitung}$  5,774 lebih besar dari  $t_{(0,95)(63)}$  1,998, sehingga dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan peningkatan yang signifikan, dimana hasil *posttest* kelas eksperimen lebih baik dari kelas kontrol. Hasil angket metakognisi siswa pada kelas eksperimen menunjukkan 63.16% metakognisi siswa sudah berkembang baik, sedangkan pada pada kelas kontrol metakognisi siswa sudah berkembang baik sebesar 26,11%.
2. Siswa memberikan tanggapan positif terhadap metode *group investigation* berbasis inkuiri, karena siswa tertarik dengan mata pelajaran kimia, mengalami kemudahan dalam memahami konsep, lebih mengerti tentang isi materi, bertanggungjawab dalam kelompok, aktif dalam pembelajaran, mampu mengumpulkan informasi dan menganalisisnya.



## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan, maka penulis mengajukan beberapa saran sebagai berikut:

1. Guru diharapkan dapat menggunakan metode pembelajaran yang mampu mengembangkan metakognisi siswa tidak hanya kemampuan kognitif saja.
2. Perlu adanya manajemen waktu oleh guru saat proses investigasi berlangsung.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai implementasi metode *group investigation* berbasis inkuiri terhadap materi lain agar dapat mengetahui keefektifan metode pembelajaran tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akcay, N. O., & Doymus, K. 2012. The Effects of Group Investigation and Cooperative Learning Techniques Applied in Teaching Force and Motion Subjects on Students Academic Achievements. *Journal of Educational Sciences Research*, 2(1): 109-123.
- Akyol, Z., & Garrison, R. 2011. Assessing Metacognition In An Online Community Of Inquiry. *Internet and Higher Education*. 183-190.
- Amnah, S. 2014. Profil Kesadaran dan Strategi Metakognisi Siswa Baru Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Islam Riau Pekanbaru. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. 3(1): 22-17.
- Anderson, D., & Thomas, G. P. 2014. 'Prospecting for Metacognition' In A Science Museum: A Metaphor Reflecting Hermeneutic Inquiry. *Educational Research*, 24(1): 1-20.
- Anderson, R. D. 2002. Reforming Science Teaching: What Research says about Inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1): 1-12.
- Aprilia, F., & Sugiarto, B. 2013. Keterampilan Metakognitif Siswa Melalui Penerapan Model pembelajaran Inkuiri Terbimbing Pada Materi Hidrolis garam. *Unesa Journal of Chemical Education*. 2(3): 36-41.
- Arifin, Z. 2012. *Evaluasi Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Arikunto, S. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Aunurrahman. 2009. *Belajar dan Pembelajaran*. Bandung: Alfabeta.
- Eragamreddy, N. 2013. Teaching Creative Thinking Skills. *IJ-ELTS*, 1(2): 124-145.
- Estes, C. A. 2004. Promoting Student-Centered Learning in Experiential Education. *Journal of Experiential Education*, 27(2): 141-160.
- Gulo, W. 2008. *Strategi Belajar-Mengajar*. Jakarta: Gramedia Sidiarans Indonesia.
- Haryani, S. 2012. *Membangun Metakognisi dan Karakter Calon Guru Melalui Pembelajaran Praktikum Kimia Analitik Berbasis Masalah*. Semarang: UNNES PRESS.
- Hosseini, S. M. 2014. Competitive Team-Based Learning versus Group Investigation with References to the Language Proficiency of Iranian EFL Intermediate Students. *International Journal of Instruction*, 7(1): 177-188.

- Jayapraba, G., & Kanmani, M. 2013. Metakognitive Awareness In Science Classroom Of Higher Secondary Students. *International Journal on New Trends in Education and Their Implication*, 4(3): 49-56.
- Kipnis, M., & Hofstein, A. 2008. The Inquiry Laboratory as a Source for Development of Metacognitive Skills. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6(3): 601-627.
- Mitchell, M. G., Montgomery, H., Holder, M., & Stuart, D. 2008. Group Investigation as a Cooperative Learning Strategy: An Integrated Analysis of the Literature. *The Alberta Journal of Educational Research*, 54(4): 388-395.
- Mokoginta, K. E., Sumampouw, H. M., & Wurarah, M. (2014). Implementasi Pembelajaran Group Investigation (GI) dipadukan Media Animasi untuk Meningkatkan Keterampilan Metakognitif Peserta Didik. *JSME MIPA UNIMA*, 2(13).
- Nugrahaningsih, T.K. 2011. *Using Metacognition In Learning Mathematics Toward Character Building*. Proceeding Seminar Internasional dan Konferensi ke-4 Pendidikan Matematika. Yogyakarta 21-23 Juli 2011.
- Peraturan Menteri Pendidikan Dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 54 tahun 2013
- Purba, Michael. 2006. *Kimia untuk SMA Kelas XI Semester 2*. Jakarta: Erlangga.
- Rahmawati, U., Kusuma, E., & Cahyono, E. 2012. Pembelajaran Buffer Menggunakan Metode Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Keaktifan. *Chemistry in Education*. 2(1): 136-141.
- Sanjaya, W. 2006. *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Shin, M. K., & Oh, P. S. 2005. Student's Reflection On Implementation Of Group Investigation In Korean Secondary Science Classrooms. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 327-349.
- Slavin, R. E. 2005. *Cooperative Learning Theory Research and Practice*. (N. Yusron, Trans.) Bandung: Nusa Dua.
- Sudjana. 2002. *Metode Statistika*. Bandung: Tarsito.
- Vajoczki, S., Watt, S., Vine, M. M., & Liao, R. 2011. Inquiry Learning: Level, Discipline, Class Size, What Matters? *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 5(1): 1-11.

- Wahyuningsih, I., Sarwi, & Sugianto. 2012. Penerapan Model Kooperatif Group Investigation Berbasis Eksperimen Inkuiri Terbimbing Untuk Meningkatkan Aktivitas Belajar. *Unnes Physics Education Journal*. 1(1): 1-6.
- Wang, P. H., Yen, Y. R., Wu, H. J., & Wu, P. L. 2013. The Learning Effectiveness Of inquiry-Based Instruction Among Vocational High School Students. *Educational Research International*, 2(2): 16-23.
- Widowati, S., Susanto, H., & Yulianto, A. 2013. Pengaruh Pembelajaran Kooperatif Tipe Group Investigation Berbasis Eksperimen Inkuiri Terhadap Motivasi Belajar Siswa. *Unnes Physics Education Journal*. 2(2): 13-18.

## Lampiran 1

## NILAI ULANGAN AKHIR SEMESTER I KIMIA

No.	Kelas						
	XI MIA 1	XI MIA 2	XI MIA 3	XI MIA 4	XI MIA 5	XI MIA 6	XI MIA 7
1	53	61	51	40	27	37	48
2	61	56	49	22	53	63	38
3	60	48	58	41	53	47	32
4	60	59	50	44	39	42	28
5	70	62	45	43	47	68	33
6	56	61	65	43	69	55	47
7	56	71	74	46	71	47	63
8	70	49	65	48	52	43	64
9	52	62	54	44	52	37	53
10	36	58	62	47	52	61	31
11	53	74	55	25	52	34	25
12	45	65	61	41	52	27	55
13	45	61	52	34	52	69	61
14	64	60	53	51	52	61	45
15	68	64	33	59	52	49	47
16	82	61	66	46	52	59	43
17	49	59	62	54	52	69	70
18	65	62	57	49	52	38	55
19	45	60	56	47	52	31	48
20	74	62	48	72	52	39	46
21	70	56	60	52	52	42	28
22	68	64	90	35	52	40	50
23	64	63	67	37	52	34	43
24	54	56	64	56	52	38	53
25	57	60	54	47	52	68	68
26	67	56	42	49	52	41	58
27	52	63	41	43	52	40	67
28	62	39	59	41	52	45	60
29	56	39	44	50	52	61	66
30	38	42	44	49	52	52	58
31	48	69	67	52	52	46	60
32	58	77	74	56	52	27	51
33	69	62	77	55	52	31	65
34	55	54	65	49	52	33	60
35	55	77	60	44	52	35	54
36	46	57	68	45	52	46	60
37		53	66		52	27	56
38		45	58		52	50	61
39		41					
$\Sigma X$	2083	2288	2216	1656	1971	1732	1950
$\chi$	58	59	58	46	52	46	51
$s^2$	105.8373	84.912281	125.62731	81.714286	39.738976	159.06117	150.27596
n	36	39	38	36	38	38	38
Max	82	77	90	72	71	69	70
Min	36	39	33	22	27	27	25
Rentang	46	38	57	50	44	42	45
log n	1.5563025	1.5910646	1.5797836	1.5563025	1.5797836	1.5797836	1.5797836
$K_{hitung}$	6.1357983	6.2505132	6.2132859	6.1357983	6.2132859	6.2132859	6.2132859
K	6	7	7	7	7	7	7
Interval	7.6666667	5.4285714	8.1428571	7.1428571	6.2857143	6	6.4285714
s	10.287726	9.214786	11.208359	9.0395954	6.3038858	12.611945	12.25871

## Lampiran 2

**UJI NORMALITAS DATA HASIL MID TEST KELAS XI MIA 1**

$H_0$  : Data berdistribusi normal

$H_a$  : Data tidak berdistribusi normal

**Pengujian Hipotesis**

Menggunakan rumus :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

**Kriteria yang digu**

Ho diterima jika  $c^2 < c^2_{(1-\alpha)(k-3)}$

**Pengujian Hipotesis**

Nilai Maksimal	=	82	Panjang Kelas	=	7.666667
Nilai Minimal	=	36	Rerata Kelompok	=	57.86111
Rentang	=	46	Simpangan Baku	=	10.28773
Banyak Kelas	=	7	n	=	36

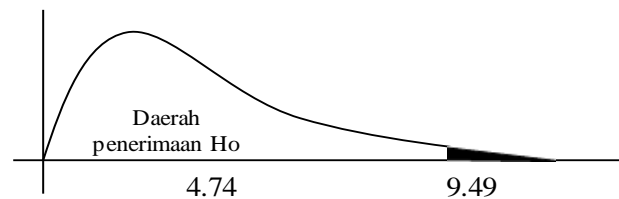
Kelas Interval	Batas Bawah Kelas	Nilai Tengah	Z untuk Batas Bawah	Peluang Untuk Z	Luas Untuk Z	Ei	Oi	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
36 - 42	35.5	39	-2.17	0.01	0.05	1.90	2	0.01
43 - 49	42.5	46	-1.49	0.07	0.14	5.06	6	0.18
50 - 56	49.5	53	-0.81	0.21	0.24	8.61	10	0.22
57 - 63	56.5	60	-0.13	0.45	0.26	9.39	6	1.22
64 - 70	63.5	67	0.55	0.71	0.18	6.56	10	1.81
71 - 77	70.5	74	1.23	0.89	0.08	2.93	1	1.27
78 - 84	77.5	81	1.91	0.97	0.02	0.84	1	0.03
85 - 91	84.5	88	2.59	1.00				

$c^2 = 4.74$

36

$\chi^2_{(1-\alpha)(k-3)} = 9.49$

$c^2_{hitung} = 4.74$



Kesimpulan : Data berdistribusi normal

## UJI NORMALITAS DATA HASIL MID TEST KELAS XI MIA 2

$H_0$  : Data berdistribusi normal

$H_a$  : Data tidak berdistribusi normal

### Pengujian Hipotesis

Menggunakan rumus :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

### Kriteria yang digu

Ho diterima jika  $c^2 < c^2_{(1-\alpha)(k-3)}$

### Pengujian Hipotesis

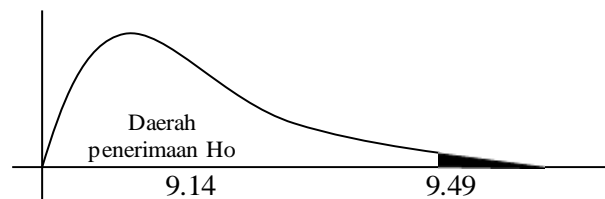
Nilai Maksimal	=	77			Panjang Kelas	=	5.428571
Nilai Minimal	=	39			Rerata Kelompok	=	58.66667
Rentang	=	38			Simpangan Baku	=	9.214786
Banyak Kelas	=	7			n	=	39

	Kelas Interval	Batas Bawah Kelas	Nilai Tengah	Z untuk Batas Bawah	Peluang Untuk Z	Luas Untuk Z	Ei	Oi	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
	39 - 44	38.5	41.5	-2.19	0.01	0.05	1.86	4	2.45
	45 - 50	44.5	47.5	-1.54	0.06	0.13	4.90	3	0.74
	51 - 56	50.5	53.5	-0.89	0.19	0.22	8.55	6	0.76
	57 - 62	56.5	59.5	-0.24	0.41	0.25	9.92	16	3.73
	63 - 68	62.5	65.5	0.42	0.66	0.20	7.63	5	0.91
	69 - 74	68.5	71.5	1.07	0.86	0.10	3.90	3	0.21
	75 - 80	74.5	77.5	1.72	0.96	0.03	1.32	2	0.34
	81 - 86	80.5	83.5	2.37	0.99				
							$c^2$	=	<b>9.14</b>

39

$c^2_{(1-\alpha)(k-3)}$      **9.49**

$c^2_{hitung}$      **9.14**



Kesimpulan : Data berdistribusi normal

### UJI NORMALITAS DATA HASIL MID TEST KELAS XI MIA 3

$H_0$  : Data berdistribusi normal

$H_a$  : Data tidak berdistribusi normal

#### Pengujian Hipotesis

Menggunakan rumus :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

#### Kriteria yang digu

$H_0$  diterima jika  $c^2 < c^2_{(1-\alpha)(k-3)}$

#### Pengujian Hipotesis

Nilai Maksimal	=	90	Panjang Kelas	=	8.142857
Nilai Minimal	=	33	Rerata Kelomp	=	58.31579
Rentang	=	57	Simpangan Bak	=	11.20836
Banyak Kelas	=	7	n	=	38

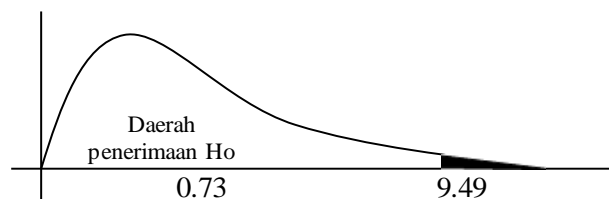
Kelas Interval	Batas Bawah Kelas	Nilai Tengah	Z untuk Batas Bawah	Peluang Untuk Z	Luas Untuk Z	$E_i$	$O_i$	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
28 - 36	27.5	32	-2.75	0.00	0.02	0.87	1	0.02
37 - 45	36.5	41	-1.95	0.03	0.10	3.82	5	0.36
46 - 54	45.5	50	-1.14	0.13	0.24	9.13	8	0.14
55 - 63	54.5	59	-0.34	0.37	0.31	11.83	12	0.00
64 - 72	63.5	68	0.46	0.68	0.22	8.32	8	0.01
73 - 81	72.5	77	1.27	0.90	0.08	3.17	3	0.01
82 - 90	81.5	86	2.07	0.98	0.02	0.66	1	0.18
91 - 99	90.5	95	2.87	1.00				

$c^2 = 0.73$

38

$c^2_{(1-\alpha)(k-3)} = 9.49$

$c^2_{hitung} = 0.73$



Kesimpulan : Data berdistribusi normal



### UJI NORMALITAS DATA HASIL MID TEST KELAS XI MIA 4

$H_0$  : Data berdistribusi normal

$H_a$  : Data tidak berdistribusi normal

#### Pengujian Hipotesis

Menggunakan rumus :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

#### Kriteria yang digur

Ho diterima jika  $c^2 < c^2_{(1-a)(k-3)}$

#### Pengujian Hipotesis

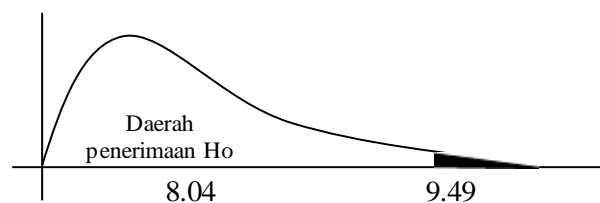
Nilai Maksimal	=	72	Panjang Kelas	=	7.142857
Nilai Minimal	=	22	Rerata Kelomp	=	46
Rentang	=	50	Simpangan Bak	=	9.039595
Banyak Kelas	=	7	n	=	36

Kelas Interval	Batas Bawah Kelas	Nilai Tengah	Z untuk Batas Bawah	Peluang Untuk Z	Luas Untuk Z	Ei	Oi	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
22 - 29	21.5	25.5	-2.71	0.00	0.03	1.10	2	0.73
30 - 37	29.5	33.5	-1.83	0.03	0.14	5.02	3	0.82
38 - 45	37.5	41.5	-0.94	0.17	0.30	10.96	11	0.00
46 - 53	45.5	49.5	-0.06	0.48	0.32	11.47	14	0.56
54 - 61	53.5	57.5	0.83	0.80	0.16	5.77	5	0.10
62 - 69	61.5	65.5	1.71	0.96	0.04	1.39	0	1.39
70 - 77	69.5	73.5	2.60	1.00	0.00	0.16	1	4.44
78 - 85	77.5	81.5	3.48	1.00				
						$c^2$	=	<b>8.04</b>

36

$$c^2_{(1-a)(k-3)} \quad \mathbf{9.49}$$

$$c^2_{hitung} \quad \mathbf{8.04}$$



Kesimpulan : Data berdistribusi normal

## UJI NORMALITAS DATA HASIL MID TEST KELAS XI MIA 5

$H_0$  : Data berdistribusi normal  
 $H_a$  : Data tidak berdistribusi normal

### Pengujian Hipotesis

Menggunakan rumus :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

### Kriteria yang digur

Ho diterima jika  $c^2 < c^2_{(1-a)(k-3)}$

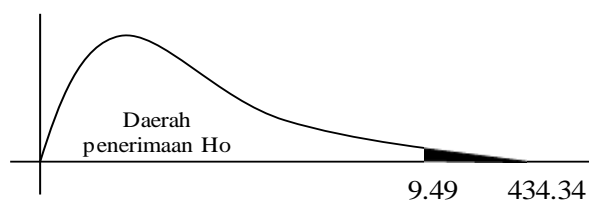
### Pengujian Hipotesis

Nilai Maksimal	=	71		Panjang Kelas	=	6.285714
Nilai Minimal	=	27		Rerata Kelomp	=	51.86842
Rentang	=	44		Simpangan Bak	=	6.303886
Banyak Kelas	=	7		n	=	38

Kelas Interval	Batas Bawah Kelas	Nilai Tengah	Z untuk Batas Bawah	Peluang Untuk Z	Luas Untuk Z	Ei	Oi	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
27 - 33	26.5	30	-4.02	0.00	0.00	0.07	1	13.05
34 - 40	33.5	37	-2.91	0.00	0.03	1.29	6	17.25
41 - 47	40.5	44	-1.80	0.04	0.21	7.92	5	1.08
48 - 54	47.5	51	-0.69	0.24	0.42	15.87	11	1.50
55 - 61	54.5	58	0.42	0.66	0.27	10.45	4	3.98
62 - 68	61.5	65	1.53	0.94	0.06	2.25	3	0.25
69 - 75	68.5	72	2.64	1.00	0.00	0.15	8	397.23
76 - 82	75.5	79	3.75	1.00				
						$c^2$	=	<b>434.34</b>
								38

$$c^2_{(1-a)(k-3)} \quad \mathbf{9.49}$$

$$c^2_{hitung} \quad \mathbf{434.34}$$



Kesimpulan : Data tidak berdistribusi normal

## UJI NORMALITAS DATA HASIL MID TEST KELAS XI MIA 6

$H_0$  : Data berdistribusi normal

$H_a$  : Data tidak berdistribusi normal

### Pengujian Hipotesis

Menggunakan rumus :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

### Pengujian Hipotesis

Nilai Maksimal	=	69
Nilai Minimal	=	27
Rentang	=	42
Banyak Kelas	=	7

### Kriteria yang digur

$H_0$  diterima jika  $c^2 < c^2_{(1-a)(k-3)}$

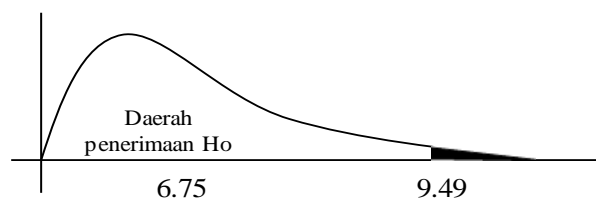
Panjang Kelas	=	6
Rerata Kelomp	=	45.57895
Simpangan Bak	=	12.61195
n	=	38

Kelas Interval	Batas Bawah Kelas	Nilai Tengah	Z untuk Batas Bawah	Peluang Untuk Z	Luas Untuk Z	$E_i$	$O_i$	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$	
27 - 33	26.5	30	-1.51	0.07	0.10	3.95	6	1.06	
34 - 40	33.5	37	-0.96	0.17	0.17	6.63	10	1.71	
41 - 47	40.5	44	-0.40	0.34	0.22	8.24	9	0.07	
48 - 54	47.5	51	0.15	0.56	0.20	7.59	3	2.78	
55 - 61	54.5	58	0.71	0.76	0.14	5.18	5	0.01	
62 - 68	61.5	65	1.26	0.90	0.07	2.62	3	0.06	
69 - 75	68.5	72	1.82	0.97	0.03	0.98	2	1.07	
76 - 82	75.5	79	2.37	0.99					
							$c^2$	=	<b>6.75</b>

38

$$c^2_{(1-a)(k-3)} \quad \mathbf{9.49}$$

$$c^2_{\text{hitung}} \quad \mathbf{6.75}$$



Kesimpulan : Data berdistribusi normal

## UJI NORMALITAS DATA HASIL MID TEST KELAS XI MIA 7

$H_0$  : Data berdistribusi normal

$H_a$  : Data tidak berdistribusi normal

### Pengujian Hipotesis

Menggunakan rumus :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

### Kriteria yang digur

$H_0$  diterima jika  $c^2 < c^2_{(1-a)(k-3)}$

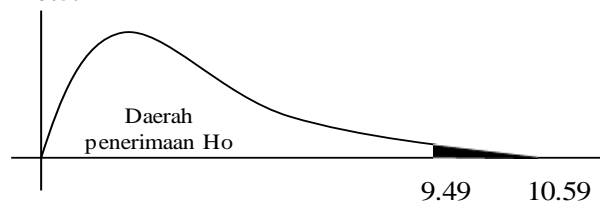
### Pengujian Hipotesis

Nilai Maksimal	=	70		Panjang Kelas	=	6.428571
Nilai Minimal	=	25		Rerata Kelomp	=	51.31579
Rentang	=	45		Simpangan Bak	=	12.25871
Banyak Kelas	=	7		n	=	38

Kelas Interval	Batas Bawah Kelas	Nilai Tengah	Z untuk Batas Bawah	Peluang Untuk Z	Luas Untuk Z	$E_i$	$O_i$	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
25 - 31	24.5	28	-2.19	0.01	0.04	1.47	4	4.36
32 - 38	31.5	35	-1.62	0.05	0.09	3.61	3	0.10
39 - 45	38.5	42	-1.05	0.15	0.17	6.45	3	1.84
46 - 52	45.5	49	-0.47	0.32	0.22	8.39	7	0.23
53 - 59	52.5	56	0.10	0.54	0.21	7.95	9	0.14
60 - 66	59.5	63	0.67	0.75	0.14	5.49	10	3.71
67 - 73	66.5	70	1.24	0.89	0.07	2.76	2	0.21
74 - 80	73.5	77	1.81	0.96				
						$c^2$	=	<b>10.59</b>
							38	

$$c^2_{(1-a)(k-3)} \quad \mathbf{9.49}$$

$$c^2_{\text{hitung}} \quad \mathbf{10.59}$$



Kesimpulan : Data tidak berdistribusi normal

## Lampiran 3

## UJI HOMOGENITAS POPULASI

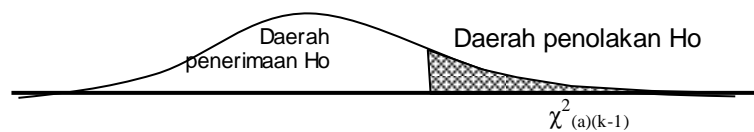
Hipotesis

$$H_0 : s^2_1 = s^2_2 = s^2_3 \dots s^2_8$$

$$H_1 : s^2_1 \neq s^2_2 \neq s^2_3 \dots s^2_8$$

Kriteria:

$H_0$  diterima jika  $c^2_{hitung} < c^2 (1-\alpha) (k-1)$

Pengujian Hipotesis

Sampel	$n_i$	$dk = n_i - 1$	$s_i^2$	$(dk) s_i^2$	$\log s_i^2$	$(dk) \log s_i^2$
XI MIA 1	36	35	105.83	3704.0500	2.0246	70.861
XI MIA 2	39	38	84.91	3226.5800	1.9290	73.300
XI MIA 3	38	37	125.62	4647.9400	2.0991	77.665
XI MIA 4	36	35	81.71	2859.8500	1.9123	66.930
XI MIA 6	38	37	159.06	5885.2200	2.2016	81.458
$\Sigma$	187	182	557.13	20323.6400	10.1665	370.214

Varians gabungan dari kelompok sampel adalah:

$$s^2 = \frac{\sum(n_i-1) s_i^2}{\sum(n_i-1)} = \frac{20323.6400}{182} = 111.668$$

$$\text{Log } s^2 = 2.0479$$

Harga satuan B

$$B = (\text{Log } s^2) \sum (n_i - 1)$$

$$= 2.0479 \quad \times \quad [ 182 ]$$

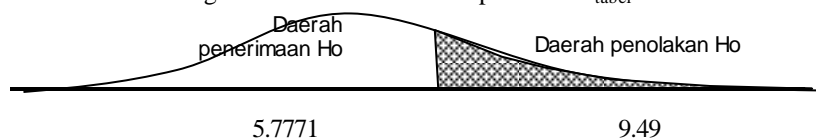
$$= 372.7233$$

$$\chi^2 = (\text{Ln } 10) \{ B - \sum(n_i-1) \log s_i^2 \}$$

$$= 2.3026 \quad [ 372.7233 - 370.2143 ]$$

$$= 5.7771$$

Untuk  $\alpha = 5\%$  dengan  $dk = k - 1 = 5 - 1 = 4$  diperoleh  $c^2_{tabel} = 9.49$



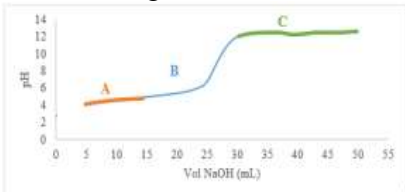
Karena  $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$  maka data antar kelompok mempunyai varians yang sama atau homogen

## Lampiran 4

## KISI-KISI SOAL UJI COBA

Materi Pokok	Indikator ketercapaian	Soal	Indikator metakognisi	Kunci Jawaban	Penilaian
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sifat larutan penyangga</li> <li>• pH larutan penyangga</li> <li>• Peran larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peserta didik secara mandiri mampu menyelidiki larutan yang bersifat penyangga atau larutan yang bukan penyangga</li> <li>• Peserta didik secara cermat mampu menganalisis pengaruh penambahan sedikit asam, sedikit basa, dan pengenceran pada larutan penyangga</li> <li>• Peserta didik</li> </ul>	1. Perhatikan beberapa campuran larutan berikut! a. 100 mL NaOH 0,1 M + 200 mL CH <sub>3</sub> COOH 0,1 M b. 100 mL Ca(OH) <sub>2</sub> 0,05 M + 100 mL HCOOH 0,1 M c. 100 mL KOH 0,2 M + 100 mL HCN 0,5 M d. 100 mL HCl 0,1 M + 100 mL NH <sub>4</sub> OH 0,05 M e. 50 mL H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,1 M + 200 mL NH <sub>4</sub> OH 0,1 M Berdasarkan data tersebut, periksalah apakah campuran larutan tersebut bersifat penyangga atau tidak?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi informasi</li> </ul>	a. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$ $\begin{array}{cccc} 20\text{mmol} & 10\text{mmol} & - & - \\ \hline 10\text{mmol} & 10\text{mmol} & 10\text{mmol} & 10\text{mmol} \\ 10\text{mmol} & - & 10\text{mmol} & 10\text{mmol} \end{array}$ Jadi campuran larutan a bersifat penyangga, karena terdapat sisa asam lemah (CH <sub>3</sub> COOH) 10 mmol dan basa konjugasinya (CH <sub>3</sub> COONa) 10 mmol.	1
		b. $2 \text{HCOOH} + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow (\text{HCOO})_2\text{Ca} + 2 \text{H}_2\text{O}$ $\begin{array}{cccc} 10\text{mmol} & 5\text{mmol} & - & - \\ \hline 10\text{mmol} & 5\text{mmol} & 5\text{mmol} & 10\text{mmol} \\ - & - & 5\text{mmol} & 10\text{mmol} \end{array}$ Jadi campuran larutan b tidak bersifat penyangga, karena tidak ada sisa asam lemah (HCOOH).		1	
		c. $\text{HCN} + \text{KOH} \rightarrow \text{KCN} + \text{H}_2\text{O}$ $\begin{array}{cccc} 50\text{mmol} & 20\text{mmol} & - & - \\ \hline 20\text{mmol} & 20\text{mmol} & 20\text{mmol} & 20\text{mmol} \\ 30\text{mmol} & - & 20\text{mmol} & 20\text{mmol} \end{array}$ Jadi campuran larutan c bersifat penyangga, karena terdapat sisa asam lemah (HCN) 30 mmol dan basa konjugasinya (KCN) 20 mmol.		1	
		d. $\text{HCl} + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$		1	

## Lampiran 4

<p>secara teliti mampu menghitung pH atau pOH larutan penyangga</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peserta didik secara cermat mampu menghitung pH larutan penyangga dengan penambahan sedikit asam atau sedikit basa atau dengan pengenceran</li> <li>• Peserta didik secara logis mampu menganalisis pengaruh penambahan sedikit asam, sedikit basa, dan pengenceran</li> </ul>			$\begin{array}{cccc} 10\text{mmol} & 5\text{mmol} & - & - \\ \hline 5\text{mmol} & 5\text{mmol} & 5\text{mmol} & 5\text{mmol} \\ \hline 5\text{mmol} & - & 5\text{mmol} & 5\text{mmol} \end{array}$ <p>Jadi campuran larutan d tidak bersifat penyangga, karena tidak ada sisa basa lemah (<math>\text{NH}_4\text{OH}</math>)</p>	1
			<p>e. <math>\text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}</math></p> $\begin{array}{cccc} 5\text{mmol} & 20\text{mmol} & - & - \\ \hline 5\text{mmol} & 10\text{mmol} & 5\text{mmol} & 10\text{mmol} \\ \hline - & 10\text{mmol} & 5\text{mmol} & 10\text{mmol} \end{array}$ <p>Jadi campuran larutan e bersifat penyangga, karena terdapat sisa basa lemah (<math>\text{NH}_4\text{OH}</math>) 10 mmol dan asam konjugasinya (<math>(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4</math>) 5 mmol.</p>	1
	<p>2. Perhatikan grafik berikut!</p>  <p>Berdasarkan grafik perubahan pH asam lemah dan basa kuat pada titrasi 25 mL <math>\text{CH}_3\text{COOH}</math> 0,1 M dengan <math>\text{NaOH}</math> 0,1 M tersebut, daerah mana yang merupakan kapasitas penyangga asam? Mengapa demikian?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi informasi</li> </ul>	<p>Daerah yang merupakan kapasitas penyangga asam yaitu daerah A.</p> <p>Karena setelah penambahan 15 mL <math>\text{NaOH}</math> pHnya relative tetap. Sedangkan pada daerah B dan C terjadi perubahan pH yang signifikan.</p>	5 5
<p>3. Perhatikan persamaan berikut!</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memilih operasi/prosedur</li> </ul>	<p>a. <math>[H^+] = K_a \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}}</math></p>	2	

## Lampiran 4

pada larutan penyangga	<p>i. <math>[H^+] = K_a \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi mol basa}}</math></p> <p>ii. <math>[OH^-] = K_b \frac{\text{mol asam konjugasi}}{\text{mol basa}}</math></p> <p>Tentukanlah pH berdasarkan persamaan tersebut. Pilih persamaan yang sesuai untuk menghitung pH suatu larutan penyangga yang mengandung:</p> <p>a. <math>\text{NaHCO}_3</math> 0,4 mol dan <math>\text{H}_2\text{CO}_3</math> 0,25 mol. Pada suhu tertentu <math>K_a \text{H}_2\text{CO}_3 = 10^{-7}</math>!</p> <p>b. <math>(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4</math> 0,1 mol dan <math>\text{NH}_3</math> 0,15 mol. Pada suhu tertentu <math>K_b \text{NH}_3 = 10^{-5}</math>!</p>	<p>yang dipakai</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Memutuskan operasi yang paling sesuai</li> <li>• Menggunakan operasi yang berbeda untuk penyelesaian masalah yang sama</li> </ul>	$[H^+] = 10^{-7} \frac{0,25 \text{ mol}}{0,4 \text{ mol}}$ $[H^+] = 10^{-7} \times 0,625$ $pH = -\log[H^+]$ $pH = -\log(10^{-7} \times 0,625)$ $pH = 7 - \log 0,625$ $pH = 7,2$	3	
	<p>b. <math>[OH^-] = K_b \frac{\text{mol basa}}{\text{mol asam konjugasi}}</math></p> $[OH^-] = 10^{-5} \frac{0,15 \text{ mol}}{0,1 \text{ mol}}$ $[OH^-] = 10^{-5} \times 1,5$ $pOH = -\log[OH^-]$ $pOH = -\log 1,5 \times 10^{-5}$ $pOH = 5 - \log 1,5$ $pOH = 4,82$ $pH = 14 - pOH$ $pH = 9,18$	2	3		
4. Larutan penyangga sebanyak 1 L mengandung $\text{NH}_3$ 0,1 M dan $\text{NH}_4\text{Cl}$ 0,1 M. Jika diketahui $K_b \text{NH}_3 = 1,8 \times 10^{-5}$ , maka buktikan bahwa pengenceran dengan 2 L air tidak mengubah pH suatu larutan!	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi informasi</li> <li>• Menggunakan operasi yang sama untuk masalah yang lain</li> </ul>	<p>mol basa = <math>0,1 \text{ M} \times 1 \text{ L} = 0,1 \text{ mol}</math></p> <p>mol asam konjugasi = <math>0,1 \text{ M} \times 1 \text{ L} = 0,1 \text{ mol}</math></p> <p><math>K_b = 1,8 \times 10^{-5}</math></p> $[OH^-] = K_b \frac{\text{mol basa}}{\text{mol asam konjugasi}}$ $[OH^-] = 1,8 \times 10^{-5} \frac{0,1 \text{ mol}}{0,1 \text{ mol}}$ $[OH^-] = 1,8 \times 10^{-5}$ $pOH = 5 - \log 1,8$ $pOH = 4,74$ $pH = 9,26$	1	2	2



## Lampiran 4

			<p>Jadi, pH larutan penyangga awal sebesar 9,26. Setelah ditambah 2 L akuades, maka volume larutan menjadi 3 L. Dengan rumus pengenceran, molaritas masing-masing zat setelah pengenceran dapat diketahui.</p> $[\text{NH}_3] = \frac{V_1 \times M_1}{V_{\text{total}}} = \frac{1 \text{ L} \times 0,1 \text{ M}}{3 \text{ L}} = 0,03 \text{ M}$ $[\text{NH}_4\text{Cl}] = \frac{V_2 \times M_2}{V_{\text{total}}} = \frac{1 \text{ L} \times 0,1 \text{ M}}{3 \text{ L}} = 0,03 \text{ M}$ <p>Seperti sebelumnya, molaritas asam konjugasi <math>\text{NH}_4^+</math> diperoleh dari ionisasi <math>\text{NH}_4\text{Cl}</math></p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td colspan="3" style="text-align: center;"><math>\text{NH}_4\text{Cl} (\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_4^+ (\text{aq}) + \text{Cl}^- (\text{aq})</math></td> </tr> <tr> <td>Mula-mula</td> <td style="text-align: center;">0,03 mol</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td><u>Reaksi</u></td> <td style="text-align: center;"><u>0,03 mol</u></td> <td style="text-align: center;"><u>0,03 mol</u></td> <td style="text-align: center;"><u>0,03 mol</u></td> </tr> <tr> <td>Akhir</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0,03_mol</td> <td style="text-align: center;">0,03_mol</td> </tr> </table> $[\text{OH}^-] = 1,8 \times 10^{-5} \frac{0,03 \text{ mol}}{0,03 \text{ mol}}$ $[\text{OH}^-] = 1,8 \times 10^{-5}$ $p\text{OH} = 5 - \log 1,8$ $p\text{OH} = 4,74$ $p\text{H} = 9,26$ <p>Jadi, pH larutan penyangga tidak berubah setelah pengenceran dengan 2 L air.</p>		$\text{NH}_4\text{Cl} (\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_4^+ (\text{aq}) + \text{Cl}^- (\text{aq})$			Mula-mula	0,03 mol	-	-	<u>Reaksi</u>	<u>0,03 mol</u>	<u>0,03 mol</u>	<u>0,03 mol</u>	Akhir	0	0,03_mol	0,03_mol	2
	$\text{NH}_4\text{Cl} (\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_4^+ (\text{aq}) + \text{Cl}^- (\text{aq})$																			
Mula-mula	0,03 mol	-	-																	
<u>Reaksi</u>	<u>0,03 mol</u>	<u>0,03 mol</u>	<u>0,03 mol</u>																	
Akhir	0	0,03_mol	0,03_mol																	
				1																
				2																
		5. Sebanyak 100 mL larutan HCOOH 0,1 M ditambah 50	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi informasi</li> </ul> <p>a. <math>n\text{HCOOH} = 100 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} = 10 \text{ mmol}</math>  <math>n\text{KOH} = 50 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} = 5 \text{ mmol}</math></p>	1																

## Lampiran 4

		<p>mL larutan KOH 0,1 M. Jika <math>K_a \text{ HCOOH} = 10^{-4}</math>, maka tentukan:</p> <p>a. pH larutan penyangga,  b. pH larutan penyangga jika ditambah 5 mL HCl 0,1 M,  c. pH larutan penyangga jika ditambah 5 mL KOH 0,1 M.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memutuskan operasi yang paling sesuai</li> <li>• Menggunakan operasi yang sama untuk masalah yang lain</li> </ul>	<p><math>K_a = 10^{-4}</math>  <math>\text{HCOOH} + \text{KOH} \rightarrow \text{HCOOK} + \text{H}_2\text{O}</math></p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">10mmol</td> <td style="text-align: center;">5mmol</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><u>5mmol</u></td> <td style="text-align: center;"><u>5mmol</u></td> <td style="text-align: center;"><u>5mmol</u></td> <td style="text-align: center;"><u>5mmol</u></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5mmol</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">5mmol</td> <td style="text-align: center;">5mmol</td> </tr> </table> $[H^+] = K_a \frac{\text{mol HCOOH}}{\text{mol HCOO}^-}$ $[H^+] = 10^{-4} \frac{5}{5}$ $[H^+] = 10^{-4}$ $pH = -\log[H^+]$ $pH = 4$ <p>Jadi, pH larutan penyangga sebesar 4</p> <p>b. Jumlah mol masing-masing zat dapat ditentukan dengan cara sebagai berikut.  Jumlah mol HCOOH = 5mmol  Jumlah mol HCOOK = 5mmol  Jumlah mol HCl = 5 mL <math>\times</math> 0,1 M = 0,5 mmol</p> <p>Pada larutan penyangga, HCOOK akan menetralkan HCl dan membentuk HCOOH</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">HCOO<sup>-</sup>(aq)</td> <td style="text-align: center;">+ H<sup>+</sup> (aq)</td> <td style="text-align: center;">→</td> <td style="text-align: center;">HCOOH(aq)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5mmol</td> <td style="text-align: center;">0,5mmol</td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">5mmol</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><u>0,5mmol</u></td> <td style="text-align: center;"><u>0,5mmol</u></td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"><u>0,5mmol</u></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4,5mmol</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">5,5mmol</td> </tr> </table> $[H^+] = K_a \frac{\text{mol CH}_3\text{COOH}}{\text{mol CH}_3\text{COO}^-}$	10mmol	5mmol	-	-	<u>5mmol</u>	<u>5mmol</u>	<u>5mmol</u>	<u>5mmol</u>	5mmol	-	5mmol	5mmol	HCOO <sup>-</sup> (aq)	+ H <sup>+</sup> (aq)	→	HCOOH(aq)	5mmol	0,5mmol		5mmol	<u>0,5mmol</u>	<u>0,5mmol</u>		<u>0,5mmol</u>	4,5mmol	0		5,5mmol	<p style="text-align: center;">3</p> <p style="text-align: center;">1</p> <p style="text-align: center;">2</p>
10mmol	5mmol	-	-																														
<u>5mmol</u>	<u>5mmol</u>	<u>5mmol</u>	<u>5mmol</u>																														
5mmol	-	5mmol	5mmol																														
HCOO <sup>-</sup> (aq)	+ H <sup>+</sup> (aq)	→	HCOOH(aq)																														
5mmol	0,5mmol		5mmol																														
<u>0,5mmol</u>	<u>0,5mmol</u>		<u>0,5mmol</u>																														
4,5mmol	0		5,5mmol																														

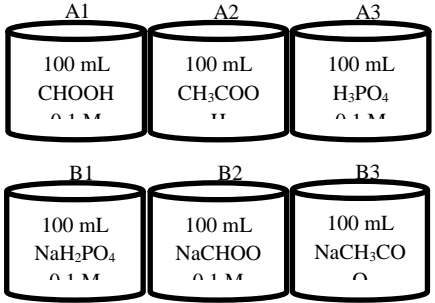
## Lampiran 4

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengembangkan prosedur untuk masalah yang sama</li> </ul>	$[H^+] = 10^{-4} \frac{5,5}{4,5}$ $[H^+] = 10^{-4} \times 1,22$ $pH = -\log[H^+]$ $pH = 3,91$ <p>Jadi, pH larutan penyangga setelah ditambah HCl menjadi 3,91.</p> <p>c. Pada larutan penyangga, HCOOH akan menetralkan basa kuat KOH yang ditambahkan. Jumlah mol KOH yang ditambahkan. Dapat dihitung dengan cara sebagai berikut.</p> <p>Jumlah mol HCOOH = 5mmol          Jumlah mol HCOOK = 5mmol          Jumlah mol KOH = 5 mL × 0,1 M = 0,5 mmol</p> <p>Pada larutan penyangga, HCOOH akan menetralkan basa kuat KOH dan membentuk HCOO<sup>-</sup></p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">CH<sub>3</sub>COOH (aq)</td> <td style="text-align: center;">+ OH<sup>-</sup> (aq)</td> <td style="text-align: center;">→</td> <td style="text-align: center;">CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> (aq)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5mmol</td> <td style="text-align: center;">0,5mmol</td> <td></td> <td style="text-align: center;">5mmol</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><u>0,5mmol</u></td> <td style="text-align: center;"><u>0,5mmol</u></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><u>0,5mmol</u></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4,5mmol</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td></td> <td style="text-align: center;">5,5mmol</td> </tr> </table> $[H^+] = K_a \frac{\text{mol CH}_3\text{COOH}}{\text{mol CH}_3\text{COO}^-}$ $[H^+] = 10^{-4} \frac{4,5}{5,5}$ $[H^+] = 10^{-4} \times 0,81$ $pH = -\log[H^+]$	CH <sub>3</sub> COOH (aq)	+ OH <sup>-</sup> (aq)	→	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup> (aq)	5mmol	0,5mmol		5mmol	<u>0,5mmol</u>	<u>0,5mmol</u>		<u>0,5mmol</u>	4,5mmol	0		5,5mmol	<p style="text-align: center;">1</p> <p style="text-align: center;">2</p>
CH <sub>3</sub> COOH (aq)	+ OH <sup>-</sup> (aq)	→	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup> (aq)																		
5mmol	0,5mmol		5mmol																		
<u>0,5mmol</u>	<u>0,5mmol</u>		<u>0,5mmol</u>																		
4,5mmol	0		5,5mmol																		

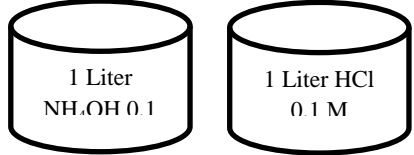
## Lampiran 4

				<p style="text-align: center;"><math>pH = 4,09</math></p> <p>Jadi, pH larutan penyangga setelah ditambah NaOH menjadi 4,09</p>													
		<p>6. Minuman kemasan menggunakan sistem penyangga karbonat sebagai bahan pengawet untuk mencegah kerusakan oleh bakteri. Jika seorang siswa membuat larutan penyangga karbonat dengan pH 6, berapakah berapa gram <math>\text{Ca(OH)}_2</math> yang harus ditambah kedalam 100 mL larutan <math>\text{H}_2\text{CO}_3</math> 0,1M? Pada suhu tertentu <math>K_a \text{H}_2\text{CO}_3 = 4,5 \times 10^{-7}</math>. (Ar Ca=40, O=16, H=1)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi informasi</li> <li>• Memutuskan operasi yang paling sesuai</li> </ul>	<p>pH = 6  <math>[\text{H}^+] = 10^{-6}</math>  <math>2\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{Ca(HCO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}</math>  <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">10mmol</td> <td style="text-align: center;">xmmol</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2xmmol</td> <td style="text-align: center;">xmmol</td> <td style="text-align: center;">xmmol</td> <td style="text-align: center;">2xmmol</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">(10-2x)mmol</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">xmmol</td> <td style="text-align: center;">2xmmol</td> </tr> </table> <math display="block">[\text{H}^+] = K_a \frac{\text{mol asam}}{\text{mol basa konjugasi}}</math> <math display="block">10^{-6} = 4,5 \times 10^{-7} \frac{(10 - 2x)\text{mmol}}{\text{xmmol}}</math> <math display="block">10^{-6} = 4,5 \times 10^{-7} \frac{(10 - 2x)\text{mmol}}{\text{xmmol}}</math> <math display="block">x = 4,5 - 0,9x</math> <math display="block">x + 0,9x = 4,5</math> <math display="block">1,9x = 4,5</math> <math display="block">x = \frac{4,5}{1,9}</math> <math display="block">x = 2,36\text{mmol}</math> <p>massa <math>\text{Ca(OH)}_2 = n\text{Ca(OH)}_2 \times \text{Mr.Ca(OH)}_2</math>  <math>= 2,36\text{mmol} \times \frac{74 \text{ gram}}{1000 \text{ mmol}}</math>  <math>= 0,175 \text{ gram.}</math>            Jadi masa <math>\text{Ca(OH)}_2</math> yang dibutuhkan sebanyak 0,175 gram.</p> </p>	10mmol	xmmol	-	-	2xmmol	xmmol	xmmol	2xmmol	(10-2x)mmol	0	xmmol	2xmmol	<p>1</p> <p>3</p> <p>3</p> <p>3</p>
10mmol	xmmol	-	-														
2xmmol	xmmol	xmmol	2xmmol														
(10-2x)mmol	0	xmmol	2xmmol														
		<p>7. Siswa diminta membuat larutan penyangga sebanyak</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi</li> </ul>	<p>pH = 4  <math>[\text{H}^+] = 10^{-4}</math></p>	<p>2</p>												


## Lampiran 4

		<p>100 mL dengan pH 4 dengan disediakan larutan-larutan berikut:</p>  <p>Jelaskan bagaimana siswa membuat larutan penyangga ini dengan perbandingan volume yang sama. (<i>petunjuk</i>: larutan mana dan berapa volumenya yang digunakan? Pada suhu tertentu <math>K_a \text{ CHOOH} = 10^{-4}</math>; <math>K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 1,8 \times 10^{-5}</math>; <math>K_a \text{ H}_3\text{PO}_4 = 7,1 \times 10^{-3}</math>)</p>	<p>informasi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Memutuskan operasi yang paling sesuai Menggunakan operasi yang sama untuk masalah yang lain</li> </ul>	<p>Dengan perbandingan volume yang sama, maka larutan yang digunakan yaitu larutan yang memiliki <math>K_a</math> sebesar <math>10^{-4}</math>, yaitu <math>K_a \text{ CHOOH}</math>. Maka larutan yang digunakan yaitu larutan <math>\text{CHOOH}</math> (A1) dan larutan <math>\text{NaCHOO}</math> (B2).</p> $[H^+] = Kb \frac{\text{mol asam}}{\text{mol basa konjugasi}}$ $10^{-4} = 10^{-4} \frac{x}{y}$ $y = x$ <p>Siswa mengambil 50 mL larutan <math>\text{CHOOH}</math> kemudian menambahkannya 50 mL larutan <math>\text{NaCHOO}</math>. Kedua larutan tersebut dicampur.</p>	<p>6</p> <p>2</p>
	<p>8. Di laboratorium terdapat dua jenis larutan berikut.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi informasi</li> </ul>	<p>1) Menghitung volume <math>\text{NH}_4\text{OH}</math> dan <math>\text{HCl}</math> yang dibutuhkan. Misal volume <math>\text{NH}_4\text{OH} = x</math> volume <math>\text{HCl} = y</math> larutan penyangga dibuat dari basa lemah berlebih dan asam kuat.  <math>\text{NH}_4\text{OH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}</math></p>	<p>1</p> <p>1</p>

## Lampiran 4

		 <p>Buatlah langkah percobaan untuk membuat larutan penyangga sebanyak 120 mL dengan pH 9! <math>K_b = 10^{-5}</math>.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memutuskan operasi yang paling sesuai</li> <li>• Menggunakan operasi yang sama untuk masalah yang lain</li> </ul>	$\begin{array}{cccc} 0,1x & 0,1y & - & - \\ 0,1y & 0,1y & 0,1y & 0,1y \\ \hline 0,1x-0,1y & 0 & 0,1y & 0,1y \end{array}$ <p>pH = 9 pOH = 5 [OH<sup>-</sup>] = 10<sup>-5</sup></p> $[OH^-] = K_b \frac{\text{mol basa}}{\text{mol asam konjugasi}}$ $10^{-5} = 10^{-5} \frac{0,1x - 0,1y}{0,1y}$ $0,1y = 0,1x - 0,1y$ $0,1y + 0,1y = 0,1x$ $0,2y = 0,1x$ $\frac{0,2}{0,1} = \frac{x}{y}$ $\frac{2}{1} = \frac{x}{y}$ <p>Perbandingan volume NH<sub>4</sub>OH : HCl = 2 : 1. Volume NH<sub>4</sub>OH = <math>\frac{2}{3} \times 120 \text{ mL} = 80 \text{ mL}</math> Volume HCl = <math>\frac{1}{3} \times 120 \text{ mL} = 40 \text{ mL}</math></p> <p>2) Mengambil larutan NH<sub>4</sub>OH 0,1 M sebanyak 80 mL dan larutan HCl 0,1 M sebanyak 40 mL. Setelah itu mencampurkannya dalam erlenmeyer.</p>	<p>4</p> <p>3</p> <p>1</p>
--	--	---	--	---	----------------------------

## Lampiran 4

		<p>9. Guru menugaskan siswa untuk membuat larutan penyangga natrium benzoat dengan pH 4. Seorang siswa membuat larutan penyangga dengan mencampurkan 100 mL larutan <math>C_6H_5COOH</math> 0,1M dan 40 mL larutan <math>NaOH</math> 0,1M. Periksalah, apakah pH campuran tersebut sudah sesuai dengan pH yang ditugaskan guru? (<math>K_a</math> <math>C_6H_5COOH=6,3 \times 10^{-5}</math>).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi informasi</li> <li>• Memutuskan operasi yang paling sesuai</li> <li>• Mengevaluasi prosedur</li> </ul>	$C_6H_5COOH + NaOH \rightarrow C_6H_5COONa + H_2O$ <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">10mmol</td> <td style="width: 25%;">4mmol</td> <td style="width: 25%;">-</td> <td style="width: 25%;">-</td> </tr> <tr> <td>4mmol</td> <td>4mmol</td> <td>4mmol</td> <td>4mmol</td> </tr> <tr> <td>6mmol</td> <td>0</td> <td>4mmol</td> <td>4mmol</td> </tr> </table> $[H^+] = K_a \frac{\text{mol } C_6H_5COOH}{\text{mol } C_6H_5COO^-}$ $[H^+] = 6,3 \times 10^{-5} \frac{6\text{mmol}}{4\text{mmol}}$ $[H^+] = 6,3 \times 10^{-5} \times 1,5$ $[H^+] = 9,45 \times 10^{-5}$ $pH = 5 - \log 9,45$ $pH = 4,02$ <p>pH Campuran larutan yang dibuat siswa sebesar 4,02 sudah sesuai dengan pH yang ditugaskan guru sebesar 4.</p>	10mmol	4mmol	-	-	4mmol	4mmol	4mmol	4mmol	6mmol	0	4mmol	4mmol	<p>2</p> <p>5</p> <p>3</p>
10mmol	4mmol	-	-														
4mmol	4mmol	4mmol	4mmol														
6mmol	0	4mmol	4mmol														
		<p>10. Buktikan dengan reaksi bahwa campuran 100 mL larutan <math>NaOH</math> 0,1 M dan 200 mL larutan <math>NH_4Cl</math> 0,1 M dapat membentuk larutan penyangga!</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi informasi</li> <li>• Mengetahui tentang apa dan bagaimana</li> </ul>	$NaOH + NH_4Cl \rightarrow NaCl + NH_4OH$ <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">10mmol</td> <td style="width: 25%;">20mmol</td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td>10mmol</td> <td>10mmol</td> <td>10mmol</td> <td>10mmol</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>10mmol</td> <td>10mmol</td> <td>10mmol</td> </tr> </table> <p>Berdasarkan hasil reaksi, masih terdapat sisa basa lemah <math>NH_4OH</math> dan asam konjugasi <math>NH_4Cl</math>. Sehingga campuran larutan tersebut merupakan larutan penyangga.</p>	10mmol	20mmol			10mmol	10mmol	10mmol	10mmol	0	10mmol	10mmol	10mmol	<p>5</p> <p>5</p>
10mmol	20mmol																
10mmol	10mmol	10mmol	10mmol														
0	10mmol	10mmol	10mmol														
		<p>11. Perhatikan data berikut!</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi informasi</li> <li>• Mengetahui tentang apa dan bagaimana</li> </ul>	<p>a. Zat yang berperan sebagai larutan penyangga adalah asam sitrat dan natrium sitrat.</p> <p>b. Larutan penyangga dalam minuman kemasan diperlukan untuk menjaga tingkat keasaman dalam kemasan agar tidak rusak oleh bakteri.</p>	<p>5</p> <p>5</p>												

## Lampiran 4

		<p>a. Berdasarkan data tersebut, zat apakah yang berfungsi sebagai larutan penyangga?</p> <p>b. Mengapa diperlukan larutan penyangga dalam produk tersebut?</p>																					
		<p>12. Cairan intra sel merupakan media penting untuk berlangsungnya reaksi metabolisme tubuh yang dapat menghasilkan zat-zat yang bersifat asam atau basa. Adanya zat hasil metabolisme ini mengakibatkan pH cairan intra sel dapat turun atau naik. Cairan intra sel ini mengandung <math>\text{H}_2\text{PO}_4^-</math> dan <math>\text{HPO}_4^{2-}</math> sebagai sistem penyangga asam. Jika ginjal mengekskresikan sisa-sisa metabolisme tubuh bersifat asam, bagaimana sistem penyangga ini dalam mempertahankan pH?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi informasi</li> </ul>	<p>Jika dari proses metabolisme sel dihasilkan banyak zat yang bersifat asam, maka akan segera bereaksi dengan ion <math>\text{HPO}_4^{2-}</math></p> $\text{HPO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{PO}_4^-(\text{aq})$	<p>5</p> <p>5</p>																		
		<p>13. Perhatikan data pengamatan praktikum berikut!</p> <table border="1" data-bbox="517 1321 891 1401"> <thead> <tr> <th>Campuran Larutan</th> <th>pH awal</th> <th>pH setelah ditam. HCl (1 M)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A. 10 mL <math>\text{HCOOH}</math> + 10 mL <math>\text{NaHCOO}</math></td> <td>4</td> <td>3,96</td> </tr> <tr> <td>B. 10 mL <math>\text{HCOOH}</math> + 10 mL <math>\text{NaHCOO}</math></td> <td>4,00</td> <td>4,00</td> </tr> <tr> <td>C. 10 mL <math>\text{HCOOH}</math> + 10 mL <math>\text{NaHCOO}</math></td> <td>4,01</td> <td>3,93</td> </tr> <tr> <td>D. 10 mL <math>\text{HCOOH}</math> + 10 mL <math>\text{NaHCOO}</math></td> <td>4,01</td> <td>3,94</td> </tr> <tr> <td>E. 10 mL <math>\text{HCOOH}</math> + 0,1 mL <math>\text{NaHCOO}</math></td> <td>3,80</td> <td>3,86</td> </tr> </tbody> </table>	Campuran Larutan	pH awal	pH setelah ditam. HCl (1 M)	A. 10 mL $\text{HCOOH}$ + 10 mL $\text{NaHCOO}$	4	3,96	B. 10 mL $\text{HCOOH}$ + 10 mL $\text{NaHCOO}$	4,00	4,00	C. 10 mL $\text{HCOOH}$ + 10 mL $\text{NaHCOO}$	4,01	3,93	D. 10 mL $\text{HCOOH}$ + 10 mL $\text{NaHCOO}$	4,01	3,94	E. 10 mL $\text{HCOOH}$ + 0,1 mL $\text{NaHCOO}$	3,80	3,86	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi informasi</li> </ul>	<p>Pada campuran larutan A setelah penambahan HCl sebanyak 2mL terjadi perubahan pH sebesar 0,02. Pada campuran larutan B terjadi perubahan pH sebesar 0,03. Pada campuran larutan C terjadi perubahan pH sebesar</p>	<p>4</p>
Campuran Larutan	pH awal	pH setelah ditam. HCl (1 M)																					
A. 10 mL $\text{HCOOH}$ + 10 mL $\text{NaHCOO}$	4	3,96																					
B. 10 mL $\text{HCOOH}$ + 10 mL $\text{NaHCOO}$	4,00	4,00																					
C. 10 mL $\text{HCOOH}$ + 10 mL $\text{NaHCOO}$	4,01	3,93																					
D. 10 mL $\text{HCOOH}$ + 10 mL $\text{NaHCOO}$	4,01	3,94																					
E. 10 mL $\text{HCOOH}$ + 0,1 mL $\text{NaHCOO}$	3,80	3,86																					





## Lampiran 4

14. Perhatikan data pengamatan berikut!

Larutan	pH awal	pH + sedikit asam	pH + sedikit basa
A	7	4	10
B	5	4,99	5,01
C	8	7,98	8,01

Berdasarkan data pengamatan tersebut, analisislah pengaruh penambahan sedikit asam/basa terhadap pH larutan dan buatlah kesimpulan mana yang merupakan larutan penyangga.

- Mengidentifikasi informasi

- Mengaitkan data pengamatan dengan pembahasan

Pada larutan A, pH awal sebesar 7, setelah ditambah sedikit asam saja pH langsung berubah turun menjadi 4 dan setelah ditambah sedikit basa pHnya langsung berubah naik menjadi 10. Larutan B memiliki pH awal sebesar 5 (keadaan asam) setelah ditambah asam, pHnya relative tidak berubah, yaitu menjadi 4,99 dan setelah ditambah basa menjadi 5,01. Larutan C pH nya juga relative tidak berubah setelah ditambah asam dan basa, dari pH awal sebesar 8, setelah ditambah asam menjadi 7,98 dan setelah ditambah basa menjadi 8,02.

Larutan A mengalami perubahan pH sebesar 3, itu merupakan perubahan pH yang cukup besar. Sedangkan larutan B dan C hanya mengalami perubahan pH sebesar 0,01 dan dan 0,02, perubahan pH tersebut relative kecil, sehingga dianggap relative tetap.

Larutan penyangga merupakan larutan yang mampu mempertahankan Ph nya meskipun ditambah sedikit asam atau sedikit basa. Jadi larutan yang merupakan larutan penyangga merupakan larutan B dan C.

3

3

4

## Lampiran 5

Mata Pelajaran : Kimia

Kelas/Semester : XI IPA/2

Materi Pokok : Larutan Penyangga

Alokasi Waktu : 90 Menit

**Petunjuk mengerjakan soal!**

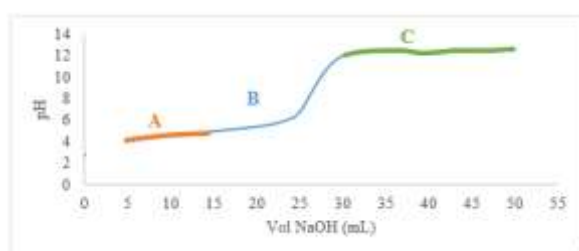
1. Tulislah terlebih dahulu nama, kelas, dan nomor presensi di lembar jawaban yang telah disediakan
  2. Bacalah soal yang Anda terima dengan baik dan bacalah dengan teliti
  3. Jawablah pertanyaan pada lembar jawaban yang telah disediakan
  4. Periksa kembali pekerjaan Anda sebelum diserahkan pada pengawas beserta lembar soalnya
  5. Berdoalah sebelum dan sesudah anda mengerjakan
- 

1. Perhatikan beberapa campuran larutan berikut!

- a. 100 mL NaOH 0,1 M + 200 mL CH<sub>3</sub>COOH 0,1 M
- b. 100 mL Ca(OH)<sub>2</sub> 0,05 M + 100 mL HCOOH 0,01 M
- c. 100 mL NaOH 0,2 M + 100 mL HCN 0,5 M
- d. 100 mL HCl 0,1 M + 100 mL NH<sub>4</sub>OH 0,05 M
- e. 100 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1 M + 200 mL NH<sub>4</sub>OH 0,1 M

Berdasarkan data tersebut, manakah campuran larutan penyangga? Berikan alasan anda!

2. Perhatikan grafik berikut!



Berdasarkan grafik perubahan pH asam lemah dan basa kuat pada titrasi 25 mL CH<sub>3</sub>COOH 0,1 M dengan NaOH 0,1 M tersebut, daerah mana yang merupakan kapasitas penyangga asam? Mengapa demikian?

3. Perhatikan persamaan berikut!

$$\text{iii. } [H^+] = K_a \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}}$$

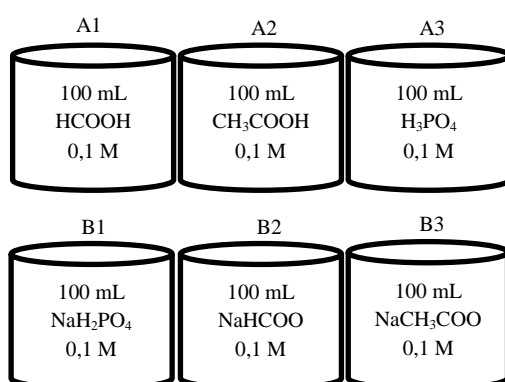
$$\text{iv. } [OH^-] = K_b \frac{\text{mol basa}}{\text{mol asam konjugasi}}$$

Tentukanlah pH berdasarkan persamaan tersebut. Pilih persamaan yang sesuai untuk menghitung pH suatu larutan penyangga yang mengandung:

c.  $\text{NaHCO}_3$  0,4 mol dan  $\text{H}_2\text{CO}_3$  0,25 mol. Pada suhu tertentu  $K_a \text{H}_2\text{CO}_3 = 10^{-7}$ !

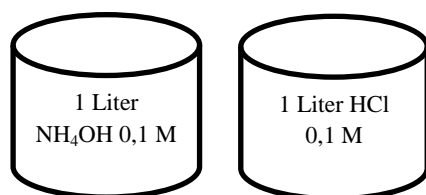
d.  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  0,1 mol dan  $\text{NH}_3$  0,15 mol. Pada suhu tertentu  $K_b \text{NH}_3 = 10^{-5}$ !

4. Larutan penyangga sebanyak 1 L mengandung  $\text{NH}_3$  0,1 M dan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  0,1 M. Jika diketahui  $K_b \text{NH}_3 = 1,8 \times 10^{-5}$ , maka buktikan bahwa pengenceran dengan 2 L air tidak mengubah pH suatu larutan!
5. Sebanyak 100 mL larutan  $\text{HCOOH}$  0,1 M ditambah 50 mL larutan  $\text{KOH}$  0,1 M. Jika  $K_a \text{HCOOH} = 10^{-4}$ , maka tentukan:
  - d. pH larutan penyangga,
  - e. pH larutan penyangga jika ditambah 5 mL  $\text{HCl}$  0,1 M,
  - f. pH larutan penyangga jika ditambah 5 mL  $\text{KOH}$  0,1 M.
6. Minuman kemasan menggunakan sistem penyangga karbonat sebagai bahan pengawet untuk mencegah kerusakan oleh bakteri. Jika seorang siswa membuat larutan penyangga karbonat dengan pH 6, berapa gram  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  yang harus ditambah kedalam 100 mL larutan  $\text{H}_2\text{CO}_3$  0,1M? Pada suhu tertentu  $K_a \text{H}_2\text{CO}_3 = 4,5 \times 10^{-7}$ . (Ar Ca=40, O=16, H=1)
7. Siswa diminta membuat larutan penyangga dengan pH 4 dengan disediakan larutan-larutan berikut:



Jelaskan bagaimana siswa membuat larutan penyangga ini dengan perbandingan volume yang sama. (*petunjuk*: larutan mana dan berapa volumenya yang digunakan? Pada suhu tertentu  $K_a \text{HCOOH} = 10^{-4}$ ;  $K_a \text{CH}_3\text{COOH} = 1,8 \times 10^{-5}$ ;  $K_a \text{H}_3\text{PO}_4 = 7,1 \times 10^{-3}$ )

8. Di laboratorium terdapat dua jenis larutan berikut.



Buatlah langkah percobaan untuk membuat larutan penyangga sebanyak 120 mL dengan pH 9!  $K_b = 10^{-5}$ .

9. Guru menugaskan siswa untuk membuat larutan penyangga natrium benzoat dengan pH 4. Seorang siswa membuat larutan penyangga dengan mencampurkan 100 mL

larutan  $C_6H_5COOH$  0,1M dan 40 mL larutan  $NaOH$  0,1M. Periksalah, apakah pH campuran tersebut sudah sesuai dengan pH yang ditugaskan guru? (Ka  $C_6H_5COOH=6,3 \times 10^{-5}$ ).

10. Buktikan dengan reaksi bahwa campuran 100 mL larutan  $NaOH$  0,1 M dan 200 mL larutan  $NH_4Cl$  0,1 M dapat membentuk larutan penyangga!
11. Perhatikan data berikut!



c. Berdasarkan data tersebut, zat apakah yang berfungsi sebagai larutan penyangga?

d. Mengapa diperlukan larutan penyangga dalam produk tersebut?

12. Cairan intra sel merupakan media penting untuk berlangsungnya reaksi metabolisme tubuh yang dapat menghasilkan zat-zat yang bersifat asam atau basa. Adanya zat hasil metabolisme ini mengakibatkan pH cairan intra sel dapat turun atau naik. Cairan intra sel ini mengandung  $H_2PO_4^-$  dan  $HPO_4^{2-}$  sebagai sistem penyangga asam. Jika ginjal mengekskresikan sisa-sisa metabolisme tubuh bersifat asam, bagaimana sistem penyangga ini dalam mempertahankan pH?
13. Perhatikan data pengamatan praktikum berikut!

Campuran Larutan		pH awal	pH penambahan 2 mL HCl 0,1 M
A	10 mmol $HCOOH$ + 10 mmol $NaHCOO$	4	3,98
B	2 mmol $HCOOH$ + 10 mmol $NaHCOO$	4,69	4,64
C	10 mmol $HCOOH$ + 2 mmol $NaHCOO$	3,31	3,25
D	0,5 mmol $HCOOH$ + 10 mmol $NaHCOO$	5,31	5,14
E	10 mmol $HCOOH$ + 0,5 mmol $NaHCOO$	2,69	2,46

Berdasarkan data pengamatan diatas, analisislah pengaruh penambahan larutan HCl 0,1 M terhadap kapasitas larutan A,B,C,D,E dan buatlah kesimpulan.

14. Perhatikan data pengamatan berikut!

Larutan	pH awal	pH + sedikit asam	pH + sedikit basa
A	7	4	10
B	5	4,99	5,01
C	8	7,98	8,02

Berdasarkan data pengamatan tersebut, analisislah pengaruh penambahan sedikit asam/basa terhadap pH larutan dan buatlah kesimpulan mana yang merupakan larutan penyangga.

=== Selamat Mengerjakan ===

## Lampiran 6

**ANALISIS RELIABILITAS UJI COBA SOAL**

No	Kode	No Soal														Total Skor
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	UC-1	4	0	10	0	4	2	0	0	9	10	7	0	8	8	62
2	UC-2	3	5	8	0	4	0	0	0	9	0	10	0	4	2	45
3	UC-3	7	0	10	2	0	2	0	0	0	10	5	0	1	4	41
4	UC-4	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	8
5	UC-5	0	0	10	0	4	2	2	2	10	10	7	0	0	4	51
6	UC-6	7	0	10	3	4	0	0	0	10	10	5	0	0	0	49
7	UC-7	2	0	10	4	0	0	1	2	9	10	10	0	0	4	52
8	UC-8	0	0	10	0	4	2	2	2	0	0	0	0	0	4	24
9	UC-9	7	0	10	2	4	2	0	2	0	10	5	0	0	4	46
10	UC-10	3	0	3	0	4	0	0	0	9	10	10	0	2	4	45
11	UC-11	3	0	10	0	4	0	0	0	0	0	10	0	4	10	41
12	UC-12	7	0	10	5	4	0	0	0	0	10	5	0	1	4	46
13	UC-13	7	0	7	0	4	0	0	0	10	10	5	0	4	4	51
14	UC-14	2	0	7	2	0	0	0	8	0	0	5	0	4	6	34
15	UC-15	1	0	0	8	4	0	0	0	10	10	0	0	8	7	48
16	UC-16	1	0	10	5	2	0	0	1	5	8	5	0	0	0	37
17	UC-17	3	0	10	0	4	0	1	0	10	0	9	0	0	4	41
18	UC-18	0	0	10	0	0	0	0	0	0	3	5	0	3	8	29
19	UC-19	6	0	10	0	4	0	0	0	10	18	5	0	0	0	53
20	UC-20	0	0	10	0	4	2	2	2	0	0	0	0	0	0	20
21	UC-21	1	0	4	4	0	0	0	0	10	10	5	0	2	8	44
22	UC-22	1	0	10	0	2	0	0	0	0	8	8	0	4	6	39
23	UC-23	1	0	10	5	2	0	0	0	0	8	0	0	0	0	26
24	UC-24	5	0	10	5	0	0	0	0	10	10	5	0	0	0	45
25	UC-25	1	0	10	0	5	2	0	0	5	10	5	0	0	3	41
26	UC-26	4	0	10	2	2	2	0	0	0	10	0	0	0	0	30
27	UC-27	0	0	10	0	4	2	2	2	9	0	9	0	0	0	38
28	UC-28	5	0	10	0	4	0	0	0	9	0	5	0	0	8	41
29	UC-29	0	0	10	0	4	2	2	2	0	0	1	0	0	4	25
30	UC-30	0	0	10	0	4	2	2	2	0	0	0	0	0	0	20
31	UC-31	1	0	7	0	2	0	0	0	0	8	5	0	2	6	31
Varians butir		5.4	8	5.5	3.7	1	0	0.2	3.8	2.7	6.7	5.9	0	5.1	4.4	1203
Jumlah var butir		52.51467518														
var jumlah total		138.6946237														
Reliabilitas		0.642076896														

Lampiran 7

**SILABUS MATA PELAJARAN KIMIA**  
(Peminatan Bidang MIPA)

**Satuan Pendidikan : SMA N 2 PATI**

**Kelas/Semester : XI IPA/Genap**

**Kompetensi Inti**

KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya

KI 2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif, dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia

KI 3 : Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah

KI 4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan

<b>Kompetensi Dasar</b>	<b>Materi Pokok</b>	<b>Kegiatan Pembelajaran</b>	<b>Penilaian</b>	<b>Alokasi Waktu</b>	<b>Sumber Belajar</b>
1.1 Menyadari adanya keteraturan dari sifat hidrokarbon, termokimia, laju	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sifat larutan</li> </ul>	<b>Mengamati (<i>Observing</i>)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi informasi dari</li> </ul>	<b>Tugas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Merancang</li> </ul>	3 mgg x 4 jp	- Buku kimia

<p>reaksi, kesetimbangan kimia, larutan dan koloid sebagai wujud kebesaran Tuhan YME dan pengetahuan tentang adanya keteraturan tersebut sebagai hasil pemikiran kreatif manusia yang kebenarannya bersifat tentatif.</p>	<p>penyangga</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• pH larutan penyangga</li> <li>• Peranan larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup</li> </ul>	<p>berbagai sumber tentang larutan penyangga, sifat dan pH larutan penyangga serta peranan larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup dan kehidupan sehari-hari</p>	<p>percobaan untuk menyelidiki sifat larutan penyangga</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berdiskusi kelompok dalam penyelidikan untuk menghitung pH larutan penyangga dan perannya.</li> </ul>	<p>kelas XI</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lembar kerja siswa</li> <li>- Berbagai sumber lainnya</li> </ul>
<p>2.1 Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu, disiplin, jujur, objektif, terbuka, mampu membedakan fakta dan opini, ulet, teliti, bertanggung jawab, kritis, kreatif, inovatif, demokratis, komunikatif) dalam merancang dan melakukan percobaan serta berdiskusi yang diwujudkan dalam sikap sehari-hari.</p>		<p><b>Menanya (<i>Questioning</i>)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Merancang tugas yang akan dipelajari</li> <li>• Apa pengertian larutan penyangga</li> <li>• Bagaimana sifat larutan penyangga</li> <li>• Bagaimana menghitung pH larutan penyangga</li> <li>• Apa peranan larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup dan kehidupan sehari-hari</li> </ul> <p><b>Mengumpulkan data (<i>Experimenting</i>)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menganalisis terbentuknya larutan penyangga dengan mengelaborasi informasi dari berbagai sumber</li> <li>• Menganalisis sifat larutan penyangga</li> <li>• Merancang percobaan untuk mengetahui kemampuan larutan penyangga dalam</li> </ul>	<p><b>Observasi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Penilaian sikap</li> <li>• Penilaian psikomotor dalam praktikum dan diskusi</li> </ul>	
<p>2.2 Menunjukkan perilaku kerjasama, santun, toleran, cinta damai dan peduli lingkungan serta hemat dalam memanfaatkan sumber daya alam.</p>			<p><b>Portofolio</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laporan percobaan</li> </ul>	



2.3 Menunjukkan perilaku responsif dan pro-aktif serta bijaksana sebagai wujud kemampuan memecahkan masalah dan membuat keputusan		<p>mempertahankan pH</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Melakukan percobaan</li> <li>• Mengamati dan mencatat data hasil pengamatan</li> <li>• Menyelidiki perhitungan dan peran larutan penyangga dengan mengelaborasi informasi dari berbagai sumber</li> </ul>	<p><b>Tes tertulis uraian</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menyatakan tujuan percobaan sifat larutan penyangga</li> </ul>		
3.13 Menganalisis peran larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup.		<p><b>Mengasosiasi (<i>Associating</i>)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menyusun dan menginterpretasi data untuk menyimpulkan larutan yang bersifat penyangga, perhitungan pH larutan penyangga dan peranannya.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi informasi untuk mengetahui sifat dan peran larutan penyangga</li> </ul>		
4.13 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan untuk menentukan sifat larutan penyangga.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menentukan pH larutan penyangga melalui perhitungan dengan memutuskan prosedur yang sesuai</li> </ul> <p><b>Mengkomunikasikan (<i>Communicating</i>)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Membuat laporan percobaan kapasitas penyangga dan mempresentasikannya dengan menggunakan tata bahasa yang benar</li> <li>• Mengkomunikasikan sifat larutan penyangga dan peran larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup dan kehidupan sehari-hari</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memilih operasi yang sesuai untuk menghitung pH larutan penyangga</li> <li>• Mengetahui tentang larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup dan bagaimana Peranannya.</li> </ul>		

Lampiran 8

**RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN**

Nama Sekolah : SMA N 2 PATI  
Mata Pelajaran : KIMIA  
Kelas/Semester : XI MIPA/2  
Materi Pokok : Sifat larutan penyangga  
Alokasi Waktu : 1 x pertemuan (2 jam pelajaran)

**A. KOMPETENSI INTI**

- KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya
- KI 2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif, dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia
- KI 3 : Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah
- KI 4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan

**B. KOMPETENSI DASAR DAN INDIKATOR****KD pada KI-1**

- 1.1 Menyadari adanya keteraturan dari sifat hidrokarbon, termokimia, laju reaksi, kesetimbangan kimia, larutan dan koloid sebagai wujud kebesaran Tuhan YME dan pengetahuan tentang adanya keteraturan tersebut

sebagai hasil pemikiran kreatif manusia yang kebenarannya bersifat tentatif.

Indikator:

1. Peserta didik mampu mengagungkan kebesaran Tuhan YME
2. Peserta didik mampu menyadari bahwa ketentuan yang ditetapkan oleh Tuhan YME adalah yang terbaik bagi kita
3. Peserta didik mampu mensyukuri setiap anugerah yang telah diberikan Tuhan YME

### **KD pada KI-2**

- 2.1 Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu, disiplin, jujur, objektif, terbuka, mampu membedakan fakta dan opini, ulet, teliti, bertanggung jawab, kritis, kreatif, inovatif, demokratis, komunikatif) dalam merancang dan melakukan percobaan serta berdiskusi yang diwujudkan dalam sikap sehari-hari.
- 2.2 Menunjukkan perilaku kerjasama, santun, toleran, cinta damai dan peduli lingkungan serta hemat dalam memanfaatkan sumber daya alam.
- 2.3 Menunjukkan perilaku responsif dan pro-aktif serta bijaksana sebagai wujud kemampuan memecahkan masalah dan membuat keputusan.

Indikator:

1. Peserta didik memiliki rasa ingin tahu
2. Peserta didik secara jujur dan bertanggung jawab mampu dalam menggunakan data untuk penyelidikan
3. Peserta didik secara teliti mampu mengolah dan menganalisis data (melakukan penyelidikan secara runut dan konsisten terhadap langkah-langkah serta kebenaran hasil)
4. Peserta didik secara ulet mampu mencari sumber pengetahuan yang mendukung penyelesaian masalah (dapat menyelesaikan masalah secara runut di awal hingga akhir dengan langkah-langkah yang benar).
5. Peserta didik secara kreatif, inovatif dan mampu berdiskusi dalam diskusi

6. Peserta didik peduli lingkungan dan mampu memanfaatkan sumberdaya alam yang ada di sekitar
7. Peserta didik secara responsive dan aktif mampu memecahkan setiap masalah dan mampu membuat keputusan dengan tepat

### **KD pada KI-3**

3.13 Menganalisis peran larutan penyangga dalam tubuh hidup.

Indikator:

1. Peserta didik secara logis mengetahui tentang larutan penyangga dan bukan larutan penyangga
2. Peserta didik secara cermat mampu menjelaskan cara kerja dan komponen larutan penyangga

### **C. TUJUAN PEMBELAJARAN**

1. Peserta didik secara jujur dan bertanggung jawab mampu dalam menggunakan data untuk penyelidikan menggunakan metode *group investigation* berbasis inkuiri dengan benar
2. Peserta didik secara teliti mampu mengolah dan menganalisis data (melakukan penyelidikan secara runut dan konsisten terhadap langkah-langkah serta kebenaran hasil) menggunakan metode *group investigation* berbasis inkuiri dengan benar
3. Peserta didik secara ulet mampu mencari sumber pengetahuan yang mendukung penyelesaian masalah (dapat menyelesaikan masalah secara runut di awal hingga akhir dengan langkah-langkah yang benar) menggunakan metode *group investigation* berbasis inkuiri dengan benar
4. Peserta didik secara kreatif, inovatif dan mampu berdiskusi dalam diskusi menggunakan metode *group investigation* berbasis inkuiri dengan benar
5. Peserta didik peduli lingkungan dan mampu memanfaatkan sumberdaya alam yang ada di sekitar menggunakan metode *group investigation* berbasis inkuiri dengan benar
6. Peserta didik secara responsive dan aktif mampu memecahkan setiap masalah dan mampu membuat keputusan dengan tepat menggunakan metode *group investigation* berbasis inkuiri dengan benar

7. Peserta didik secara logis mengetahui tentang larutan penyangga dan bukan larutan penyangga menggunakan metode *group investigation* berbasis inkuiri dengan benar
8. Peserta didik secara cermat mampu menjelaskan cara kerja dan komponen larutan penyangga menggunakan metode *group investigation* berbasis inkuiri dengan benar

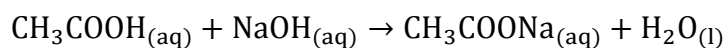
#### **D. MATERI**

##### **Pengertian Larutan Penyangga**

Larutan penyangga adalah larutan yang mengandung asam lemah dan basa konjugasinya atau basa lemah dan asam konjugasinya. Larutan buffer mempunyai sifat menyangga usaha untuk mengubah pH seperti penambahan asam, basa, atau pengenceran. Artinya, pH larutan buffer praktis tidak berubah walaupun kepadanya ditambahkan sedikit asam kuat atau basa kuat atau bila larutan diencerkan.

##### **Komponen Larutan Penyangga**

Larutan penyangga dibedakan atas larutan penyangga asam dan larutan penyangga basa. Larutan penyangga asam merupakan larutan antara asam lemah dan basa konjugasinya. Larutan penyangga asam dapat dibuat dengan cara mencampurkan larutan asam lemah dengan basa konjugasinya, misalnya larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dan  $\text{CH}_3\text{COONa}$ . Larutan penyangga asam juga dapat dibuat dengan cara mereaksikan asam lemah dengan basa kuat dengan syarat pada akhir reaksi ada sisa asam lemah, sedangkan basa kuat habis bereaksi.



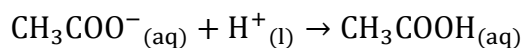
Karena NaOH habis bereaksi dan ada sisa  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , pada akhir reaksi terdapat larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dan  $\text{CH}_3\text{COONa}$  yang merupakan komponen pembentuk larutan penyangga. Larutan itu akan membentuk kesetimbangan sebagai berikut:

$$\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^{-}_{(\text{aq})} + \text{H}^{+}_{(\text{l})}$$

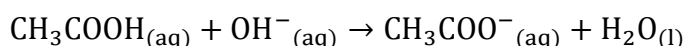
Apabila ditambahkan sedikit asam ( $\text{H}^{+}$ ) atau basa ( $\text{OH}^{-}$ ) ke dalam larutan

tersebut, akan terjadi reaksi berikut.

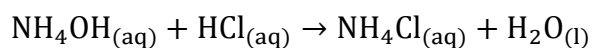
- c. Jika ditambahkan asam maka ion  $H^+$  dari asam akan bereaksi dengan ion  $CH_3COO^-$  membentuk  $CH_3COOH$ , menurut reaksi:



- d. Jika ditambahkan basa, ion  $OH^-$  akan dinetralkan oleh  $CH_3COOH$ , menurut reaksi:



Larutan penyangga basa merupakan larutan antara basa lemah dengan asam konjugasinya. Larutan penyangga basa dapat dibuat dengan cara mencampur larutan basa lemah dengan asam konjugasinya, misalnya larutan  $NH_4OH$  dan  $NH_4Cl$  (komponen penyangganya  $NH_4OH$  dan  $NH_4^+$ ). Larutan penyangga basa juga dapat dibuat dengan cara mereaksikan basa lemah dengan asam kuat dengan syarat akhir reaksi terdapat sisa basa lemah, sedangkan asam kuat habis bereaksi.

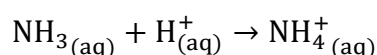


Karena  $HCl$  habis bereaksi dan terdapat sisa  $NH_4OH$ , pada akhir reaksi terdapat  $NH_4OH$  dan  $NH_4^+$  (asam konjugasi dari  $NH_4OH$ ). Larutan ini akan membentuk kesetimbangan sebagai berikut:

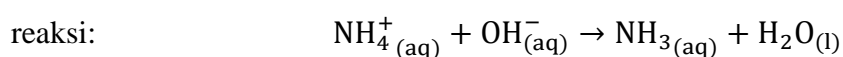


Apabila ditambahkan sedikit asam ( $H^+$ ) atau basa ( $OH^-$ ) ke dalam larutan tersebut, akan terjadi reaksi berikut.

- c. Jika ditambahkan asam maka ion  $H^+$  akan dinetralkan oleh basa, menurut reaksi:



- d. Jika ditambahkan basa, ion  $OH^-$  akan bereaksi dengan ion  $NH_4^+$ , menurut



**E. PENDEKATAN DAN METODE PEMBELAJARAN**

1. Pendekatan : *Scientific*
2. Strategi : Kooperatif
3. Metode : *Group Investigation* berbasis inkuiri

**F. MEDIA DAN SUMBER BELAJAR**

1. Alat dan Bahan: Lembar Kerja Siswa

2. Sumber Belajar:

a. Pegangan Siswa :

Sudarmo, Unggul. 2013. *Kimia untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Erlangga.

Lembar Kegiatan Siswa dan Internet.

b. Pegangan Guru :

Purba, Michael. 2006. *Kimia untuk SMA Kelas XI Semester 2*. Jakarta: Erlangga.

**G. LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN**

<b>Kegiatan</b>	<b>Sintak <i>Group Investigation</i></b>	<b>Deskripsi Kegiatan</b>	<b>Waktu (menit)</b>
<b>Pendahuluan</b>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru melakukan pembukaan dengan salam pembuka secara menyenangkan</li> <li>2. Guru memeriksa kehadiran siswa sebagai sikap disiplin</li> <li>3. Guru melakukan apersepsi dengan mengajukan pertanyaan untuk mengarahkan peserta didik ke materi yang akan dipelajari. “Pada materi sebelumnya kalian sudah belajar mengenai hidrolisis garam. Hidrolisis garam terbuat dari campuran apa saja? Bagaimana jika ada campuran larutan asam lemah dan basa konjugasinya apakah masih termasuk hidrolisis garam?”</li> <li>4. Guru menyampaikan tujuan</li> </ol>	15

		yang akan dicapai dan metode pembelajaran yang akan digunakan	
<b>Inti</b>	<b>Pengelompokan</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Siswa bergabung dengan kelompoknya untuk mempelajari apa topik yang telah mereka pilih bagaimana menyelidikinya</li> <li>2. Guru membantu siswa dalam mengumpulkan informasi dan memfasilitasi pengaturan.</li> </ol>	65
	<b>Perencanaan</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Siswa merancang tugas yang akan dipelajari (<b>Mengamati</b>)</li> <li>2. Siswa mengajukan pertanyaan: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apa pengertian larutan penyangga?</li> <li>• Bagaimana cara kerja larutan penyangga?</li> <li>• Apakah komponen larutan penyangga? (<b>Menanya</b>)</li> </ul> </li> </ol>	
	<b>Penyelidikan</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Siswa merumuskan masalah mengenai larutan penyangga, cara kerja dan komponennya.</li> <li>2. Siswa menyusun hipotesis dari rumusan masalah</li> <li>3. Siswa mengumpulkan data dengan mengidentifikasi informasi data pengamatan hasil praktikum melalui diskusi (<b>Mengumpulkan data</b>)</li> <li>4. Siswa menguji hipotesis</li> <li>5. Siswa menganalisis hasil diskusi.</li> <li>6. Siswa menyusun dan menginterpretasi data untuk menyimpulkan pengertian larutan penyangga, cara kerja dan komponennya. (<b>Mengasosiasi</b>)</li> </ol>	
	<b>Pengorganisasian</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Siswa membuat laporan hasil diskusi secara berkelompok</li> </ol>	



	<b>Presentasi</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Siswa mempresentasikan hasil diskusi secara bergantian antar kelompok (<b>Mengkomunikasikan</b>)</li> <li>2. Peserta kelompok yang bukan penyaji mengevaluasi kejelasan materi presentasi dan penampilan presentasi.</li> </ol>	
	<b>Evaluasi</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru dan siswa berkolaborasi dalam mengevaluasi hasil presentasi siswa</li> </ol>	
<b>Penutup</b>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Siswa dan guru bersama-sama menyimpulkan tentang larutan penyangga, cara kerja dan komponen penyusunnya.</li> <li>2. Guru mengakhiri kegiatan belajar dengan memberikan pesan untuk tetap belajar.</li> </ol>	10

#### H. PENILAIAN HASIL PEMBELAJARAN

##### 1. Teknik Penilaian:

- a. Aspek Pengetahuan : Soal
- b. Aspek Sikap : Sikap siswa selama pembelajaran
- c. Aspek Keterampilan : Psikomotorik

##### 2. Bentuk Instrumen:

- a. Soal uraian
- b. Lembar pengamatan penilaian sikap
- c. Lembar pengamatan penilaian psikomotorik

Semarang, 24 Februari 2015

Guru pengampu



Anik Widiati, S.Pd.

NIP 196907041991012003

Guru Praktikan



Riska Pujayanti

NIM 4301411087

**RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN**

Nama Sekolah : SMA N 2 PATI  
Mata Pelajaran : KIMIA  
Kelas/Semester : XI MIPA/2  
Materi Pokok : pH larutan penyangga  
Alokasi Waktu : 1 x pertemuan (4 jam pelajaran)

**A. KOMPETENSI INTI**

- KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya
- KI 2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif, dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia
- KI 3 : Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah
- KI 4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan

**B. KOMPETENSI DASAR DAN INDIKATOR****KD pada KI-1**

- 1.1 Menyadari adanya keteraturan dari sifat hidrokarbon, termokimia, laju reaksi, kesetimbangan kimia, larutan dan koloid sebagai wujud kebesaran Tuhan YME dan pengetahuan tentang adanya keteraturan tersebut

sebagai hasil pemikiran kreatif manusia yang kebenarannya bersifat tentatif.

Indikator:

1. Peserta didik mampu mengagungkan kebesaran Tuhan YME
2. Peserta didik mampu menyadari bahwa ketentuan yang ditetapkan oleh Tuhan YME adalah yang terbaik bagi kita
3. Peserta didik mampu mensyukuri setiap anugerah yang telah diberikan Tuhan YME

### **KD pada KI-2**

- 2.1 Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu, disiplin, jujur, objektif, terbuka, mampu membedakan fakta dan opini, ulet, teliti, bertanggung jawab, kritis, kreatif, inovatif, demokratis, komunikatif) dalam merancang dan melakukan percobaan serta berdiskusi yang diwujudkan dalam sikap sehari-hari.
- 2.2 Menunjukkan perilaku kerjasama, santun, toleran, cintadamai dan peduli lingkungan serta hemat dalam memanfaatkan sumber daya alam.
- 2.3 Menunjukkan perilaku responsif dan pro-aktif serta bijaksana sebagai wujud kemampuan memecahkan masalah dan membuat keputusan.

Indikator:

1. Peserta didik memiliki rasa ingin tahu
2. Peserta didik secara jujur dan bertanggung jawab mampu dalam menggunakan data untuk penyelidikan
3. Peserta didik secara teliti mampu mengolah dan menganalisis data (melakukan penyelidikan secara runut dan konsisten terhadap langkah-langkah serta kebenaran hasil)
4. Peserta didik secara ulet mampu mencari sumber pengetahuan yang mendukung penyelesaian masalah (dapat menyelesaikan masalah secara runut di awal hingga akhir dengan langkah-langkah yang benar).
5. Peserta didik secara kreatif, inovatif dan mampu berdiskusi dalam diskusi
6. Peserta didik peduli lingkungan dan mampu memanfaatkan sumberdaya alam yang ada di sekitar

7. Peserta didik secara responsive dan aktif mampu memecahkan setiap masalah dan mampu membuat keputusan dengan tepat

**KD pada KI-3**

- 3.13 Menganalisis peran larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup.

Indikator:

- Peserta didik secara mandiri mengetahui kapasitas larutan penyangga
- Peserta didik secara teliti mampu menghitung pH larutan penyangga.

**KD pada KI-4**

- 4.14 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan untuk menentukan sifat larutan penyangga.

Indikator :

1. Peserta didik secara mandiri mampu menyatakan tujuan penyelidikan kapasitas larutan penyangga dengan menggunakan indikator universal
2. Peserta didik secara cermat mampu merancang langkah-langkah percobaan untuk menyelidiki kapasitas larutan penyangga
3. Peserta didik secara teliti mampu menyusun dan menginterpretasi data hasil penyelidikan kapasitas larutan penyangga

**C. TUJUAN PEMBELAJARAN**

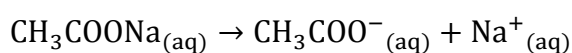
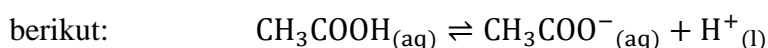
1. Peserta didik secara jujur dan bertanggung jawab mampu dalam menggunakan data untuk penyelidikan menggunakan metode *group investigation* berbasis inkuiri dengan benar
2. Peserta didik secara teliti mampu mengolah dan menganalisis data (melakukan penyelidikan secara runut dan konsisten terhadap langkah-langkah serta kebenaran hasil) menggunakan metode *group investigation* berbasis inkuiri dengan benar
3. Peserta didik secara ulet mampu mencari sumber pengetahuan yang mendukung penyelesaian masalah (dapat menyelesaikan masalah secara runut di awal hingga akhir dengan langkah-langkah yang benar) menggunakan metode *group investigation* berbasis inkuiri dengan benar

4. Peserta didik secara kreatif, inovatif dan mampu berdiskusi dalam diskusi menggunakan metode *group investigation* berbasis inkuiri dengan benar
5. Peserta didik peduli lingkungan dan mampu memanfaatkan sumber daya alam yang ada di sekitar menggunakan metode *group investigation* berbasis inkuiri dengan benar
6. Peserta didik secara responsive dan aktif mampu memecahkan setiap masalah dan mampu membuat keputusan dengan tepat menggunakan metode *group investigation* berbasis inkuiri dengan benar
7. Peserta didik secara mandiri mengetahui kapasitas larutan penyangga menggunakan metode *group investigation* berbasis inkuiri dengan benar
8. Peserta didik secara teliti mampu menghitung pH larutan penyangga menggunakan metode *group investigation* berbasis inkuiri dengan benar
9. Peserta didik secara mandiri mampu menyatakan tujuan penyelidikan kapasitas larutan penyangga dengan menggunakan indikator universal menggunakan metode *group investigation* berbasis inkuiri dengan benar
10. Peserta didik secara cermat mampu merancang langkah-langkah percobaan untuk menyelidiki kapasitas larutan penyangga menggunakan metode *group investigation* berbasis inkuiri dengan benar
11. Peserta didik secara teliti mampu menyusun dan menginterpretasi data hasil penyelidikan kapasitas larutan penyangga menggunakan metode *group investigation* berbasis inkuiri dengan benar

#### D. MATERI

##### Perhitungan pH Larutan Penyangga

Larutan penyangga dari asam lemah dan basa konjugasinya ialah larutan yang dibuat dengan mereaksikan larutan asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) dengan larutan garam natrium asetat ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ ). Larutan tersebut terionisasi dalam air sebagai



Asam asetat adalah asam lemah. Tetapan ionisasi untuk reaksi ionisasi asam asetat

adalah:

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

Asam asetat hanya sedikit terionisasi, sedangkan natrium asetat terionisasi sempurna. Ion  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  dari garam mengakibatkan kesetimbangan asam bergeser ke kiri, sehingga asam asetat yang mengion semakin kecil. Untuk memudahkan dalam perhitungan, konsentrasi asam asetat dalam larutan dianggap tetap dan ion  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  dianggap hanya berasal dari garam, sedangkan  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  yang berasal dari asam asetat diabaikan. Sehingga persamaan di atas dapat ditulis

sebagai berikut: 
$$K_a = \frac{[g][\text{H}^+]}{[a]} \quad \text{atau} \quad [\text{H}^+] = K_a \frac{[a]}{[g]}$$

Keterangan:  $[g]$  = konsentrasi basa konjugasi,  $[a]$  = konsentrasi asam lemah

Volume larutan adalah volume campuran asam dan basa konjugasi, sehingga pH larutan penyangga hanya bergantung pada tetapan ionisasi asam serta perbandingan mol asam dan basa konjugasi.

$$[\text{H}^+] = K_a \frac{a}{\frac{V}{V}}$$

Persamaan tersebut pada volume yang sama dapat ditulis sebagai berikut:

$$[\text{H}^+] = K_a \frac{a}{g}$$

Sehingga, 
$$\text{pH} = -\log\left(K_a \frac{a}{g}\right) = -\log K_a - \log \frac{a}{g}$$

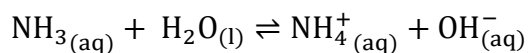
$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{a}{g}$$

Keterangan:

$K_a$  = tetapan ionisasi asam lemah,  $a$  = jumlah mol asam lemah,

$g$  = jumlah mol basa konjugasi

Larutan penyangga dari basa lemah dan asam konjugasinya ialah larutan yang dibuat dengan mereaksikan larutan basa amonia ( $\text{NH}_3$ ) dengan larutan garam amonium klorida ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ). Larutan itu akan terionisasi sebagai berikut:



Tetapan ionisasi basa lemah  $\text{NH}_3$  adalah: 
$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

Konsentrasi  $\text{H}_2\text{O}$  dianggap konstan, ion  $\text{NH}_4^+$  dianggap hanya berasal dari garam, sedangkan konsentrasi  $\text{NH}_3$  dianggap tetap, karena pengaruh ion  $\text{NH}_4^+$  dari  $\text{NH}_4\text{Cl}$  menyebabkan kesetimbangan bergeser ke pihak  $\text{NH}_3$ . Sehingga persamaan dapat

dituliskan: 
$$K_b = \frac{[g][\text{OH}^-]}{[b]} \text{ atau } [\text{OH}^-] = K_b \frac{[b]}{[g]}$$

Keterangan: [b] = konsentrasi basa lemah, [g] = konsentrasi asam konjugasi

Volume larutan adalah volume larutan antara basa dan asam konjugasinya, maka persamaan menjadi:

$$[\text{OH}^-] = K_b \frac{b}{\frac{V}{g}}$$

Persamaan tersebut pada volume yang sama dapat ditulis sebagai berikut:

$$[\text{OH}^-] = K_b \frac{b}{g}$$

Sehingga, 
$$\text{pOH} = -\log\left(K_b \frac{b}{g}\right) = -\log K_b - \log \frac{b}{g}$$

$$\text{pOH} = \text{p}K_b + \log \frac{b}{g}$$

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

Keterangan:

$K_b$  = tetapan ionisasi basa lemah,  $b$  = jumlah mol basa lemah

$g$  = jumlah mol asam konjugasi

### **Kapasitas Larutan Penyangga**

Kapasitas penyangga mengacu pada jumlah asam atau basa yang dapat

ditambahkan ke dalam larutan penahan sebelum terjadi perubahan pH yang besar. Pada umumnya, kapasitas maksimum untuk menahan perubahan pH terjadi jika konsentrasi-konsentrasi asam (basa) lemah dan basa (asam) konjugasinya dijaga tetap tinggi atau kurang lebih sama satu sama lain. Larutan penyangga mempunyai kapasitas maksimum pada  $\text{pH} = \text{pK}_a$  atau  $\text{pOH} = \text{pK}_b$ . Hal ini berarti larutan penyangga efektif pada daerah  $\text{pK}_a - \log \frac{a}{g} < \text{pH} < \text{pK}_a + \log \frac{a}{g}$  untuk larutan penyangga asam, sedangkan untuk larutan penyangga basa efektif pada daerah  $\text{pK}_a - \log \frac{a}{g} < \text{pOH} < \text{pK}_b + \log \frac{a}{g}$ . Bilamana perbandingan konsentrasi asam/basa konjugasi terhadap elektrolit lemahnya lebih kecil dari 0,10 atau lebih besar dari 10, larutan penahan akan kehilangan keefektifannya. Hal ini karena  $\log 0,10 = -1$  dan  $\log 10 = +1$ , maka selang penahan efektif adalah kira-kira satu unit pH di atas atau di bawah nilai pK. Untuk larutan penahan asam asetat-natrium asetat, selang efektif adalah di antara pH 3,76 sampai 5,76, sedangkan untuk ammonia-amonium klorida, sekitar pH 8,24 sampai 10,24.

#### E. PENDEKATAN DAN METODE PEMBELAJARAN

1. Pendekatan : *Scientific*
2. Strategi : Kooperatif
3. Metode : *Group Investigation* berbasis inkuiri

#### F. MEDIA DAN SUMBER BELAJAR

1. Alat dan Bahan: Lembar Kegiatan Siswa
2. Sumber Belajar:
  - a. Pegangan Siswa :  
Sudarmo, Unggul. 2013. *Kimia untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Erlangga.  
Lembar Kegiatan Siswa dan Internet.
  - b. Pegangan Guru :  
Purba, Michael. 2006. *Kimia untuk SMA Kelas XI Semester 2*. Jakarta: Erlangga.

#### G. LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN

Kegiatan	Sintak <i>Group Investigation</i>	Deskripsi Kegiatan	Waktu (menit)
----------	--------------------------------------	--------------------	------------------



<b>Pendahuluan</b>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru melakukan pembukaan dengan salam pembuka secara menyenangkan</li> <li>2. Guru memeriksa kehadiran siswa sebagai sikap disiplin</li> <li>3. Guru melakukan apersepsi dengan mengajukan pertanyaan untuk mengarahkan peserta didik ke materi yang akan dipelajari. “ Apakah larutan penyangga itu? Sekarang seberapa besarkah kemampuan larutan penyangga dalam mempertahankan pH? Apakah pH larutan penyangga benar-benar tidak berubah? Bagaimana menghitungnya?</li> <li>4. Guru menyampaikan tujuan yang akan dicapai dan metode pembelajaran yang akan digunakan</li> </ol>	10
<b>Inti</b>	<b>Pengelompokan</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Siswa bergabung dengan kelompoknya untuk mempelajari apa topik yang telah mereka pilih bagaimana menyelidikinya</li> <li>2. Guru membantu siswa dalam mengumpulkan informasi dan memfasilitasi pengaturan</li> </ol>	90
	<b>Perencanaan</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Siswa merancang tugas yang akan dipelajari (<b>Mengamati</b>)</li> <li>2. Siswa mengajukan pertanyaan: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bagaimana kapasitas dari larutan penyangga?</li> <li>• Apakah tujuan menyelidiki kapasitas larutan penyangga? (<b>Menanya</b>)</li> </ul> </li> </ol>	
	<b>Penyelidikan</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Siswa merumuskan masalah mengenai sifat larutan penyangga berdasarkan masalah yang dihadapi</li> <li>2. Siswa menyusun hipotesis</li> </ol>	

		<p>dari rumusan masalah</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Siswa mengumpulkan data dengan merancang, melakukan, dan mengamati percobaan untuk mengetahui kapasitas larutan penyangga (<b>Mengumpulkan data</b>)</li> <li>Siswa menguji hipotesis</li> <li>Siswa menganalisis hasil percobaan</li> <li>Siswa menyusun dan menginterpretasi data untuk menyimpulkan kapasitas penyangga (<b>Mengasosiasi</b>)</li> </ol>	
	<b>Pengorganisasian</b>	Siswa membuat laporan percobaan kapasitas larutan penyangga secara berkelompok	
	<b>Presentasi</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Siswa mempresentasikan hasil percobaan secara bergantian antar kelompok</li> <li>Peserta kelompok yang bukan penyaji mengevaluasi kejelasan materi presentasi dan penampilan presentasi. (<b>Mengkomunikasikan</b>)</li> </ol>	
	<b>Evaluasi</b>	Guru dan siswa berkolaborasi dalam mengevaluasi hasil presentasi siswa	
	<b>Pengelompokan</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Siswa mengidentifikasi informasi dari beberapa sumber mengenai perhitungan pH dan pOH larutan penyangga, mengusulkan sejumlah topik, dan mengkatogerikan saran-saran.</li> <li>Siswa bergabung dengan kelompoknya untuk mempelajari tentang topik apa yang telah mereka pilih dan bagaimana menyelidikinya</li> <li>Guru membantu siswa dalam mengumpulkan informasi dan memfasilitasi pengaturan</li> </ol>	70

<b>Perencanaan</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Siswa merancang tugas yang akan dipelajari <b>(Mengamati)</b></li> <li>2. Siswa mengajukan pertanyaan: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apakah pH dan pOH larutan penyangga?</li> <li>• Bagaimana perhitungan pH dan pOH larutan penyangga?</li> <li>• Apakah ada pengaruh penambahan sedikit asam, sedikit basa dan pengenceran terhadap larutan penyangga?</li> </ul> <b>(Menanya)</b> </li> </ol>
<b>Penyelidikan</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Siswa menghadapi dengan masalah mengenai pH larutan penyangga</li> <li>2. Siswa merumuskan masalah mengenai perhitungan pH dan pOH larutan penyangga</li> <li>3. Siswa menyusun hipotesis berdasarkan rumusan masalah</li> <li>4. Siswa mengumpulkan data dengan melakukan diskusi kelompok dengan mengelaborasi informasi dari berbagai sumber tentang menghitung pH larutan penyangga dengan penambahan sedikit asam, sedikit basa dan pengenceran <b>(Mengumpulkan data)</b></li> <li>5. Siswa menguji hipotesis hasil diskusi</li> <li>6. Siswa menyimpulkan hasil diskusi kelompok dengan menyusun dan menginterpretasi data hasil perhitungan untuk menentukan pH larutan penyangga <b>(Mengasosiasi)</b></li> </ol>
<b>Pengorganisasian</b>	Siswa membuat laporan hasil diskusi mengenai perhitungan pH larutan penyangga

	<b>Presentasi</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Siswa mempresentasikan hasil diskusi secara bergantian antar kelompok</li> <li>2. Peserta kelompok yang bukan penyaji mengevaluasi kejelasan materi presentasi dan penampilan presentasi. <b>(Mengkomunikasikan)</b></li> </ol>	
	<b>Evaluasi</b>	Guru dan siswa berkolaborasi dalam mengevaluasi pembelajaran siswa	
<b>Penutup</b>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Siswa dan guru bersama-sama menyimpulkan tentang sifat dan perhitungan pH dan pOH larutan penyangga,</li> <li>2. Guru memberikan tugas laporan praktikum individu dan latihan soal mengenai materi pokok yang dipelajari</li> <li>3. Guru mengakhiri kegiatan belajar dengan memberikan pesan untuk tetap belajar.</li> </ol>	10

## H. PENILAIAN HASIL PEMBELAJARAN

### 1. Teknik Penilaian:

- a. Aspek Pengetahuan : soal
- b. Aspek Sikap : Sikap siswa selama pembelajaran
- c. Aspek Keterampilan : Psikomotor

### 2. Bentuk Instrumen:

- a. Soal uraian
- b. Lembar pengamatan penilaian sikap
- c. Lembar pengamatan penilaian psikomotor

Semarang, 24 Februari 2015

Guru pengampu



Anik Widiati, S.Pd.

NIP 196907041991012003

Guru Praktikan



Riska Pujayanti

NIM 4301411087

**RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN**

Nama Sekolah : SMA N 2 PATI  
Mata Pelajaran : KIMIA  
Kelas/Semester : XI MIPA/2  
Materi Pokok : Peran larutan penyangga dalam kehidupan makhluk hidup  
Alokasi Waktu : 1 x pertemuan (2 jam pelajaran)

**A. KOMPETENSI INTI**

- KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya
- KI 2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif, dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia
- KI 3 : Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah
- KI 4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan

**B. KOMPETENSI DASAR DAN INDIKATOR****KD pada KI-1**

- 1.1 Menyadari adanya keteraturan dari sifat hidrokarbon, termokimia, laju reaksi, kesetimbangan kimia, larutan dan koloid sebagai wujud kebesaran

Tuhan YME dan pengetahuan tentang adanya keteraturan tersebut sebagai hasil pemikiran kreatif manusia yang kebenarannya bersifat tentatif.

Indikator:

1. Peserta didik mampu mengagungkan kebesaran Tuhan YME
2. Peserta didik mampu menyadari bahwa ketentuan yang ditetapkan oleh Tuhan YME adalah yang terbaik bagi kita
3. Peserta didik mampu mensyukuri setiap anugerah yang telah diberikan Tuhan YME

### **KD pada KI-2**

- 2.1 Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu, disiplin, jujur, objektif, terbuka, mampu membedakan fakta dan opini, ulet, teliti, bertanggung jawab, kritis, kreatif, inovatif, demokratis, komunikatif) dalam merancang dan melakukan percobaan serta berdiskusi yang diwujudkan dalam sikap sehari-hari.
- 2.2 Menunjukkan perilaku kerjasama, santun, toleran, cinta damai dan peduli lingkungan serta hemat dalam memanfaatkan sumber daya alam.
- 2.3 Menunjukkan perilaku responsif dan pro-aktif serta bijaksana sebagai wujud kemampuan memecahkan masalah dan membuat keputusan.

Indikator:

1. Peserta didik memiliki rasa ingin tahu
2. Peserta didik secara jujur dan bertanggung jawab mampu dalam menggunakan data untuk penyelidikan
3. Peserta didik secara teliti mampu mengolah dan menganalisis data (melakukan penyelidikan secara runut dan konsisten terhadap langkah-langkah serta kebenaran hasil)
4. Peserta didik secara ulet mampu mencari sumber pengetahuan yang mendukung penyelesaian masalah (dapat menyelesaikan masalah secara runut di awal hingga akhir dengan langkah-langkah yang benar).
5. Peserta didik secara kreatif, inovatif dan mampu berdiskusi dalam diskusi

6. Peserta didik peduli lingkungan dan mampu memanfaatkan sumberdaya alam yang ada di sekitar
7. Peserta didik secara responsive dan aktif mampu memecahkan setiap masalah dan mampu membuat keputusan dengan tepat

### **KD pada KI-3**

3.13 Menganalisis peran larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup.

Indikator:

1. Peserta didik secara logis mampu mengidentifikasi informasi mengenai larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup dan kehidupan sehari-hari
2. Peserta didik secara mandiri mampu mengelaborasi informasi dari berbagai sumber untuk menyelidiki peran larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup dan kehidupan sehari-hari

### **C. TUJUAN PEMBELAJARAN**

1. Peserta didik secara jujur dan bertanggung jawab mampu dalam menggunakan data untuk penyelidikan menggunakan metode *group investigation* dengan benar
2. Peserta didik secara teliti mampu mengolah dan menganalisis data (melakukan penyelidikan secara runut dan konsisten terhadap langkah-langkah serta kebenaran hasil) menggunakan metode *group investigation* dengan benar
3. Peserta didik secara ulet mampu mencari sumber pengetahuan yang mendukung penyelesaian masalah (dapat menyelesaikan masalah secara runut di awal hingga akhir dengan langkah-langkah yang benar) menggunakan metode *group investigation* dengan benar
4. Peserta didik secara kreatif, inovatif dan mampu berdiskusi dalam diskusi menggunakan metode *group investigation* dengan benar
5. Peserta didik peduli lingkungan dan mampu memanfaatkan sumberdaya alam yang ada di sekitar menggunakan metode *group investigation* dengan benar
6. Peserta didik secara responsive dan aktif mampu memecahkan setiap masalah dan mampu membuat keputusan dengan tepat menggunakan metode *group investigation* dengan benar

7. Peserta didik secara logis mampu mengidentifikasi informasi mengenai larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup dan kehidupan sehari-hari menggunakan metode *group investigation* dengan benar
8. Peserta didik secara mandiri mampu mengelaborasi informasi dari berbagai sumber untuk menyelidiki peran larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup dan kehidupan sehari-hari menggunakan metode *group investigation* dengan benar

#### **D. MATERI**

##### **Fungsi Larutan Penyangga**

Di dalam tubuh manusia terjadi reaksi kimia yang dipercepat oleh enzim tertentu. Enzim akan bekerja efektif pada pH tertentu. Untuk mempertahankan nilai pH agar reaksi kimia tidak terganggu, tubuh dilengkapi dengan sistem larutan penyangga. Darah manusia dalam keadaan normal mempunyai pH antara 7,35–7,45. Nilai pH tersebut dipertahankan oleh tiga larutan penyangga, yaitu larutan penyangga karbonat, hemoglobin, dan oksihemoglobin. Larutan penyangga lain yang ada dalam tubuh manusia adalah larutan penyangga fosfat yang terdapat dalam sel dan kelenjar ludah. Larutan penyangga fosfat merupakan campuran antara  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  dan basa konjugasinya  $\text{HPO}_4^{2-}$ .

Larutan penyangga juga berfungsi dalam bidang industri, misalnya industri obat-obatan, terutama obat tetes mata, obat suntik dan infus, pHnya harus disesuaikan dengan pH cairan tubuh, agar saat dipakai tidak menimbulkan dampak negatif bagi tubuh.

#### **E. PENDEKATAN DAN METODE PEMBELAJARAN**

1. Pendekatan : *Scientific*
2. Strategi : Kooperatif
3. Metode : *Group Investigation* berbasis inkuiri

#### **F. MEDIA DAN SUMBER BELAJAR**

1. Alat dan Bahan: Lembar Kegiatan Siswa
2. Sumber Belajar:
  - a. Pegangan Siswa :
 

Sudarmo, Unggul. 2013. *Kimia untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Erlangga.

Lembar Kegiatan Siswa dan Internet.



b. Pegangan Guru :

Purba, Michael. 2006. *Kimia untuk SMA Kelas XI Semester 2*. Jakarta: Erlangga.

### G. LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN

Kegiatan	Sintak <i>Group Investigation</i>	Deskripsi Kegiatan	Waktu (menit)
<b>Pendahuluan</b>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru melakukan pembukaan dengan salam pembuka secara menyenangkan</li> <li>2. Guru memeriksa kehadiran siswa sebagai sikap disiplin</li> <li>3. Guru melakukan apersepsi dengan mengajukan pertanyaan untuk mengarahkan peserta didik ke materi yang akan dipelajari. “Pernahkah kalian memperhatikan komposisi dari minuman-minuman kemasan yang kalian minum? Ternyata dalam kemasan minuman tersebut ada larutan penyangga. Ada yang tau campuran larutan apa yang digunakan?”</li> <li>4. Guru menyampaikan tujuan yang akan dicapai dan metode pembelajaran yang akan digunakan</li> </ol>	10
<b>Inti</b>	<b>Pengelompokan</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Siswa bergabung dengan kelompoknya untuk mempelajari topik apa yang telah mereka pilih dan bagaimana menyelidikinya</li> <li>2. Guru membantu siswa dalam mengumpulkan informasi dan memfasilitasi pengaturan</li> </ol>	70
	<b>Perencanaan</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Siswa merancang tugas yang akan dipelajari</li> </ol>	

		<p><b>(Mengamati)</b></p> <p>2. Siswa mengajukan pertanyaan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bagaimanakah peran larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup?</li> <li>• Apakah peran larutan penyangga dalam kehidupan sehari-hari?</li> </ul> <p><b>(Menanya)</b></p>	
	<b>Penyelidikan</b>	<p>1. Siswa mengidentifikasi informasi tentang larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup dan kehidupan sehari-hari</p> <p>2. Siswa merumuskan masalah</p> <p>3. Siswa menyusun hipotesis</p> <p>4. Siswa berdiskusi kelompok untuk mengumpulkan data dengan mengelaborasi informasi dari berbagai sumber mengenai peran larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup dan kehidupan sehari-hari</p> <p><b>(Mengumpulkan data)</b></p> <p>5. Siswa menguji hipotesis hasil diskusi</p> <p>6. Siswa menyusun dan menginterpretasi data untuk menyimpulkan peran larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup dan kehidupan sehari-hari</p> <p><b>(Mengasosiasi)</b></p>	
	<b>Pengorganisasian</b>	Siswa membuat laporan hasil diskusi mengenai peran larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup dan kehidupan sehari-hari	
	<b>Presentasi</b>	1. Siswa mempresentasikan hasil diskusi secara bergantian antar	

		kelompok( <b>Mengkomunikasikan</b> ) 2. Peserta kelompok yang bukan penyaji mengevaluasi kejelasan materi presentasi dan penampilan presentasi.	
	<b>Evaluasi</b>	Guru dan siswa berkolaborasi dalam mengevaluasi pembelajaran siswa	
<b>Penutup</b>		1. Siswa dan guru bersama-sama menyimpulkan tentang peran larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup dan kehidupan sehari-hari 2. Guru mengakhiri kegiatan belajar dengan memberikan pesan untuk tetap belajar.	10

## H. PENILAIAN HASIL PEMBELAJARAN

### 1. Teknik Penilaian:

- a. Aspek Pengetahuan : soal
- b. Aspek Sikap : Sikap siswa selama pembelajaran
- c. Aspek Keterampilan : Psikomotor

### 2. Bentuk Instrumen:

- a. Soal uraian
- b. Lembar pengamatan penilaian sikap
- c. Lembar pengamatan penilaian psikomotor diskusi kelompok.

Semarang, 24 Februari 2015

Guru pengampu



Anik Widiati, S.Pd.

NIP 196907041991012003

Guru Praktikan



Riska Pujayanti

NIM 4301411087

## LARUTAN PENYANGGA

### LEMBAR DISKUSI SISWA I



**Nama Anggota Kelompok:**

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

#### **Tujuan:**

1. Peserta didik secara logis mampu mendefinisikan tentang larutan penyangga
2. Peserta didik secara cermat mampu menjelaskan komponen dan cara kerja larutan

#### **Berhadapan dengan Masalah**

Sekelompok siswa mendapat tugas untuk membuat produk minuman dalam kemasan. Mereka belum mengetahui dengan pasti bahwa produk tersebut ternyata tidak stabil dengan perubahan pH. Perubahan pH yang besar dapat sangat mengganggu daya tahan minuman kemasan. Larutan penyangga apa yang ada di dalam larutan?

#### **A. Merumuskan Masalah**

Tuliskan rumusan masalah berdasarkan masalah yang harus diselesaikan.

.....

.....

.....

.....

#### **B. Hipotesis**

Buatlah hipotesis yang sesuai untuk rumusan masalah tersebut!!

#### **Ingat!!!**

Kumpulkan informasi dari buku, internet, artikel ilmiah dll yang berhubungan dengan masalah tersebut untuk merumuskan jawaban sementara (hipotesis).

.....

.....

.....

.....

.....





## LARUTAN PENYANGGA

### LEMBAR DISKUSI SISWA

### II



**Nama Anggota Kelompok:**

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

**Tujuan:**

1. Peserta didik secara cermat mampu merancang langkah-langkah percobaan untuk menyelidiki kapasitas larutan penyangga
2. Peserta didik secara teliti mampu menyusun dan menginterpretasi data hasil penyelidikan kapasitas larutan penyangga

**Berhadapan dengan Masalah**

Larutan penyangga merupakan larutan yang mampu mempertahankan pH pada kisarannya. Sampai sejauh mana suatu larutan penyangga mampu mempertahankan

**A. Merumuskan Masalah**

Berdasarkan masalah tersebut, buatlah rumusan masalahnya.

.....

.....

.....

.....

.....

**B. Hipotesis**

Buatlah hipotesis yang sesuai untuk rumusan masalah tersebut!!

**Ingat!!!**

Kumpulkan informasi dari buku, internet, artikel ilmiah dll yang berhubungan dengan masalah tersebut untuk merumuskan jawaban sementara (hipotesis).

.....

.....

.....

.....

.....

### C. Mengumpulkan data dan menguji hipotesis

Untuk memecahkan masalah tersebut, jawablah pertanyaan berikut dan lakukan penyelidikan melalui percobaan.

1. Jika diinginkan membuat larutan penyangga masing-masing 1 mmol dan 2 mmol, berapakah volume masing-masing komponen yang dicampurkan?
2. Berikut adalah prosedur secara ringkas untuk menyelidiki masalah tersebut.
  - a. Buatlah 5 larutan penyangga dengan komposisi sebagai berikut:

Larutan Penyangga	Perbandingan mol		pH	
	Asam/basa Lemah	Basa/asam konjugasi	Ditambah HCl	Ditambah NaOH
A	1 mmol	1 mmol	A1	A2
B	1 mmol	5 mmol	B1	B2
C	5 mmol	1 mmol	C1	C2
D	1 mmol	10 mmol	D1	D2
E	10 mmol	1 mmol	E1	E2

- b. Mengukur pH awal masing campuran larutan penyangga dengan indikator universal.
  - c. Membagi masing-masing campuran larutan dalam 2 tabung reaksi.
  - d. Tabung pertama (1) ditambahkan tetes demi tetes asam kuat hitung pH secara berkala (misal tiap 2 tetes) sampai pHnya berubah dan dicatat jumlah tetesan asam yang diperlukan.
  - e. Tabung kedua (2) ditambah tetes demi tetes basa hitung pH secara berkala (misal tiap 2 tetes) sampai pHnya berubah dan dicatat jumlah tetesan basa yang diperlukan.
- Berdasarkan prosedur ringkas tersebut, maka rancanglah percobaan secara lengkap.



## KAPASITAS LARUTAN PENYANGGA

### I. TUJUAN

.....

.....

.....

.....

### II. ALAT DAN BAHAN

Pilihlah alat dan bahan yang sesuai dengan rancangan percobaan kalian!!

Alat	Bahan	
• .....	• Indicator universal	• Larutan $\text{NH}_3$ 0,1 M
• .....	• Larutan $\text{CH}_3\text{COOH}$ 0,1	• Larutan $\text{NH}_4\text{Cl}$ 0,1 M
• .....	• Larutan $\text{CH}_3\text{COONa}$ 0,1 M	• Larutan $\text{NH}_3$ 0,01 M
• .....	• Larutan $\text{CH}_3\text{COOH}$ 0,01	• Larutan $\text{NH}_4\text{Cl}$ 0,01 M
• .....	• Larutan $\text{CH}_3\text{COONa}$ 0,01 M	
• .....	• Larutan $\text{HCl}$ 0,1 M	
• .....	• Larutan $\text{NaOH}$ 0,1 M	

### III. LANGKAH KERJA

Berdasarkan alat dan bahan yang sudah dipilih, rancanglah sebuah prosedur percobaan lengkap untuk mengetahui kemampuan larutan penyangga dalam mempertahankan pH.



#### IV. HASIL PENGAMATAN

Buatlah sebuah tabel pengamatan untuk mencatat hasil pengamatan.

--

#### D. Menganalisis hasil eksperimen

Berdasarkan eksperimen yang kalian lakukan, jawablah pertanyaan berikut:

1. Berapakah jumlah HCl yang ditambahkan pada larutan A,B,C,D, dan E sampai pHnya berubah?
2. Berapakah jumlah NaOH yang ditambahkan pada larutan A,B,C,D, dan E sampai pHnya berubah?
3. Bandingkan larutan A dengan B dan A dengan C, manakah yang kemampuannya lebih besar dalam mempertahankan pH?
4. Bandingkan larutan A dengan D dan A dengan C, manakah yang kemampuannya lebih besar dalam mempertahankan pH?



**E. Kesimpulan**

Larutan penyangga mampu mempertahankan pH dengan perbandingan mol komponennya

... : ...

**TAGIHAN!!!**

Buatlah laporan praktikum individu dengan format sebagai berikut!

- a. Judul
- b. Tujuan
- c. Landasan teori
- d. Alat dan bahan (sertakan dengan gambar atau foto)
- e. Langkah kerja
- f. Data percobaan
- g. Jawaban pertanyaan
- h. Kesimpulan
- i. Referensi

## LARUTAN PENYANGGA

### LEMBAR DISKUSI SISWA

### III



**Nama Anggota Kelompok:**

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

#### Tujuan:

1. Peserta didik secara teliti mengetahui tentang cara menghitung pH atau pOH larutan penyangga
2. Peserta didik secara cermat mampu memutuskan operasi yang paling sesuai untuk menghitung perubahan pH larutan penyangga dengan penambahan sedikit asam atau sedikit basa atau dengan pengenceran

#### Berhadapan dengan Masalah

Pada kegiatan sebelumnya kalian telah mengukur pH dengan indikator universal melalui penyelidikan mengenai kapasitas larutan penyangga. Berdasarkan hasil eksperimen tersebut, bandingkan jika pH ditentukan secara teoritik?

Ingatkah kalian tentang tetapan kesetimbangan?? Bagaimanakah hubungan tetapan kesetimbangan dengan konsentrasi  $H^+$  dan konsentrasi  $OH^-$ ?? Perhatikan juga reaksi-reaksi yang terjadi dalam eksperimen tersebut.

#### A. Merumuskan Masalah

Berdasarkan masalah yang akan diselesaikan, tuliskan rumusan masalahnya.

.....

.....

.....

.....

## B. Hipotesis

Buatlah hipotesis yang sesuai untuk rumusan masalah tersebut!!

### Ingat!!!

Kumpulkan informasi dari buku, internet, artikel ilmiah dll yang berhubungan dengan masalah tersebut untuk merumuskan jawaban sementara (hipotesis).

.....

.....

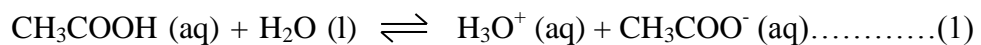
.....

.....

## C. Mengumpulkan data dan menguji hipotesis

Untuk memecahkan masalah tersebut, lengkapilah bagan berikut!

### Larutan Penyangga Asam



Asam ..... (HA)



Basa ..... (A<sup>-</sup>)

Asam lemah HA mempunyai harga  $K_a$  tertentu yang dirumuskan sebagai berikut.

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

Konsentrasi basa konjugasi pada persamaan diatas berasal dari persamaan (1) tetapi sangat kecil sehingga diabaikan dan berasal dari ionisasi pada persamaan (2).

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = [\text{CH}_3\text{COO}^-]_{(2)} + [\text{CH}_3\text{COO}^-]_{(1)}$$

Sangat sedikit (abaikan)

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = [\text{CH}_3\text{COO}^-]_{(2)}$$

Konsentrasi asam lemah berasal dari persamaan (1) dan persamaan (2), tetapi konsentrasi asam lemah pada persamaan (2) diabaikan karena sangat sedikit.

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = [\text{CH}_3\text{COOH}]_{(1)} + [\text{CH}_3\text{COOH}]_{(2)}$$

Sangat sedikit (abaikan)

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = [\text{CH}_3\text{COOH}]_{(1)}$$

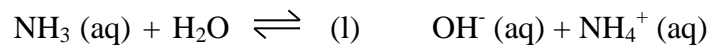
Turunkanlah persamaan  $K_a$  tersebut sehingga diperoleh persamaan konsentrasi  $\text{H}^+$  dan didapatkan rumus pH.

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

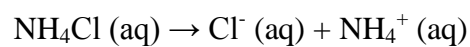
$$[H^+] = \dots \frac{\frac{mol}{vol} \dots}{\frac{mol}{vol} \dots}$$

$$[H^+] = \dots \frac{mol \dots}{mol \dots}$$

### Larutan Penyangga Basa



Basa ... (B)



Asam ... (BH<sup>+</sup>)

$$K_b = \frac{[ \dots ] [ \dots ]}{[ \dots ]}$$

Konsentrasi asam konjugasi pada persamaan diatas berasal.....

$$[NH_4^+] = [ \dots ]_{(1)} + [ \dots ]_{(2)}$$

Sangat sedikit (abaikan)

$$[NH_4^+] = [ \dots ]_{(2)}$$

Konsentrasi asam lemah berasal .....

$$[NH_3] = [ \dots ]_{(1)} + [ \dots ]_{(2)}$$

Sangat sedikit (abaikan)

$$[NH_3] = [ \dots ]_{(1)}$$

Turunkanlah persamaan  $K_a$  tersebut sehingga diperoleh persamaan konsentrasi  $OH^-$  dan didapatkan rumus pOH.

$$[OH^-] = \dots \frac{[ \dots ]}{[ \dots ]}$$

$$[OH^-] = \dots \frac{\frac{mol}{vol} \dots}{\frac{mol}{vol} \dots}$$

$$[OH^-] = \dots \frac{mol \dots}{mol \dots}$$



**Hitunglah pH/pOH hasil percobaan secara teoritik.**

**Sekarang coba kalian aplikasikan rumus pH dan pOH pada permasalahan berikut!**

1. Hitunglah pH larutan penyangga yang terdiri dari 30 mL  $\text{H}_3\text{PO}_4$  0,1 M dan 30 mL  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  0,1 M! Jika diketahui  $K_a = 7,1 \times 10^{-3}$ .

Apa yang diketahui dari soal?

Apa yang ditanyakan?

Konsep apa yang dapat kalian gunakan untuk menjawab pertanyaan tersebut?

Terapkanlah konsep atau strategi tersebut!

Apakah konsep yang kalian terapkan sudah dapat menjawab pertanyaan?

Jadi harga pH larutan penyangga sebesar...

2. Hitunglah pH larutan penyangga dari 100 mL  $\text{NH}_3$  0.1 M ditambah 20 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,1 M!  $K_b=1,74 \times 10^{-5}$ .

Apa yang diketahui dari soal?

Apa yang ditanyakan?

Konsep apa yang dapat kalian gunakan untuk menjawab pertanyaan tersebut?

Terapkanlah konsep atau strategi tersebut!

Apakah konsep yang kalian terapkan sudah dapat menjawab pertanyaan?

Jadi harga pH larutan penyangga sebesar...

3. Sebanyak 200 mL larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 direaksikan dengan 100 mL larutan  $\text{KOH}$  0,1 mol ( $K_a \text{CH}_3\text{COOH} = 10^{-5}$ ) Tentukan:
- $\text{pH}$  larutan;
  - $\text{pH}$  larutan bila ditambah 10 mL  $\text{HCl}$  0,1 M;
  - $\text{pH}$  larutan bila ditambah 10 mL  $\text{KOH}$  0,1 M;
  - $\text{pH}$  larutan bila diencerkan dengan menambah 100 mL air!

Apa yang diketahui dari soal?

Apa yang ditanyakan?

Konsep apa yang dapat kalian gunakan untuk menjawab pertanyaan tersebut?

Terapkanlah konsep atau strategi tersebut!

Apakah konsep yang kalian terapkan sudah dapat menjawab pertanyaan?

Jadi harga pH

- a.
- b.
- c.
- d.

4. Sebanyak 90 mL larutan berisi campuran dari  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 M dan  $\text{CH}_3\text{COONa}$  0,1 M ditambahkan 10 mL larutan  $\text{HCl}$  0,1 M ( $K_a = 10^{-5}$ ). Bandingkan harga  $\text{pH}$ -nya sebelum dan sesudah ditambah  $\text{HCl}$ !

Apa yang diketahui dari soal?

Apa yang ditanyakan?

Konsep apa yang dapat kalian gunakan untuk menjawab pertanyaan tersebut?

Terapkanlah konsep atau strategi tersebut!

Apakah konsep yang kalian terapkan sudah dapat menjawab pertanyaan?

Jadi perbandingan  $\text{pH}$  sebelum dan sesudah ...

5. Berapa gram amonium sulfat,  $(\text{HCOO})_2\text{Ca}$ , harus ditambahkan ke dalam 500 mL larutan  $\text{HCOOH}$  0,1 M untuk membuat larutan penyangga dengan pH 4?  
 $K_a = 10^{-4}$ .

Apa yang diketahui dari soal?

Apa yang ditanyakan?

Konsep apa yang dapat kalian gunakan untuk menjawab pertanyaan tersebut?

Terapkanlah konsep atau strategi tersebut!

Apakah konsep yang kalian terapkan sudah dapat menjawab pertanyaan?

Jadi massa amonium sulfat yang dibutuhkan sebesar ... gram

**E. Kesimpulan**

Larutan penyangga asam pH=

Larutan penyangga basa pOH=



## LARUTAN PENYANGGA

### LEMBAR DISKUSI SISWA IV



#### Nama Anggota Kelompok:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

#### Tujuan:

- Peserta didik secara logis mampu mengidentifikasi informasi mengenai larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup dan kehidupan sehari-hari
- Peserta didik secara mandiri mampu mengelaborasi informasi dari berbagai sumber untuk menyelidiki peran larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup dan

#### Berhadapan dengan Masalah

Obat tetes mata menggunakan sistem larutan penyangga agar pada saat di teteskan ke mata manusia, dapat diterima oleh kondisi tubuh manusia. Suasana pH pada obat tetes mata tersebut disesuaikan dengan kondisi pH manusia agar tidak menimbulkan bahaya.

Sumber: <http://istana-sains.blogspot.com/2013/06/larutan-penyangga-dalam-kehidupan.html>



Campuran larutan apa yang terdapat dalam obat tetes mata yang berfungsi sebagai larutan penyangga? Bagaimana cara kerjanya?

Selain dalam obat tetes mata, larutan penyangga juga digunakan dalam bidang industri, farmasi, tanaman dan tubuh makhluk hidup. Campuran larutan apa yang berfungsi sebagai larutan penyangga? Mengapa diperlukan larutan penyangga?

#### A. Merumuskan Masalah

Berdasarkan masalah yang kalian temukan, tuliskan rumusan masalahnya untuk mengetahui fungsi larutan penyangga!

.....

.....

.....

.....

.....

.....



A large rectangular area enclosed by a solid orange border. The interior of this area is filled with a grid of small, evenly spaced black dots, forming a dotted grid pattern. The grid covers the entire space within the orange border, leaving a consistent margin from the edges.



Lampiran 10

**ANGKET RESPON SISWA****UNTUK METODE *GROUP INVESTIGATION* BERBASIS INKUIRI**

Nama :

No. Presensi :

Kelas :

**I. Petunjuk Pengisian**

1. Bacalah semua pertanyaan dengan cermat dan teliti.
2. Pilihlah satu kriteria yang sesuai dengan pendapat anda, dengan memberi tanda centang (√) pada salah satu kriteria skor.
3. Jawablah setiap pernyataan dengan jujur, pengisian angket ini TIDAK mempengaruhi nilai anda.
4. Tanyakan jika ada yang kurang jelas.
5. Keteranga kriteria skor:
  - SS : Sangat Setuju**
  - S : Setuju**
  - KS : Kurang Setuju**
  - TS : Tidak Setuju**

No	Pernyataan	SS	S	KS	TS
1.	Saya tertarik dengan mata pelajaran kimia materi larutan penyangga dengan metode <i>group investigation</i> berbasis inkuiri				
2.	Saya mengalami kemudahan dalam memahami konsep larutan penyangga dengan metode <i>group investigation</i> berbasis inkuiri				
3.	Dengan metode <i>group investigation</i> berbasis inkuiri, saya menjadi mengerti tentang apa larutan penyangga dan bagaimana sifat serta peranannya				
4.	Masalah yang diberikan oleh peneliti mendorong saya untuk mengumpulkan informasi dari berbagai sumber dengan metode <i>group investigation</i> berbasis inkuiri				
5.	Saya dapat menemukan sendiri penurunan rumus untuk menentukan pH dengan metode <i>group investigation</i> berbasis inkuiri				
6.	Metode <i>group investigation</i> berbasis inkuiri dapat meningkatkan tanggung jawab saya dalam kelompok				
7.	Penerapan metode <i>group investigation</i> berbasis inkuiri membuat saya lebih aktif dalam pembelajaran				
8.	Saya merasa senang dapat merancang percobaan sendiri dalam kegiatan penyelidikan				
9.	Saya menjadi lebih mandiri dalam belajar dengan metode <i>group investigation</i> berbasis inkuiri				
10.	Selain materi larutan penyangga, penerapan metode <i>group investigation</i> berbasis inkuiri baik digunakan pada mata pelajaran lain.				

Lampiran 11

**ANGKET METAKOGNISI SISWA**

Nama :

No. Presensi :

Kelas :

**II. Petunjuk Pengisian**

1. Bacalah semua pertanyaan dengan cermat dan teliti.
2. Pilihlah satu kriteria yang sesuai dengan pendapat anda, dengan memberi tanda centang (√) pada salah satu kriteria skor.
3. Tanyakan jika ada yang kurang jelas.
4. Keterangan kriteria skor:
  - SS : Sangat Setuju**
  - S : Setuju**
  - KS : Kurang Setuju**
  - TS : Tidak Setuju**

No.	Pernyataan	Respon			
		SS	S	S	TS
1	Saya dapat memahami tujuan pembelajaran larutan penyangga				
2	Saya dapat memahami apa yang dimaksud larutan penyangga dan bagaimana sifat serta peranannya				
3	Saya menyadari bahwa tugas yang diberikan membutuhkan banyak referensi				
4	Saya menyadari sejauh mana kemampuan dalam mengerjakan tugas				
5	Saya dapat mengidentifikasi informasi mengenai larutan penyangga				
6	Saya dapat memilih operasi/prosedur yang saya pakai untuk mengerjakan soal larutan penyangga				
7	Saya dapat mengurutkan operasi yang saya gunakan untuk mengerjakan soal larutan penyangga				
8	Saya dapat merancang penyelidikan dalam percobaan dan diskusi				
9	Saya selalu memikirkan tujuan pembelajaran yang saya tetapkan agar dapat tercapai				
10	Saya mengelaborasi informasi dari berbagai sumber dalam diskusi dan percobaan				
11	Saya selalu memutuskan operasi yang paling sesuai untuk mengerjakan soal larutan penyangga				

12	Saya mampu menjelaskan urutan operasi lebih spesifik				
13	Saya mengetahui bahwa strategi elaborasi meningkatkan pemahaman saya mengenai larutan penyangga				
14	Saya berusaha memikirkan bagaimana orang lain memikirkan tugasnya				
15	Saya selalu menilai pencapaian tujuan saya dalam pembelajaran				
16	Saya berusaha menyusun dan menginterpretasi data dalam mengumpulkan informasi				
17	Saya selalu mengevaluasi prosedur yang saya gunakan untuk menyelesaikan masalah				
18	Saya berusaha mengatasi kesalahan/hambatan dalam pemecahan masalah				
19	Saya senantiasa mengidentifikasi sumber-sumber kesalahan dari percobaan				
20	Saya berusaha menggunakan operasi yang berbeda untuk penyelesaian masalah yang sama				
21	Saya berusaha menggunakan operasi/prosedur yang sama untuk masalah lain				
22	Saya selalu mengembangkan prosedur untuk masalah yang sama				
23	Saya mencoba mengaplikasikan pemahamannya pada situasi baru				
24	Saya selalu mengaitkan data pengamatan dengan pembahasan				
25	Saya selalu menganalisis apakah prosedur yang saya gunakan efektif dan efisien				

## Lampiran 12

## KISI-KISI SOAL

Materi Pokok	Indikator ketercapaian	Soal	Indikator metakognisi	Kunci Jawaban	Penilaian												
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sifat larutan penyangga</li> <li>• pH larutan penyangga</li> <li>• Peran larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peserta didik secara mandiri mampu menyelidiki larutan yang bersifat penyangga atau larutan yang bukan penyangga</li> <li>• Peserta didik secara cermat mampu menganalisis pengaruh penambahan sedikit asam, sedikit basa, dan pengenceran pada larutan penyangga</li> <li>• Peserta didik secara teliti mampu menghitung</li> </ul>	<p>1. Perhatikan beberapa campuran larutan berikut!</p> <p>a. 100 mL NaOH 0,1 M + 200 mL CH<sub>3</sub>COOH 0,1 M</p> <p>b. 100 mL Ca(OH)<sub>2</sub> 0,05 M + 100 mL HCOOH 0,1 M</p> <p>c. 100 mL KOH 0,2 M + 100 mL HCN 0,5 M</p> <p>d. 100 mL HCl 0,1 M + 100 mL NH<sub>4</sub>OH 0,05 M</p> <p>e. 50 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1 M + 200 mL NH<sub>4</sub>OH 0,1 M</p> <p>Berdasarkan data tersebut, periksalah apakah campuran larutan tersebut bersifat penyangga atau tidak?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi informasi</li> </ul>	<p>a. <math>\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}</math></p> <table style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>20mmol</td> <td>10mmol</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td><u>10mmol</u></td> <td><u>10mmol</u></td> <td><u>10mmol</u></td> <td><u>10mmol</u></td> </tr> <tr> <td>10mmol</td> <td>-</td> <td>10mmol</td> <td>10mmol</td> </tr> </table> <p>Jadi campuran larutan a bersifat penyangga, karena terdapat sisa asam lemah (CH<sub>3</sub>COOH) 10 mmol dan basa konjugasinya (CH<sub>3</sub>COONa) 10 mmol.</p>	20mmol	10mmol	-	-	<u>10mmol</u>	<u>10mmol</u>	<u>10mmol</u>	<u>10mmol</u>	10mmol	-	10mmol	10mmol	1
				20mmol	10mmol	-	-										
				<u>10mmol</u>	<u>10mmol</u>	<u>10mmol</u>	<u>10mmol</u>										
				10mmol	-	10mmol	10mmol										
				<p>b. <math>2 \text{HCOOH} + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow (\text{HCOO})_2\text{Ca} + 2 \text{H}_2\text{O}</math></p> <table style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>10mmol</td> <td>5mmol</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td><u>10mmol</u></td> <td><u>5mmol</u></td> <td><u>5mmol</u></td> <td><u>10mmol</u></td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>5mmol</td> <td>10mmol</td> </tr> </table> <p>Jadi campuran larutan b tidak bersifat penyangga, karena tidak ada sisa asam lemah (HCOOH).</p>	10mmol	5mmol	-	-	<u>10mmol</u>	<u>5mmol</u>	<u>5mmol</u>	<u>10mmol</u>	-	-	5mmol	10mmol	1
10mmol	5mmol	-	-														
<u>10mmol</u>	<u>5mmol</u>	<u>5mmol</u>	<u>10mmol</u>														
-	-	5mmol	10mmol														
<p>c. <math>\text{HCN} + \text{KOH} \rightarrow \text{KCN} + \text{H}_2\text{O}</math></p> <table style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>50mmol</td> <td>20mmol</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td><u>20mmol</u></td> <td><u>20mmol</u></td> <td><u>20mmol</u></td> <td><u>20mmol</u></td> </tr> <tr> <td>30mmol</td> <td>-</td> <td>20mmol</td> <td>20mmol</td> </tr> </table> <p>Jadi campuran larutan c bersifat penyangga, karena terdapat sisa asam lemah (HCN) 30 mmol dan basa konjugasinya (KCN) 20 mmol.</p>	50mmol	20mmol	-	-	<u>20mmol</u>	<u>20mmol</u>	<u>20mmol</u>	<u>20mmol</u>	30mmol	-	20mmol	20mmol	1				
50mmol	20mmol	-	-														
<u>20mmol</u>	<u>20mmol</u>	<u>20mmol</u>	<u>20mmol</u>														
30mmol	-	20mmol	20mmol														
<p>d. <math>\text{HCl} + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}</math></p> <table style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>10mmol</td> <td>5mmol</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td><u>5mmol</u></td> <td><u>5mmol</u></td> <td><u>5mmol</u></td> <td><u>5mmol</u></td> </tr> <tr> <td>5mmol</td> <td>-</td> <td>5mmol</td> <td>5mmol</td> </tr> </table> <p>Jadi campuran larutan d tidak bersifat penyangga, karena tidak ada sisa basa lemah (NH<sub>4</sub>OH)</p>	10mmol	5mmol	-	-	<u>5mmol</u>	<u>5mmol</u>	<u>5mmol</u>	<u>5mmol</u>	5mmol	-	5mmol	5mmol	1				
10mmol	5mmol	-	-														
<u>5mmol</u>	<u>5mmol</u>	<u>5mmol</u>	<u>5mmol</u>														
5mmol	-	5mmol	5mmol														
					1												



<p>pH atau pOH larutan penyangga</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peserta didik secara cermat mampu menghitung pH larutan penyangga dengan penambahan sedikit asam atau sedikit basa atau dengan pengenceran</li> <li>• Peserta didik secara logis mampu menganalisis pengaruh penambahan sedikit asam, sedikit basa, dan pengenceran pada larutan penyangga</li> </ul>	<p>pH atau pOH larutan penyangga</p>	<p>e. <math>\text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}</math></p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">5mmol</td> <td style="text-align: center;">20mmol</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><u>5mmol</u></td> <td style="text-align: center;"><u>10mmol</u></td> <td style="text-align: center;"><u>5mmol</u></td> <td style="text-align: center;"><u>10mmol</u></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">10mmol</td> <td style="text-align: center;">5mmol</td> <td style="text-align: center;">10mmol</td> </tr> </table> <p>Jadi campuran larutan e bersifat penyangga, karena terdapat sisa basa lemah (<math>\text{NH}_4\text{OH}</math>) 10 mmol dan asam konjugasinya (<math>(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4</math>) 5 mmol.</p>	5mmol	20mmol	-	-	<u>5mmol</u>	<u>10mmol</u>	<u>5mmol</u>	<u>10mmol</u>	-	10mmol	5mmol	10mmol	1  1
	5mmol	20mmol	-	-											
	<u>5mmol</u>	<u>10mmol</u>	<u>5mmol</u>	<u>10mmol</u>											
-	10mmol	5mmol	10mmol												
<p>2. Perhatikan persamaan berikut!</p> <p>i. <math>[\text{H}^+] = K_a \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}}</math></p> <p>ii. <math>[\text{OH}^-] = K_b \frac{\text{mol asam konjugasi}}{\text{mol basa}}</math></p> <p>Tentukanlah pH berdasarkan persamaan tersebut. Pilih persamaan yang sesuai untuk menghitung pH suatu larutan penyangga yang mengandung:</p> <p>a. <math>\text{NaHCO}_3</math> 0,4 mol dan <math>\text{H}_2\text{CO}_3</math> 0,25 mol. Pada suhu tertentu <math>K_a \text{H}_2\text{CO}_3 = 10^{-7}</math>!</p> <p>b. <math>(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4</math> 0,1 mol dan <math>\text{NH}_3</math> 0,15 mol. Pada suhu tertentu <math>K_b \text{NH}_3 = 10^{-5}</math>!</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memilih operasi/prosedur yang dipakai</li> <li>• Memutuskan operasi yang paling sesuai</li> <li>• Menggunakan operasi yang berbeda untuk penyelesaian masalah yang sama</li> </ul>	<p>a. <math>[\text{H}^+] = K_a \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}}</math></p> $[\text{H}^+] = 10^{-7} \frac{0,25 \text{ mol}}{0,4 \text{ mol}}$ $[\text{H}^+] = 10^{-7} \times 0,625$ $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$ $\text{pH} = -\log(10^{-7} \times 0,625)$ $\text{pH} = 7 - \log 0,625$ $\text{pH} = 7,2$ <p>b. <math>[\text{OH}^-] = K_b \frac{\text{mol basa}}{\text{mol asam konjugasi}}</math></p> $[\text{OH}^-] = 10^{-5} \frac{0,15 \text{ mol}}{0,1 \text{ mol}}$ $[\text{OH}^-] = 10^{-5} \times 1,5$ $\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$ $\text{pOH} = -\log 1,5 \times 10^{-5}$ $\text{pOH} = 5 - \log 1,5$ $\text{pOH} = 4,82$ $\text{pH} = 14 - \text{pOH}$ $\text{pH} = 9,18$	2  3          2  3												
<p>3. Larutan penyangga sebanyak 1 L mengandung <math>\text{NH}_3</math> 0,1 M dan <math>\text{NH}_4\text{Cl}</math> 0,1 M. Jika diketahui <math>K_b \text{NH}_3 = 1,8 \times 10^{-5}</math>, maka</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi informasi</li> <li>• Memutuskan operasi</li> </ul>	<p>mol basa = 0,1 M x 1 L = 0,1 mol</p> <p>mol asam konjugasi = 0,1 M x 1 L = 0,1 mol</p> <p><math>K_b = 1,8 \times 10^{-5}</math></p>	1												


		<p>buktikan bahwa pengenceran dengan 2 L air tidak mengubah pH suatu larutan!</p>	<p>yang paling sesuai</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggunakan operasi yang sama untuk masalah yang lain</li> </ul>	$[OH^-] = K_b \frac{\text{mol basa}}{\text{mol asam konjugasi}}$ $[OH^-] = 1,8 \times 10^{-5} \frac{0,1 \text{ mol}}{0,1 \text{ mol}}$ $[OH^-] = 1,8 \times 10^{-5}$ $pOH = 5 - \log 1,8$ $pOH = 4,74$ $pH = 9,26$ <p>Jadi, pH larutan penyangga awal sebesar 9,26. Setelah ditambah 2 L akuades, maka volume larutan menjadi 3 L. Dengan rumus pengenceran, molaritas masing-masing zat setelah pengenceran dapat diketahui.</p> $[NH_3] = \frac{V_1 \times M_1}{V_{\text{total}}} = \frac{1 \text{ L} \times 0,1 \text{ M}}{3 \text{ L}} = 0,03 \text{ M}$ $[NH_4Cl] = \frac{V_2 \times M_2}{V_{\text{total}}} = \frac{1 \text{ L} \times 0,1 \text{ M}}{3 \text{ L}} = 0,03 \text{ M}$ <p>Seperti sebelumnya, molaritas asam konjugasi <math>NH_4^+</math> diperoleh dari ionisasi <math>NH_4Cl</math></p> $NH_4Cl (aq) \rightarrow NH_4^+(aq) + Cl^-(aq)$ <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Mula-mula</td> <td style="width: 20%;">0,03 mol</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">-</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">-</td> <td style="width: 45%;"></td> </tr> <tr> <td>Reaksi</td> <td>0,03 mol</td> <td>0,03 mol</td> <td>0,03 mol</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Akhir</td> <td>0</td> <td>0,03 mol</td> <td>0,03 mol</td> <td></td> </tr> </table> $[OH^-] = 1,8 \times 10^{-5} \frac{0,03 \text{ mol}}{0,03 \text{ mol}}$ $[OH^-] = 1,8 \times 10^{-5}$ $pOH = 5 - \log 1,8$	Mula-mula	0,03 mol	-	-		Reaksi	0,03 mol	0,03 mol	0,03 mol		Akhir	0	0,03 mol	0,03 mol		<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>1</p> <p>2</p>
Mula-mula	0,03 mol	-	-																	
Reaksi	0,03 mol	0,03 mol	0,03 mol																	
Akhir	0	0,03 mol	0,03 mol																	

				$pOH = 4,74$ $pH = 9,26$ <p>Jadi, pH larutan penyangga tidak berubah setelah pengenceran dengan 2 L air.</p>																													
		<p>4. Sebanyak 100 mL larutan HCOOH 0,1 M ditambah 50 mL larutan KOH 0,1 M. Jika <math>K_a</math> HCOOH = <math>10^{-4}</math>, maka tentukan:</p> <p>a. pH larutan penyangga,</p> <p>b. pH larutan penyangga jika ditambah 5 mL HCl 0,1 M,</p> <p>c. pH larutan penyangga jika ditambah 5 mL KOH 0,1 M.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi informasi</li> <li>• Memutuskan operasi yang paling sesuai</li> <li>• Menggunakan operasi yang sama untuk masalah yang lain</li> </ul>	<p>a. <math>n\text{HCOOH} = 100\text{mL} \times 0,1 \text{ M} = 10 \text{ mmol}</math>  <math>n\text{KOH} = 50 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} = 5 \text{ mmol}</math>  <math>K_a = 10^{-4}</math>  <math>\text{HCOOH} + \text{KOH} \rightarrow \text{HCOOK} + \text{H}_2\text{O}</math></p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">10mmol</td> <td style="text-align: center;">5mmol</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><u>5mmol</u></td> <td style="text-align: center;"><u>5mmol</u></td> <td style="text-align: center;"><u>5mmol</u></td> <td style="text-align: center;"><u>5mmol</u></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5mmol</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">5mmol</td> <td style="text-align: center;">5mmol</td> </tr> </table> $[H^+] = K_a \frac{\text{mol HCOOH}}{\text{mol HCOO}^-}$ $[H^+] = 10^{-4} \frac{5}{5}$ $[H^+] = 10^{-4}$ $pH = -\log[H^+]$ $pH = 4$ <p>Jadi, pH larutan penyangga sebesar 4</p> <p>b. Jumlah mol masing-masing zat dapat ditentukan dengan cara sebagai berikut.</p> <p>Jumlah mol HCOOH = 5mmol          Jumlah mol HCOOK = 5mmol          Jumlah mol HCl = 5 mL <math>\times</math> 0,1 M = 0,5 mmol          Pada larutan penyangga, HCOOK akan menetralkan HCl dan membentuk HCOOH</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;"><math>\text{HCOO}^-(\text{aq})</math></td> <td style="text-align: center;"><math>+ \text{H}^+(\text{aq})</math></td> <td style="text-align: center;"><math>\rightarrow</math></td> <td style="text-align: center;"><math>\text{HCOOH}(\text{aq})</math></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5mmol</td> <td style="text-align: center;">0,5mmol</td> <td></td> <td style="text-align: center;">5mmol</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><u>0,5mmol</u></td> <td style="text-align: center;"><u>0,5mmol</u></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><u>0,5mmol</u></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4,5mmol</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td></td> <td style="text-align: center;">5,5mmol</td> </tr> </table>	10mmol	5mmol	-	-	<u>5mmol</u>	<u>5mmol</u>	<u>5mmol</u>	<u>5mmol</u>	5mmol	-	5mmol	5mmol	$\text{HCOO}^-(\text{aq})$	$+ \text{H}^+(\text{aq})$	$\rightarrow$	$\text{HCOOH}(\text{aq})$	5mmol	0,5mmol		5mmol	<u>0,5mmol</u>	<u>0,5mmol</u>		<u>0,5mmol</u>	4,5mmol	0		5,5mmol	<p style="text-align: right;">1</p> <p style="text-align: right;">3</p> <p style="text-align: right;">1</p>
10mmol	5mmol	-	-																														
<u>5mmol</u>	<u>5mmol</u>	<u>5mmol</u>	<u>5mmol</u>																														
5mmol	-	5mmol	5mmol																														
$\text{HCOO}^-(\text{aq})$	$+ \text{H}^+(\text{aq})$	$\rightarrow$	$\text{HCOOH}(\text{aq})$																														
5mmol	0,5mmol		5mmol																														
<u>0,5mmol</u>	<u>0,5mmol</u>		<u>0,5mmol</u>																														
4,5mmol	0		5,5mmol																														

				$[H^+] = Ka \frac{\text{mol CH}_3\text{COOH}}{\text{mol CH}_3\text{COO}^-}$ $[H^+] = 10^{-4} \frac{5,5}{4,5}$ $[H^+] = 10^{-4} \times 1,22$ $pH = -\log[H^+]$ $pH = 3,91$ <p>Jadi, pH larutan penyangga setelah ditambah HCl menjadi 3,91.</p>	2																
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengembangkan prosedur untuk masalah yang sama</li> </ul>	<p>c. Pada larutan penyangga, HCOOH akan menetralkan basa kuat KOH yang ditambahkan. Jumlah mol KOH yang ditambahkan. Dapat dihitung dengan cara sebagai berikut.</p> <p>Jumlah mol HCOOH = 5mmol          Jumlah mol HCOOK = 5mmol          Jumlah mol KOH = 5 mL × 0,1 M = 0,5 mmol</p> <p>Pada larutan penyangga, HCOOH akan menetralkan basa kuat KOH dan membentuk HCOO<sup>-</sup></p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">CH<sub>3</sub>COOH (aq)</td> <td style="text-align: center;">+ OH<sup>-</sup> (aq)</td> <td style="text-align: center;">→</td> <td style="text-align: center;">CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> (aq)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5mmol</td> <td style="text-align: center;">0,5mmol</td> <td></td> <td style="text-align: center;">5mmol</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><u>0,5mmol</u></td> <td style="text-align: center;"><u>0,5mmol</u></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><u>0,5mmol</u></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4,5mmol</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td></td> <td style="text-align: center;">5,5mmol</td> </tr> </table>	CH <sub>3</sub> COOH (aq)	+ OH <sup>-</sup> (aq)	→	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup> (aq)	5mmol	0,5mmol		5mmol	<u>0,5mmol</u>	<u>0,5mmol</u>		<u>0,5mmol</u>	4,5mmol	0		5,5mmol	1
CH <sub>3</sub> COOH (aq)	+ OH <sup>-</sup> (aq)	→	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup> (aq)																		
5mmol	0,5mmol		5mmol																		
<u>0,5mmol</u>	<u>0,5mmol</u>		<u>0,5mmol</u>																		
4,5mmol	0		5,5mmol																		
				$[H^+] = Ka \frac{\text{mol CH}_3\text{COOH}}{\text{mol CH}_3\text{COO}^-}$ $[H^+] = 10^{-4} \frac{4,5}{5,5}$ $[H^+] = 10^{-4} \times 0,81$ $pH = -\log[H^+]$	2																

				<p style="text-align: right;"><i>pH</i> = 4,09</p> <p>Jadi, pH larutan penyangga setelah ditambah NaOH menjadi 4,09</p>													
		<p>5. Minuman kemasan menggunakan sistem penyangga karbonat sebagai bahan pengawet untuk mencegah kerusakan oleh bakteri. Jika seorang siswa membuat larutan penyangga karbonat dengan pH 6, berapa gram Ca(OH)<sub>2</sub> yang harus ditambah kedalam 100 mL larutan H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,1M? Pada suhu tertentu Ka H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>= 4,5 x 10<sup>-7</sup>. (Ar Ca=40, O=16, H=1)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi informasi</li>   <li>• Memutuskan operasi yang paling sesuai</li> </ul>	<p>pH = 6  <math>[H^+] = 10^{-6}</math>  <math>2H_2CO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow Ca(HCO_3)_2 + 2H_2O</math>  <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">10mmol</td> <td style="text-align: center;">xmmol</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><u>2xmmol</u></td> <td style="text-align: center;"><u>xmmol</u></td> <td style="text-align: center;"><u>xmmol</u></td> <td style="text-align: center;"><u>2xmmol</u></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">(10-2x)mmol</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">xmmol</td> <td style="text-align: center;">2xmmol</td> </tr> </table>   <math display="block">[H^+] = Ka \frac{\text{mol asam}}{\text{mol basa konjugasi}}</math> <math display="block">10^{-6} = 4,5 \times 10^{-7} \frac{(10 - 2x)\text{mmol}}{x\text{mmol}}</math> <math display="block">10^{-6} = 4,5 \times 10^{-7} \frac{(10 - 2x)\text{mmol}}{x\text{mmol}}</math> <math display="block">x = 4,5 - 0,9x</math> <math display="block">x + 0,9x = 4,5</math> <math display="block">1,9x = 4,5</math> <math display="block">x = \frac{4,5}{1,9}</math> <math display="block">x = 2,36\text{mmol}</math> <p>massa Ca(OH)<sub>2</sub>= nCa(OH)<sub>2</sub> x Mr.Ca(OH)<sub>2</sub>  = 2,36mmol x <math>\frac{74 \text{ gram}}{1000 \text{ mmol}}</math>  = 0,175 gram.  Jadi masa Ca(OH)<sub>2</sub> yang dibutuhkan sebanyak 0,175 gram.</p> </p>	10mmol	xmmol	-	-	<u>2xmmol</u>	<u>xmmol</u>	<u>xmmol</u>	<u>2xmmol</u>	(10-2x)mmol	0	xmmol	2xmmol	<p>1</p> <p>3</p> <p>3</p> <p>3</p>
10mmol	xmmol	-	-														
<u>2xmmol</u>	<u>xmmol</u>	<u>xmmol</u>	<u>2xmmol</u>														
(10-2x)mmol	0	xmmol	2xmmol														
		<p>6. Di laboratorium terdapat dua jenis larutan berikut.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi informasi</li> </ul>	<p>1) Menghitung volume NH<sub>4</sub>OH dan HCl yang dibutuhkan.  Misal volume NH<sub>4</sub>OH = x  volume HCl = y</p>	<p>1</p> <p>1</p>												

		<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; text-align: center; width: 40px; height: 40px;">           1 Liter NH<sub>4</sub>OH 0,1         </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; text-align: center; width: 40px; height: 40px;">           1 Liter HCl 0,1 M         </div> </div> <p>Buatlah langkah percobaan untuk membuat larutan penyangga sebanyak 120 mL dengan pH 9! <math>K_b = 10^{-5}</math>.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memutuskan operasi yang paling sesuai</li> <li>• Menggunakan operasi yang sama untuk masalah yang lain</li> </ul>	<p>larutan penyangga dibuat dari basa lemah berlebih dan asam kuat.</p> $\text{NH}_4\text{OH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$ $\begin{array}{cccc} 0,1x & 0,1y & - & - \\ 0,1y & 0,1y & 0,1y & 0,1y \\ \hline 0,1x-0,1y & 0 & 0,1y & 0,1y \end{array}$ <p>pH = 9 pOH = 5 [OH<sup>-</sup>] = 10<sup>-5</sup></p> $[\text{OH}^-] = K_b \frac{\text{mol basa}}{\text{mol asam konjugasi}}$ $10^{-5} = 10^{-5} \frac{0,1x - 0,1y}{0,1y}$ $0,1y = 0,1x - 0,1y$ $0,1y + 0,1y = 0,1x$ $0,2y = 0,1x$ $\frac{0,2}{0,1} = \frac{x}{y}$ $\frac{2}{1} = \frac{x}{y}$ <p>Perbandingan volume NH<sub>4</sub>OH : HCl = 2 : 1.</p> <p>Volume NH<sub>4</sub>OH = <math>\frac{2}{3} \times 120 \text{ mL} = 80 \text{ mL}</math></p> <p>Volume HCl = <math>\frac{1}{3} \times 120 \text{ mL} = 40 \text{ mL}</math></p> <p>2) Mengambil larutan NH<sub>4</sub>OH 0,1 M sebanyak 80 mL dan larutan HCl 0,1 M sebanyak 40 mL. Setelah itu mencampurkannya dalam erlenmeyer.</p>	<p>4</p> <p>3</p> <p>1</p>
--	--	--	--	--	----------------------------

		<p>7. Guru menugaskan siswa untuk membuat larutan penyangga natrium benzoat dengan pH 4. Seorang siswa membuat larutan penyangga dengan mencampurkan 100 mL larutan C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COOH 0,1M dan 40 mL larutan NaOH 0,1M. Periksalah, apakah pH campuran tersebut sudah sesuai dengan pH yang ditugaskan guru? (K<sub>a</sub> C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COOH=6,3 x 10<sup>-5</sup>).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi informasi</li> <li>• Memutuskan operasi yang paling sesuai</li> <li>• Mengevaluasi prosedur</li> </ul>	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$ <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">10mmol</td> <td style="width: 25%;">4mmol</td> <td style="width: 25%;">-</td> <td style="width: 25%;">-</td> </tr> <tr> <td>4mmol</td> <td>4mmol</td> <td>4mmol</td> <td>4mmol</td> </tr> <tr> <td>6mmol</td> <td>0</td> <td>4mmol</td> <td>4mmol</td> </tr> </table> $[\text{H}^+] = K_a \frac{\text{mol C}_6\text{H}_5\text{COOH}}{\text{mol C}_6\text{H}_5\text{COO}^-}$ $[\text{H}^+] = 6,3 \times 10^{-5} \frac{6\text{mmol}}{4\text{mmol}}$ $[\text{H}^+] = 6,3 \times 10^{-5} \times 1,5$ $[\text{H}^+] = 9,45 \times 10^{-5}$ $\text{pH} = 5 - \log 9,45$ $\text{pH} = 4,02$ <p>pH Campuran larutan yang dibuat siswa sebesar 4,02 sudah sesuai dengan pH yang ditugaskan guru sebesar 4.</p>	10mmol	4mmol	-	-	4mmol	4mmol	4mmol	4mmol	6mmol	0	4mmol	4mmol	<p>2</p> <p>5</p> <p>3</p>
10mmol	4mmol	-	-														
4mmol	4mmol	4mmol	4mmol														
6mmol	0	4mmol	4mmol														
		<p>8. Perhatikan data berikut!</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 10px;"> <p><b>Komposisi:</b> Gula, Serbuk mangga (5%), maltodekstrin, asam sitrat dan natrium sitrat, premiks vitamin, perisa identik alami mangga manis, mineral trikalsium</p> </div> </div> <p>a. Berdasarkan data tersebut, zat apakah yang berfungsi sebagai larutan penyangga?</p> <p>b. Mengapa diperlukan larutan penyangga dalam produk tersebut?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi informasi</li> <li>• Mengetahui tentang apa dan bagaimana</li> </ul>	<p>a. Zat yang berperan sebagai larutan penyangga adalah asam sitrat dan natrium sitrat.</p> <p>b. Larutan penyangga dalam minuman kemasan diperlukan untuk menjaga tingkat keasaman dalam kemasan agar tidak rusak oleh bakteri.</p>	<p>5</p> <p>5</p>												

		<p>9. Cairan intra sel merupakan media penting untuk berlangsungnya reaksi metabolisme tubuh yang dapat menghasilkan zat-zat yang bersifat asam atau basa. Adanya zat hasil metabolisme ini mengakibatkan pH cairan intra sel dapat turun atau naik. Cairan intra sel ini mengandung <math>\text{H}_2\text{PO}_4^-</math> dan <math>\text{HPO}_4^{2-}</math> sebagai sistem penyangga asam. Jika ginjal mengeksresikan sisa-sisa metabolisme tubuh bersifat asam, bagaimana sistem penyangga ini dalam mempertahankan pH?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi informasi</li> </ul>	<p>Jika dari proses metabolisme sel dihasilkan banyak zat yang bersifat asam, maka akan segera bereaksi dengan ion <math>\text{HPO}_4^{2-}</math></p> $\text{HPO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{PO}_4^-(\text{aq})$	<p>5</p> <p>5</p>																
		<p>10. Perhatikan data pengamatan berikut!</p> <table border="1" data-bbox="488 1090 853 1158"> <thead> <tr> <th>Larutan</th> <th>pH awal</th> <th>pH + sedikit asam</th> <th>pH + sedikit basa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>7</td> <td>4</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>5</td> <td>4,99</td> <td>5,01</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>8</td> <td>7,98</td> <td>8,01</td> </tr> </tbody> </table> <p>Berdasarkan data pengamatan tersebut, analisislah pengaruh penambahan sedikit asam/basa terhadap pH larutan dan buatlah kesimpulan mana yang merupakan larutan penyangga.</p>	Larutan	pH awal	pH + sedikit asam	pH + sedikit basa	A	7	4	10	B	5	4,99	5,01	C	8	7,98	8,01	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi informasi</li> <li>• Mengaitkan data pengamatan dengan pembahasan</li> </ul>	<p>Pada larutan A, pH awal sebesar 7, setelah ditambah sedikit asam saja pH langsung berubah turun menjadi 4 dan setelah ditambah sedikit basa pHnya langsung berubah naik menjadi 10. Larutan B memiliki pH awal sebesar 5 (keadaan asam) setelah ditambah asam, pHnya relative tidak berubah, yaitu menjadi 4,99 dan setelah ditambah basa menjadi 5,01. Larutan C pH nya juga relative tidak berubah setelah ditambah asam dan basa, dari pH awal sebesar 8, setelah ditambah asam menjadi 7,98 dan setelah ditambah basa menjadi 8,02.</p> <p>Larutan A mengalami perubahan pH sebesar 3, itu merupakan perubahan pH yang cukup besar. Sedangkan</p>	<p>3</p> <p>3</p>
Larutan	pH awal	pH + sedikit asam	pH + sedikit basa																		
A	7	4	10																		
B	5	4,99	5,01																		
C	8	7,98	8,01																		



				<p>larutan B dan C hanya mengalami perubahan pH sebesar 0,01 dan dan 0,02, perubahan pH tersebut relative kecil, sehingga dianggap relative tetap.</p> <p>Larutan penyangga merupakan larutan yang mampu mempertahankan Ph nya meskipun ditambah sedikit asam atau sedikit basa. Jadi larutan yang merupakan larutan penyangga merupakan larutan B dan C.</p>	4
--	--	--	--	---	---

## Lampiran 13

**SOAL PRETEST**

Mata Pelajaran : Kimia  
 Kelas/Semester : XI IPA/2  
 Materi Pokok : Larutan Penyangga  
 Alokasi Waktu : 90 Menit

**Petunjuk mengerjakan soal!**

1. Tulislah terlebih dahulu nama, kelas, dan nomor presensi di lembar jawaban yang telah disediakan
  2. Bacalah soal yang Anda terima dengan baik dan bacalah dengan teliti
  3. Jawablah pertanyaan pada lembar jawaban yang telah disediakan
  4. Periksa kembali pekerjaan Anda sebelum diserahkan pada pengawas beserta lembar soalnya
  5. Berdoalah sebelum dan sesudah anda mengerjakan
- 

1. Perhatikan beberapa campuran larutan berikut!

f. 100 mL NaOH 0,1 M + 200 mL CH<sub>3</sub>COOH 0,1 M

g. 100 mL Ca(OH)<sub>2</sub> 0,05 M + 100 mL HCOOH 0,1 M

h. 100 mL KOH 0,2 M + 100 mL HCN 0,5 M

i. 100 mL HCl 0,1 M + 100 mL NH<sub>4</sub>OH 0,05 M

j. 50 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1 M + 200 mL NH<sub>4</sub>OH 0,1 M

Berdasarkan data tersebut, periksalah apakah campuran larutan tersebut bersifat penyangga atau tidak?

2. Perhatikan persamaan berikut!

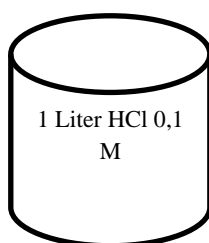
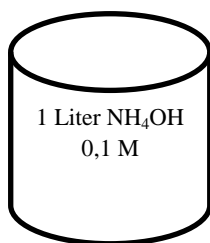
i.  $[H^+] = K_a \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}}$

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

Tentukanlah pH berdasarkan persamaan tersebut. Pilih persamaan yang sesuai untuk menghitung pH suatu larutan penyangga yang mengandung:

- a. NaHCO<sub>3</sub> 0,4 mol dan H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,25 mol. Pada suhu tertentu  $K_a \text{ H}_2\text{CO}_3 = 10^{-7}$ !
- b. (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1 mol dan NH<sub>3</sub> 0,15 mol. Pada suhu tertentu  $K_b \text{ NH}_3 = 10^{-5}$ !
3. Larutan penyangga sebanyak 1 L mengandung NH<sub>3</sub> 0,1 M dan NH<sub>4</sub>Cl 0,1 M. Jika diketahui  $K_b \text{ NH}_3 = 1,8 \times 10^{-5}$ , buktikan bahwa pengenceran dengan 2 L air tidak mengubah pH suatu larutan!

4. Sebanyak 100 mL larutan  $\text{HCOOH}$  0,1 M ditambah 50 mL larutan  $\text{KOH}$  0,1 M. Jika  $K_a \text{HCOOH} = 10^{-4}$ , maka tentukan:
- pH larutan penyangga,
  - pH larutan penyangga jika ditambah 5 mL  $\text{HCl}$  0,1 M,
  - pH larutan penyangga jika ditambah 5 mL  $\text{KOH}$  0,1 M.
5. Minuman kemasan menggunakan sistem penyangga karbonat sebagai bahan pengawet untuk mencegah kerusakan oleh bakteri. Jika seorang siswa membuat larutan penyangga karbonat dengan pH 6, berapa gram  $\text{Ca(OH)}_2$  yang harus ditambah kedalam 100 mL larutan  $\text{H}_2\text{CO}_3$  0,1M? Pada suhu tertentu  $K_a \text{H}_2\text{CO}_3 = 4,5 \times 10^{-7}$ . (Ar Ca=40, O=16, H=1)
6. Di laboratorium terdapat dua jenis larutan berikut.



Buatlah langkah percobaan untuk membuat larutan penyangga sebanyak 120 mL dengan pH 9!  $K_b = 10^{-5}$ .

7. Guru menugaskan siswa untuk membuat larutan penyangga natrium benzoat dengan pH 4. Seorang siswa membuat larutan penyangga dengan mencampurkan 100 mL larutan  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$  0,1M dan 40 mL larutan  $\text{NaOH}$  0,1M. Periksalah, apakah pH campuran tersebut sudah sesuai dengan pH yang ditugaskan guru? ( $K_a \text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} = 6,3 \times 10^{-5}$ ).
8. Perhatikan data berikut!



- Berdasarkan data tersebut, zat apakah yang berfungsi sebagai larutan penyangga?
- Mengapa diperlukan

larutan penyangga dalam produk tersebut?

9. Cairan intra sel merupakan media penting untuk berlangsungnya reaksi metabolisme tubuh yang dapat menghasilkan zat-zat yang bersifat asam atau basa. Adanya zat hasil metabolisme ini mengakibatkan pH cairan intra sel dapat turun atau naik. Cairan intra sel ini mengandung  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  dan  $\text{HPO}_4^{2-}$

sebagai sistem penyangga asam. Jika ginjal mengekskresikan sisa-sisa metabolisme tubuh bersifat asam, bagaimana sistem penyangga ini dalam mempertahankan pH?

10. Perhatikan data pengamatan berikut!

Larutan	pH awal	pH + sedikit asam	pH + sedikit basa
A	7	4	10
B	5	4,99	5,01
C	8	7,98	8,02

Berdasarkan data pengamatan tersebut, analisislah pengaruh penambahan sedikit asam/basa terhadap pH larutan dan buatlah kesimpulan mana yang merupakan larutan penyangga.

=== *Selamat Mengerjakan* ===

**SOAL POSTTEST**

Mata Pelajaran : Kimia  
 Kelas/Semester : XI IPA/2  
 Materi Pokok : Larutan Penyangga  
 Alokasi Waktu : 90 Menit

**Petunjuk mengerjakan soal!**

1. Tulislah terlebih dahulu nama, kelas, dan nomor presensi di lembar jawaban yang telah disediakan
  2. Bacalah soal yang Anda terima dengan baik dan bacalah dengan teliti
  3. Jawablah pertanyaan pada lembar jawaban yang telah disediakan
  4. Periksa kembali pekerjaan Anda sebelum diserahkan pada pengawas beserta lembar soalnya
  5. Berdoalah sebelum dan sesudah anda mengerjakan
- 

1. Perhatikan beberapa campuran larutan berikut!

- a. 100 mL HCl 0,1 M + 100 mL NH<sub>4</sub>OH 0,2 M
- b. 100 mL KOH 0,1 M + 200 mL CH<sub>3</sub>COOH 0,1 M
- c. 100 mL HCl 0,1 M + 100 mL NaOH 0,1 M
- d. 100 mL NaOH 0,2 M + 100 mL HCN 0,5 M
- e. 100 mL Ca(OH)<sub>2</sub> 0,1 M + 100 mL HCOOH 0,1 M

Berdasarkan data tersebut, periksalah apakah campuran larutan tersebut bersifat penyangga atau tidak?

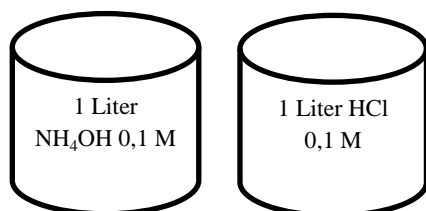
2. Perhatikan persamaan berikut!

- i.  $[H^+] = K_a \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}}$
- ii.  $[OH^-] = K_b \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol asam konjugasi}}$

Tentukanlah pH berdasarkan persamaan tersebut. Pilih persamaan yang sesuai untuk menghitung pH suatu larutan penyangga yang mengandung:

- a. H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,36 mol dan NaHCO<sub>3</sub> 0,2 mol. Pada suhu tertentu  $K_a \text{ H}_2\text{CO}_3 = 10^{-7}$ !
  - b. NH<sub>3</sub> 0,2 mol dan (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,15 mol. Pada suhu tertentu  $K_b \text{ NH}_3 = 10^{-5}$ !
3. Larutan penyangga sebanyak 1 L mengandung NH<sub>3</sub> 0,1 M dan NH<sub>4</sub>Cl 0,1 M. Jika diketahui  $K_b \text{ NH}_3 = 1,8 \times 10^{-5}$ , buktikan bahwa pengenceran dengan 3 L air tidak mengubah pH suatu larutan!

4. Sebanyak 200 mL larutan HCOOH 0,1 M ditambah 100 mL larutan KOH 0,1 M. Jika  $K_a \text{ HCOOH} = 10^{-4}$ , maka tentukan:
- pH larutan penyangga,
  - pH larutan penyangga jika ditambah 10 mL HCl 0,1 M,
  - pH larutan penyangga jika ditambah 10 mL KOH 0,1 M.
5. Minuman kemasan menggunakan sistem penyangga karbonat sebagai bahan pengawet untuk mencegah kerusakan oleh bakteri. Jika seorang siswa membuat larutan penyangga karbonat dengan pH 6, berapa gram  $\text{Ca(OH)}_2$  yang harus ditambah kedalam 100 mL larutan  $\text{H}_2\text{CO}_3$  0,1M? Pada suhu tertentu  $K_a \text{ H}_2\text{CO}_3 = 4,5 \times 10^{-7}$ . (Ar Ca=40, O=16, H=1)
6. Di laboratorium terdapat dua jenis larutan berikut.



Buatlah langkah percobaan untuk membuat larutan penyangga sebanyak 150 mL dengan pH 9!  $K_b = 10^{-5}$ .

7. Guru menugaskan siswa untuk membuat larutan penyangga natrium benzoat dengan pH 4. Seorang siswa membuat larutan penyangga dengan mencampurkan 100 mL larutan  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$  0,1 M dan 40 mL larutan NaOH 0,1 M. Periksalah, apakah pH campuran tersebut sudah sesuai dengan pH yang ditugaskan guru? ( $K_a \text{ C}_6\text{H}_5\text{COOH} = 6,3 \times 10^{-5}$ ).
8. Perhatikan data berikut!



- Berdasarkan data tersebut, zat apakah yang berfungsi sebagai larutan penyangga?
  - Mengapa diperlukan larutan penyangga dalam produk tersebut?
9. Cairan intra sel merupakan media penting untuk berlangsungnya reaksi metabolisme tubuh yang dapat menghasilkan zat-zat yang bersifat asam atau basa. Adanya zat hasil metabolisme ini mengakibatkan pH cairan intra sel dapat turun atau naik. Cairan intra sel ini mengandung  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  dan  $\text{HPO}_4^{2-}$  sebagai sistem penyangga asam. Jika ginjal mengeksresikan sisa-sisa

metabolisme tubuh bersifat asam, bagaimana sistem penyangga ini dalam mempertahankan pH?

10. Perhatikan data pengamatan berikut!

Larutan	pH awal	pH + sedikit asam	pH + sedikit basa
A	7	4	10
B	5	4,99	5,01
C	8	7,98	8,02

Berdasarkan data pengamatan tersebut, analisislah pengaruh penambahan sedikit asam/basa terhadap pH larutan dan buatlah kesimpulan mana yang merupakan larutan penyangga.

=== Selamat Mengerjakan ===

## Lampiran 14

**DATA NILAI *PRE-TEST* DAN *POST-TEST*  
KELAS KONTROL DAN KELAS EKSPERIMEN**

No	Kelas Kontrol		Kelas Eksperimen	
	XI MIA 4		XI MIA 3	
	<i>Pre-test</i>	<i>Post-test</i>	<i>Pre-test</i>	<i>Post-test</i>
1	7	26	15	32
2	11	31	16	39
3	4	23	7	62
4	4	55	15	41
5	7	34	16	42
6	2	44	26	62
7	14	45	16	60
8	14	40	17	62
9	4	40	15	51
10	2	31	17	56
11	15	39	15	47
12	3	34	26	59
13	16	51	7	54
14	16	52	6	51
15	7	16	26	59
16	14	52	16	42
17	11	32	25	62
18	2	42	20	50
19	2	7	23	54
20	7	35	5	51
21	2	49	10	67
22	10	53	11	56
23	7	36	13	59
24	3	47	12	57
25	1	44	4	65
26	16	51	15	39
27	10	49	15	46
28	6	43	5	59
29	12	46	16	42
30	7	14	15	57
31	7	25	23	59
32			10	61
33			9	60
34			16	53
$\sum X$	243	1186	503	1816
$\chi$	7.83871	38.258065	14.79412	53.4117647
s <sup>2</sup>	24.27312	151.26452	38.59269	75.7040998
n	31	31	34	34
Max	16	55	26	67
Min	1	7	4	32
Rentang	15	48	22	35
log n	1.491362	1.4913617	1.531479	1.53147892
Khitung	5.921494	5.9214936	6.05388	6.05388043
K	6	7	6	6
Interval	2.5	6.8571429	3.666667	5.833333333
s	8	12.298964	6.212302	8.7008103



## Lampiran 15

**UJI NORMALITAS DATA HASIL PRE-TEST KELAS KONTROL XI MIA 4****Hipotesis**

$H_0$  : Data berdistribusi normal

$H_a$  : Data tidak berdistribusi normal

**Pengujian Hipotesis**

Menggunakan rumus :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

**Kriteria yang digunakan :**

$H_0$  diterima jika  $\chi^2 < \chi^2_{(1-\alpha)(k-3)}$

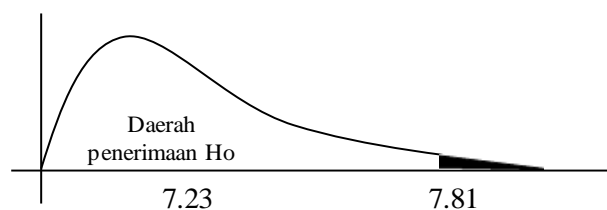
**Pengujian Hipotesis**

Nilai Maksimal	=	16	Panjang Kelas	=	2.5
Nilai Minimal	=	1	Rerata Kelompc	=	7.83871
Rentang	=	15	Simpangan Baku	=	8
Banyak Kelas	=	6	n	=	31

Kelas Interval	Batas Bawal Kelas	Nilai Tengah	Z untuk Batas Bawal	Peluang Untuk Z	Luas Untuk Z	Ei	Oi	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
1 - 3	0.5	2	-0.92	0.18	0.11	3.54	8	5.60
4 - 6	3.5	5	-0.54	0.29	0.14	4.33	4	0.03
7 - 9	6.5	8	-0.17	0.43	0.15	4.61	7	1.24
10 - 12	9.5	11	0.21	0.58	0.14	4.27	5	0.13
13 - 15	12.5	14	0.58	0.72	0.11	3.44	4	0.09
16 - 18	15.5	17	0.96	0.83	0.08	2.41	3	0.14
19 - 21	18.5	20	1.33	0.91				
						$\chi^2$	=	<b>7.23</b>
								31

$$\chi^2_{(1-\alpha)(k-3)} \quad \mathbf{7.81}$$

$$\chi^2_{\text{hitung}} \quad \mathbf{7.23}$$



Kesimpulan : Data berdistribusi normal

**UJI NORMALITAS DATA HASIL PRE-TEST KELAS EKSPERIMEN XI  
MIA 3**

**Hipotesi**

$H_0$  : Data berdistribusi normal

$H_a$  : Data tidak berdistribusi normal

**Pengujian Hipotesis**

Menggunakan rumus :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

**Kriteria yang digunakan :**

Ho diterima jika  $\chi^2 < \chi^2_{(1-\alpha)(k-3)}$

**Pengujian Hipotesis**

Nilai Maksimal	=	26	Panjang Kelas	=	3.666667
Nilai Minimal	=	4	Rerata Kelompok	=	14.79412
Rentang	=	22	Simpangan Baku	=	6.212302
Banyak Kelas	=	6	n	=	34

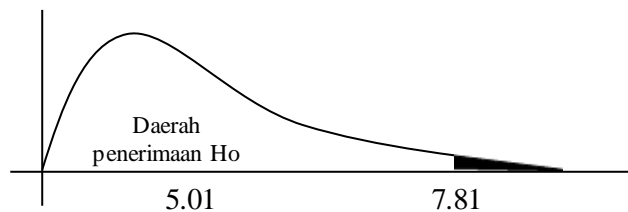
Kelas Interval	Batas Bawah Kelas	Nilai Tengah	Z untuk Batas Bawah	Peluang Untuk Z	Luas Untuk Z	Ei	Oi	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
4 - 7	3.5	5.5	-1.82	0.03	0.09	2.91	5	1.50
8 - 11	7.5	9.5	-1.17	0.12	0.18	6.05	4	0.69
12 - 15	11.5	13.5	-0.53	0.30	0.25	8.41	9	0.04
16 - 19	15.5	17.5	0.11	0.55	0.23	7.83	9	0.17
20 - 23	19.5	21.5	0.76	0.78	0.14	4.89	3	0.73
24 - 27	23.5	25.5	1.40	0.92	0.06	2.04	4	1.87
28 - 31	27.5	29.5	2.05	0.98				

$$\chi^2 = 5.01$$

34

$$\chi^2_{(1-\alpha)(k-3)} = 7.81$$

$$\chi^2_{\text{hitung}} = 5.01$$



Kesimpulan : Data berdistribusi normal

## Lampiran 16

**UJI KESAMAAN DUA VARIANS**  
**HASIL PRETEST ANTARA KELAS KONTROL DAN EKSPERIMEN**

Hipotesis

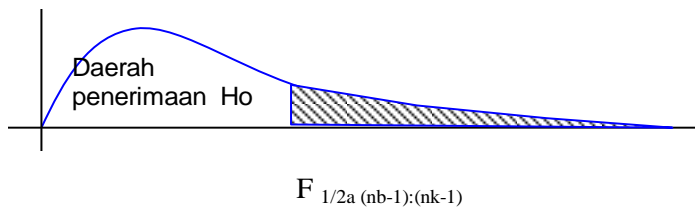
$$H_0 : s_1^2 = s_2^2$$

$$H_a : s_1^2 \neq s_2^2$$

Uji hipotesis

Untuk menguji hipotesis digunakan rumus:

$$F = \frac{\text{Varians terbesar}}{\text{Varians terkecil}}$$

 $H_0$  diterima apabila  $F \leq F_{1/2\alpha (nb-1):(nk-1)}$ 


Dari data diperoleh:

Sumber Variasi	Kelompok Kontrol	Kelompok Eksperimen
Jumlah	243	503
n	31	34
x	7.838709677	14.79411765
Varians ( $s^2$ )	24.27311828	38.59269162
Standart deviasi (s)	8	6.212301636

Berdasarkan rumus di atas diperoleh:

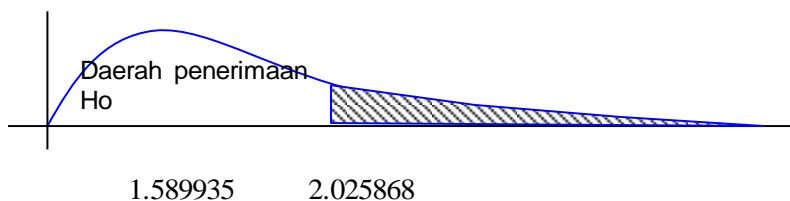
$$F = \frac{38.59269162}{24.27311828} = 1.589935$$

Pada  $\alpha = 5\%$  dengan :

$$dk \text{ pembilang} = nb - 1 = 31 - 1 = 30$$

$$dk \text{ penyebut} = nk - 1 = 34 - 1 = 33$$

$$F_{(0.025)(30:33)} = 2.025868$$



Karena  $F$  berada pada daerah penerimaan  $H_0$ , maka dapat disimpulkan bahwa kedua kelompok mempunyai varians yang sama.

Lampiran 17

**UJI NORMALITAS DATA HASIL POST-TEST KELAS KONTROL XI MIA**

4

**Hipotesis**

H<sub>0</sub> : Data berdistribusi normal

H<sub>a</sub> : Data tidak berdistribusi normal

**Pengujian Hipotesis**

Menggunakan rumus :

**Kriteria yang digunakan :**

Ho diterima jika  $\chi^2 < \chi^2_{(1-\alpha)(k-3)}$

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

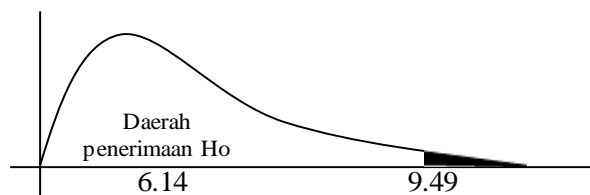
**Pengujian Hipotesis**

Nilai Maksimal	=	55	Panjang Kelas	=	6.857143
Nilai Minimal	=	7	Rerata Kelompok	=	38.25806
Rentang	=	48	Simpangan Baku	=	12.29896
Banyak Kelas	=	7	n	=	31

Kelas Interval	Batas Bawah Kelas	Nilai Tengah	Z untuk Batas Bawah	Peluang Untuk Z	Luas Untuk Z	Ei	Oi	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
7 - 13	6.5	10	-2.58	0.00	0.02	0.53	1	0.41
14 - 20	13.5	17	-2.01	0.02	0.05	1.62	2	0.09
21 - 27	20.5	24	-1.44	0.07	0.12	3.61	3	0.10
28 - 34	27.5	31	-0.87	0.19	0.19	5.86	5	0.13
35 - 41	34.5	38	-0.31	0.38	0.22	6.94	5	0.54
42 - 48	41.5	45	0.26	0.60	0.19	6.00	7	0.17
49 - 55	48.5	52	0.83	0.80	0.12	3.78	8	4.70
56 - 62	55.5	59	1.40	0.92				
<b><math>\chi^2 =</math></b>							<b>6.14</b>	
							31	

$\chi^2_{(1-\alpha)(k-3)}$  **9.49**

$\chi^2_{hitung}$  **6.14**



Kesimpulan : Data berdistribusi normal

**UJI NORMALITAS DATA HASIL *POST-TEST* KELAS EKSPERIMEN XI  
MIA 3**

**Hipotesis**

$H_0$  : Data berdistribusi normal

$H_a$  : Data tidak berdistribusi normal

**Pengujian Hipotesis**

Menggunakan rumus :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

**Kriteria yang digunakan :**

$H_0$  diterima jika  $\chi^2 < \chi^2_{(1-\alpha)(k-3)}$

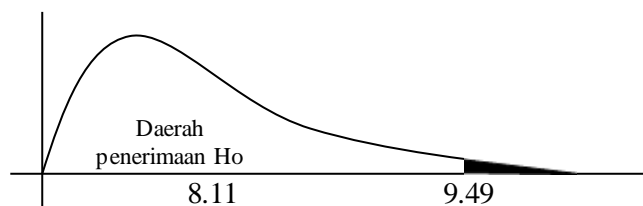
**Pengujian Hipotesis:**

Nilai Maksimal	=	67	Panjang Kelas	=	5.833333
Nilai Minimal	=	32	Rerata Kelompok	=	53.41176
Rentang	=	35	Simpangan Baku	=	8.70081
Banyak Kelas	=	7	n	=	34

Kelas Interval	Batas Bawah Kelas	Nilai Tengah	Z untuk Batas Bawah	Peluang Untuk Z	Luas Untuk Z	Ei	Oi	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$	
31 - 36	30.5	33.5	-2.63	0.00	0.02	0.74	1	0.09	
37 - 42	36.5	39.5	-1.94	0.03	0.08	2.68	6	4.10	
43 - 48	42.5	45.5	-1.25	0.10	0.18	6.16	2	2.81	
49 - 54	48.5	51.5	-0.56	0.29	0.26	8.96	8	0.10	
55 - 60	54.5	57.5	0.13	0.55	0.24	8.25	10	0.37	
61 - 66	60.5	63.5	0.81	0.79	0.14	4.81	6	0.30	
67 - 72	66.5	69.5	1.50	0.93	0.05	1.77	1	0.34	
73 - 78	72.5	75.5	2.19	0.99					
							$\chi^2$	=	<b>8.11</b>
									34

$\chi^2_{(1-\alpha)(k-3)}$  **9.49**

$\chi^2_{hitung}$  **8.11**



Kesimpulan : Data berdistribusi normal

## Lampiran 18

**UJI KESAMAAN DUA VARIANS**  
**HASIL POSTTEST ANTARA KELAS KONTROL DAN EKSPERIMEN**

Hipotesis

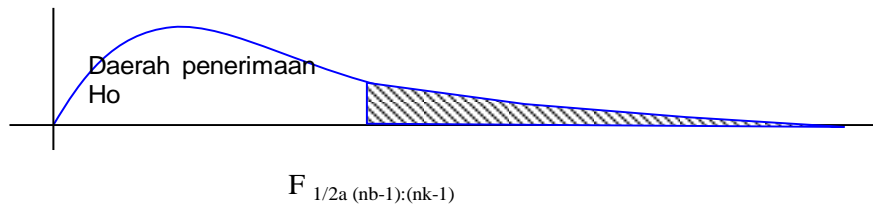
$$H_0 : s_1^2 = s_2^2$$

$$H_a : s_1^2 \neq s_2^2$$

Uji hipotesis

Untuk menguji hipotesis digunakan rumus:

$$F = \frac{\text{Varians terbesar}}{\text{Varians terkecil}}$$

Ho diterima apabila  $F \leq F_{1/2\alpha (nb-1):(nk-1)}$ 

Dari data diperoleh:

Sumber Variasi	Kelompok Kontrol	Kelompok Eksprimen
Jumlah	0	1816
n	31	34
x	38.25806452	53.41176471
Varians ( $s^2$ )	151.2645161	75.70409982
Standart deviasi (s)	12.29896403	8.700810297

Berdasarkan rumus di atas diperoleh:

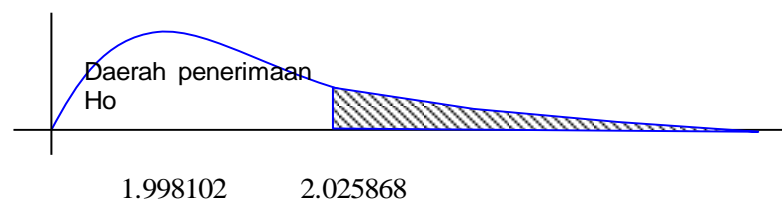
$$F = \frac{151.2645161}{75.70409982} = 1.998102$$

Pada  $\alpha = 5\%$  dengan :

$$dk \text{ pembilang} = nb - 1 = 31 - 1 = 30$$

$$dk \text{ penyebut} = nk - 1 = 34 - 1 = 33$$

$$F_{(0.025)(30:33)} = 2.025868$$



Karena F berada pada daerah penerimaan  $H_0$ , maka dapat disimpulkan bahwa kedua kelompok mempunyai varians yang sama.

## Lampiran 19

**UJI PERBEDAAN DUA RATA-RATA NILAI *POST-TEST*  
KELAS EKSPERIMEN DAN KONTROL**

**Hipotesis**

$$H_0 : m_{\text{eksperimen}} \leq m_{\text{kontrol}}$$

$$H_a : m_{\text{eksperimen}} > m_{\text{kontrol}}$$

**Uji Hipotesis**

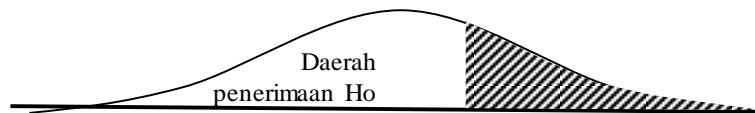
Untuk menguji hipotesis digunakan rumus:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

dimana

$$s = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Ho diterima apabila  $t \leq t_{(1-\alpha)(n_1+n_2-2)}$



Dari data diperoleh:

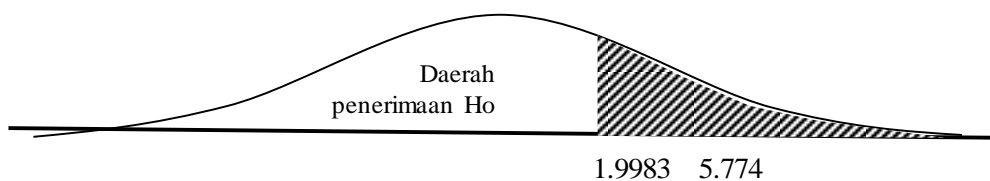
Sumber variasi	Kelompok Kontrol	Kelompok Eksperimen
Jumlah	0	1816
n	31	34
x	38.26	53.41
Varians ( $s^2$ )	151.26	75.70
Standart deviasi (s)	12.30	8.70

Berdasarkan rumus di atas diperoleh:

$$s = \sqrt{\frac{\left[ \begin{array}{cc} 31 & -1 \end{array} \right] 151.2645 + \left[ \begin{array}{cc} 34 & -1 \end{array} \right] 75.7041}{31 + 34 - 2}} = 10.56812426$$

$$t = \frac{53.41 - 38.26}{10.5681243 \sqrt{\frac{1}{31} + \frac{1}{34}}} = 5.774$$

Pada  $\alpha = 5\%$  dengan  $dk = 31 + 34 - 2 = 63$  diperoleh  $t_{(0.95)} = 1.998$



Karena  $t$  berada pada daerah penolakan  $H_0$ , maka dapat disimpulkan nilai rata-rata *post-test* kelompok eksperimen (XI IPA 3) lebih baik daripada kelas kontrol (XI

## Lampiran 20

**UJI NORMALIZED GAIN <g>  
PENINGKATAN METAKOGNISI TIAP SISWA**

KELAS KONTROL (XI MIA 4)						KELAS EKSPERIMEN (XI MIA 3)					
No	Kode	Pre-Test	Post-Test	N-Gain	Kriteria	No	Kode	Pre-Test	Post-Test	N-Gain	Kriteria
1	K-01	7	26	0.2043	rendah	1	E-01	15	32	0.2	rendah
2	K-02	11	31	0.22472	rendah	2	E-02	16	39	0.27381	rendah
3	K-03	4	23	0.19792	rendah	3	E-03	7	62	0.5914	sedang
4	K-04	4	55	0.53125	sedang	4	E-04	15	41	0.30588	sedang
5	K-05	7	34	0.29032	rendah	5	E-05	16	42	0.30952	sedang
6	K-06	2	44	0.42857	sedang	6	E-06	26	62	0.48649	sedang
7	K-07	14	45	0.36047	sedang	7	E-07	16	60	0.52381	sedang
8	K-08	14	40	0.30233	sedang	8	E-08	17	62	0.54217	sedang
9	K-09	4	40	0.375	sedang	9	E-09	15	51	0.42353	sedang
10	K-10	2	31	0.29592	rendah	10	E-10	17	56	0.46988	sedang
11	K-11	15	39	0.28235	rendah	11	E-11	15	47	0.37647	sedang
12	K-12	3	34	0.31959	sedang	12	E-12	26	59	0.44595	sedang
13	K-13	16	51	0.41667	sedang	13	E-13	7	54	0.50538	sedang
14	K-14	16	52	0.42857	sedang	14	E-14	6	51	0.47872	sedang
15	K-15	7	16	0.09677	rendah	15	E-15	26	59	0.44595	sedang
16	K-16	14	52	0.44186	sedang	16	E-16	16	42	0.30952	sedang
17	K-17	11	32	0.23596	rendah	17	E-17	25	62	0.49333	sedang
18	K-18	2	42	0.40816	sedang	18	E-18	20	50	0.375	sedang
19	K-19	2	7	0.05102	rendah	19	E-19	23	54	0.4026	sedang
20	K-20	7	35	0.30108	sedang	20	E-20	5	51	0.48421	sedang
21	K-21	2	49	0.47959	sedang	21	E-21	10	67	0.63333	sedang
22	K-22	10	53	0.47778	sedang	22	E-22	11	56	0.50562	sedang
23	K-23	7	36	0.31183	sedang	23	E-23	13	59	0.52874	sedang
24	K-24	3	47	0.45361	sedang	24	E-24	12	57	0.51136	sedang
25	K-25	1	44	0.43434	sedang	25	E-25	4	65	0.63542	sedang
26	K-26	16	51	0.41667	sedang	26	E-26	15	39	0.28235	rendah
27	K-27	10	49	0.43333	sedang	27	E-27	15	46	0.36471	sedang
28	K-28	6	43	0.39362	sedang	28	E-28	5	59	0.56842	sedang
29	K-29	12	46	0.38636	sedang	29	E-29	16	42	0.30952	sedang
30	K-30	7	14	0.07527	rendah	30	E-30	15	57	0.49412	sedang
31	K-31	7	25	0.19355	rendah	31	E-31	23	59	0.46753	sedang
						32	E-32	10	61	0.56667	sedang
						33	E-33	9	60	0.56044	sedang
						34	E-34	16	53	0.44048	sedang



## Lampiran 21

**UJINORMALIZED GAIN <g> RATA-RATA KELAS  
PENINGKATAN HASIL METAKOGNISISWA**

Rata-Rata	Kelas Kontrol	Kelas Eksperimen
<i>Pre Test</i>	7.84	14.79
<i>Post Test</i>	38.26	53.41

Kategori :  $g > 0.7$  (tinggi)  
 :  $0.3 < g < 0.7$  (sedang)  
 :  $g < 0.3$  (rendah)

Kelas Kontrol

$$\langle g \rangle = \frac{\langle S_{post} \rangle - \langle S_{pre} \rangle}{100\% - \langle S_{pre} \rangle}$$

$$\langle g \rangle = \frac{38.2581 - 7.84}{100 - 51.00}$$

$$\langle g \rangle = 0.33$$

dengan kategori peningkatan sedang menurut Hake

Kelas Eksperimen

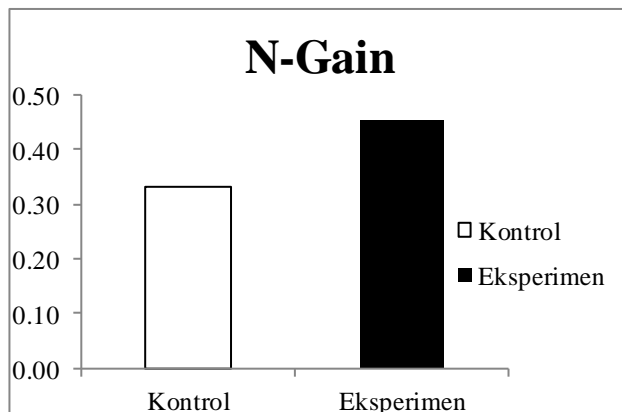
$$\langle g \rangle = \frac{\langle S_{post} \rangle - \langle S_{pre} \rangle}{100\% - \langle S_{pre} \rangle}$$

$$\langle g \rangle = \frac{53.4118 - 14.79}{100 - 14.79}$$

$$\langle g \rangle = 0.45$$

dengan kategori peningkatan sedang menurut Hake

Kontrol	Eksperimen
0.33	0.45





No	Kode	Indikator															
		Memilih operasi / prosedur yang		Memutuskan operasi yang paling sesuai										Mengevaluasi prosedur			
		Pretest	Posttest	Pretest					Posttest					Pretest	Posttest		
		2	2	2	3	4	5	6	7	2	3	4	5	6	7	7	7
1	E-01	2	2	3	0	0	0	0	0	3	2	3	2	0	0	0	0
2	E-02	2	2	3	0	0	0	0	0	3	2	3	0	0	0	0	0
3	E-03	2	2	3	0	0	0	0	0	3	2	3	2	0	5	0	3
4	E-04	2	2	3	0	0	0	0	0	3	2	3	2	0	0	0	0
5	E-05	2	2	3	0	0	0	0	0	3	2	3	2	4	0	0	0
6	E-06	2	2	3	0	3	0	0	0	3	2	3	2	0	5	0	3
7	E-07	2	2	2	0	0	0	0	0	3	2	3	0	0	5	0	3
8	E-08	2	2	3	0	0	0	0	0	3	2	3	2	0	5	0	3
9	E-09	2	2	3	0	0	0	0	0	3	2	3	2	0	0	0	0
10	E-10	2	2	3	0	0	0	0	0	3	0	3	2	0	5	0	3
11	E-11	2	2	3	0	0	0	0	0	3	2	3	0	0	0	0	0
12	E-12	2	2	3	0	3	0	0	0	0	2	3	2	0	5	0	3
13	E-13	0	2	0	0	0	0	0	0	3	2	3	0	0	5	0	3
14	E-14	0	2	0	0	0	0	0	0	3	2	3	2	0	0	0	0
15	E-15	2	2	3	0	3	0	0	0	3	0	3	0	2	5	0	3
16	E-16	2	2	3	0	0	0	0	0	3	2	3	2	4	0	0	0
17	E-17	2	2	2	0	3	0	0	0	3	2	3	2	2	5	0	3
18	E-18	2	2	3	0	0	0	0	0	3	2	3	2	0	0	0	0
19	E-19	2	2	3	0	3	0	0	0	3	0	3	2	2	5	0	0
20	E-20	1	2	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	2	2	0	0
21	E-21	1	2	0	0	0	0	0	0	3	2	3	3	2	5	0	3
22	E-22	2	2	2	0	0	0	0	0	3	0	3	0	2	5	0	3
23	E-23	2	2	2	0	0	0	0	0	3	2	3	0	0	5	0	3
24	E-24	2	2	2	0	0	0	0	0	3	0	3	0	2	5	0	3
25	E-25	0	2	0	0	0	0	0	0	3	2	3	2	2	5	0	3
26	E-26	2	2	2	0	0	0	0	0	3	0	3	2	4	0	0	0
27	E-27	2	2	2	0	0	0	0	0	3	4	3	2	4	0	0	0
28	E-28	0	2	0	0	0	0	0	0	3	0	3	2	2	5	0	3
29	E-29	2	2	2	0	0	0	0	0	3	2	3	2	4	0	0	0
30	E-30	2	2	3	0	0	0	0	0	3	0	3	2	4	5	0	0
31	E-31	2	2	3	0	3	0	0	0	0	2	3	2	0	5	0	3
32	E-32	2	2	3	0	0	0	0	0	3	2	3	2	0	5	0	3
33	E-33	2	2	0	2	0	0	0	0	0	2	3	2	0	5	0	3
34	E-34	2	2	2	0	0	0	0	0	3	2	3	0	0	5	0	3
Total		58	68	72	2	18	0	0	0	93	52	102	49	42	107	0	57
Nilai		85.294	100	10.82352941					52.35294118					0	55.882		
N-Gain		1		0.465699208							0.558823529						
		tinggi		sedang							sedang						

No	Kode	Indikator											
		Menggunakan operasi yang berbeda untuk		Menggunakan operasi yang sama untuk masalah lain						Mengembangkan prosedur untuk masalah yang sama		Mengaitkan data pengamatan dengan pembahasan	
		Pretest	Posttest	Pretest			Posttest			Pretest	Posttest	Pretest	Posttest
		2	2	3	4	6	3	4	6	4	4	10	10
1	E-01	2	5	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0
2	E-02	2	5	0	0	0	2	3	0	0	3	0	0
3	E-03	2	2	0	0	0	2	3	0	0	3	0	4
4	E-04	2	5	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0
5	E-05	2	5	0	0	0	2	1	3	0	1	0	0
6	E-06	2	2	0	0	0	2	3	0	0	3	0	4
7	E-07	2	5	0	0	0	2	3	0	0	3	0	2
8	E-08	2	2	0	0	0	2	3	0	0	3	0	4
9	E-09	2	2	0	0	0	2	3	0	0	3	0	4
10	E-10	2	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	4
11	E-11	0	5	0	0	0	2	3	0	0	1	0	4
12	E-12	2	2	0	0	0	2	3	0	0	3	0	4
13	E-13	0	5	0	0	0	2	1	0	0	3	0	3
14	E-14	0	2	0	0	0	2	3	0	0	3	0	4
15	E-15	2	2	0	0	0	0	3	2	0	3	0	4
16	E-16	2	5	0	0	0	2	1	3	0	1	0	0
17	E-17	2	2	0	0	0	2	1	2	0	3	0	4
18	E-18	2	2	0	0	0	2	3	0	0	3	0	4
19	E-19	2	2	0	0	0	0	1	2	0	1	0	4
20	E-20	0	2	0	0	0	0	3	2	0	3	0	4
21	E-21	0	2	0	0	0	2	3	2	0	3	0	4
22	E-22	2	2	0	0	0	0	3	2	0	3	0	4
23	E-23	2	5	0	0	0	2	3	0	0	3	0	0
24	E-24	2	2	0	0	0	0	3	2	0	3	0	4
25	E-25	0	2	0	0	0	2	1	2	0	3	0	4
26	E-26	2	5	0	0	0	0	1	3	0	1	0	0
27	E-27	2	5	0	0	0	4	1	3	0	1	0	0
28	E-28	0	2	0	0	0	0	3	2	0	3	0	4
29	E-29	2	5	0	0	0	2	1	3	0	1	0	0
30	E-30	2	2	0	0	0	0	1	3	0	1	0	4
31	E-31	2	2	0	0	0	2	3	0	0	3	0	4
32	E-32	2	2	0	0	0	2	3	0	0	3	0	4
33	E-33	2	2	2	0	0	2	3	0	0	3	0	4
34	E-34	2	5	0	0	0	2	3	0	0	1	0	0
Total		54	107	2	0	0	52	76	36	0	78	0	93
Nilai		31.76471	62.94118	0.4901961	40.196078					0	76.47059	0	39.07563
N-Gain		0.456896552		0.399014778			0.764705882		0.390756303				
		sedang		sedang			tinggi		sedang				

## Lampiran 23

## ANALISIS METAKOGNISISISWA PADA KELAS KONTROL

No	Kode	Indikator																				
		Mengetahui tentang apa dan		Mengidentifikasi Informasi																		
		Pretest		Pretest										Posttest								
		8	8	1	3	4	5	6	7	8	9	10	1	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	K-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1	1	4	0	0	0	0	0	
2	K-02	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	10	1	1	0	0	0	0	0	0	
3	K-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1	1	0	0	0	0	0	0	
4	K-04	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	10	1	1	4	0	2	0	0	1	
5	K-05	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	10	1	1	0	0	0	0	0	0	
6	K-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	1	2	0	2	0	0	2	
7	K-07	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	9	0	1	4	0	2	0	0	0	
8	K-08	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	8	0	1	2	0	2	0	0	0	
9	K-09	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1	1	2	0	2	0	0	0	
10	K-10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	1	3	0	0	0	0	0	
11	K-11	0	0	6	1	1	0	0	0	0	0	0	10	0	1	3	0	2	0	0	0	
12	K-12	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	4	1	1	2	0	0	0	0	0	
13	K-13	4	3	0	0	0	0	0	0	5	0	0	8	1	1	4	0	0	5	0	0	
14	K-14	0	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	2	1	2	2	5	2	
15	K-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	1	0	0	5	0	0	
16	K-16	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	10	1	1	2	1	2	0	0	2	
17	K-17	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	10	1	1	0	0	0	0	0	0	
18	K-18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	1	2	0	2	0	0	0	
19	K-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	
20	K-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0	
21	K-21	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1	1	4	0	0	5	0	0	
22	K-22	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	1	1	1	1	2	4	0	0	
23	K-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	1	2	0	0	0	0	0	
24	K-24	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1	1	2	0	2	0	0	0	
25	K-25	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1	1	2	0	1	0	0	0	
26	K-26	4	3	0	0	0	0	0	0	5	0	0	8	1	1	4	0	0	5	0	0	
27	K-27	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1	1	4	0	0	5	0	0	
28	K-28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	1	2	0	2	0	0	0	
29	K-29	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	10	1	1	2	1	2	0	0	0	
30	K-30	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	1	1	0	0	0	0	0	
31	K-31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1	1	0	0	0	0	0	
Total		8	20	74	10	3	1	0	0	10	0	0	230	22	29	63	4	27	31	5	7	
Nilai		5.1613	12.903	9.579667644								40.86021505										
N-Gain		0.081632653			0.345945946																	
		rendah			sedang																	

No	Kode	Indikator															
		Memilih operasi / prosedur yang		Memutuskan operasi yang paling sesuai											Mengevaluasi prosedur		
		Pretest	Posttest	Pretest					Posttest					Pretest	Posttest		
		2	2	2	3	4	5	6	7	2	3	4	5	6	7	7	7
1	K-01	2	2	3	0	0	0	0	0	3	2	0	1	0	0	0	0
2	K-02	2	2	2	2	0	0	0	0	3	2	3	0	0	0	0	0
3	K-03	2	2	0	0	2	0	0	0	3	2	3	0	0	0	0	0
4	K-04	0	2	0	0	1	0	0	0	3	2	3	3	0	5	0	3
5	K-05	2	2	2	0	0	0	0	0	3	2	3	0	0	0	0	0
6	K-06	0	2	0	0	2	0	0	0	3	0	3	3	0	5	0	3
7	K-07	2	2	3	0	1	0	0	0	3	0	3	6	0	5	0	3
8	K-08	2	2	3	2	0	0	0	0	3	0	3	3	0	5	0	3
9	K-09	0	2	0	0	2	0	0	0	3	0	3	3	0	5	0	0
10	K-10	0	2	0	0	1	0	0	0	3	0	3	3	0	0	0	0
11	K-11	2	2	3	0	0	0	0	0	0	0	3	5	0	5	0	3
12	K-12	2	2	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	0	0	0	0
13	K-13	2	2	3	0	0	0	0	0	3	3	3	6	0	0	0	0
14	K-14	2	2	3	2	3	0	0	0	3	0	3	3	0	5	0	3
15	K-15	2	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	K-16	2	2	2	2	2	0	0	0	3	2	3	4	0	5	0	0
17	K-17	2	2	2	2	0	0	0	0	3	3	3	0	0	0	0	0
18	K-18	0	2	0	0	2	0	0	0	3	0	3	3	0	5	0	1
19	K-19	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
20	K-20	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	K-21	0	2	0	0	2	0	0	0	2	2	3	6	0	0	0	0
22	K-22	2	2	3	0	1	0	0	0	3	3	3	3	0	5	0	3
23	K-23	2	2	3	0	0	0	0	0	3	3	3	3	0	0	0	0
24	K-24	0	2	0	0	2	0	0	0	3	3	3	3	0	5	0	1
25	K-25	0	2	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	0	5	0	1
26	K-26	2	2	3	0	0	0	0	0	3	3	3	6	0	0	0	0
27	K-27	2	2	3	0	1	0	0	0	2	2	3	6	0	0	0	0
28	K-28	2	2	3	0	1	0	0	0	3	3	3	3	0	5	0	0
29	K-29	2	2	2	2	0	0	0	0	3	2	3	6	0	5	0	0
30	K-30	2	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
31	K-31	2	2	3	0	0	0	0	0	1	3	3	0	0	0	0	0
Total		44	58	54	12	25	0	0	0	75	48	79	85	0	70	0	24
Nilai		70.968	93.548	11.74193548					46.06451613					0	26.374		
N-Gain		0.77777778		0.38888889							0.263736264						
		tinggi		sedang							rendah						

No	Kode	Indikator											
		Menggunakan operasi yang berbeda untuk		Menggunakan operasi yang sama untuk masalah lain						Mengembangkan prosedur untuk masalah yang		Mengaitkan data pengamatan dengan pembahasan	
		Pretest	Posttest	Pretest			Posttest			Pretest	Posttest	Pretest	Posttest
		2	2	3	4	6	3	4	6	4	4	10	10
1	K-01	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	K-02	2	2	2	0	0	4	3	0	0	0	0	0
3	K-03	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	K-04	0	2	0	0	0	5	3	0	0	2	0	3
5	K-05	2	2	0	0	0	4	3	0	0	3	0	0
6	K-06	0	3	0	0	0	0	3	0	0	2	0	2
7	K-07	2	3	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2
8	K-08	2	3	3	0	0	0	3	0	0	2	0	0
9	K-09	0	3	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0
10	K-10	0	3	0	0	0	0	2	0	0	3	0	0
11	K-11	2	3	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
12	K-12	0	3	0	0	0	3	3	0	0	3	0	0
13	K-13	2	2	0	0	0	4	3	0	0	3	0	0
14	K-14	2	3	2	0	0	0	3	0	0	2	0	2
15	K-15	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	K-16	2	2	2	1	0	4	3	0	0	3	0	2
17	K-17	2	2	2	0	0	4	3	0	0	0	0	0
18	K-18	0	3	0	0	0	0	3	0	0	2	0	4
19	K-19	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
20	K-20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	K-21	0	2	0	0	0	3	3	0	0	2	0	0
22	K-22	2	3	0	0	0	5	3	0	0	3	0	0
23	K-23	2	3	0	0	0	5	3	0	0	3	0	0
24	K-24	0	2	0	0	0	4	3	0	0	2	0	0
25	K-25	0	2	0	0	0	4	3	0	0	2	0	0
26	K-26	2	2	0	0	0	4	3	0	0	3	0	0
27	K-27	2	2	0	0	0	3	2	0	0	3	0	0
28	K-28	0	3	0	0	0	5	3	0	0	3	0	0
29	K-29	2	2	2	0	0	2	3	0	0	1	0	0
30	K-30	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	K-31	2	3	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0
Total		38	75	13	1	0	67	70	0	0	52	0	15
Nilai		24.5161	48.3871	3.7634	409		36.8279	57		0	45.61404	0	6.912442
N-Gain		0.316239316		0.343575419						0.456140351		0.069124424	
		sedang		sedang						sedang		rendah	

## Lampiran 24

## ANALISIS ANGKET METAKOGNISI SISWA KELAS EKSPERIMEN

NO	KODE	PERNYATAAN																							TOTAL	KRITERIA			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23			24	25	
1	E-1	3	3	4	3	2	3	3	2	3	2	1	1	1	1	2	2	4	2	4	3	4	2	1	1	1	58	Mulai Berkembang	
2	E-2	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3	3	2	4	3	2	4	2	3	2	2	3	3	3	79	Sudah Berkembang Baik	
3	E-3	3	4	3	3	2	3	3	2	2	4	4	3	3	2	2	3	2	3	3	2	2	3	3	4	3	71	Sudah Berkembang Baik	
4	E-4	3	3	2	2	3	3	4	2	3	3	3	3	3	2	3	4	3	3	4	3	3	2	3	3	4	74	Sudah Berkembang Baik	
5	E-5	3	3	4	4	3	4	3	4	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	82	Sudah Berkembang Baik	
6	E-6	4	3	3	4	3	4	4	3	4	2	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	4	2	3	3	4	77	Sudah Berkembang Baik	
7	E-7	3	3	4	4	3	4	3	4	4	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	82	Sudah Berkembang Baik	
8	E-8	4	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3	88	Berkembang Sangat Baik	
9	E-9	4	4	4	4	3	3	3	4	3	4	4	3	3	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4	91	Berkembang Sangat Baik	
10	E-10	3	3	2	3	3	2	3	1	2	2	2	1	2	3	3	1	4	3	4	2	1	2	4	3	2	61	Mulai Berkembang	
11	E-11	2	4	3	3	3	2	2	3	3	2	3	2	2	3	2	3	2	3	3	2	3	2	3	3	3	66	Mulai Berkembang	
12	E-12	2	2	4	3	3	2	2	2	2	2	4	2	4	4	3	2	4	4	4	2	2	3	2	4	3	71	Sudah Berkembang Baik	
13	E-13	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3	3	2	4	3	2	4	2	3	2	2	3	3	3	79	Sudah Berkembang Baik	
14	E-14	3	3	4	3	3	3	2	4	4	4	3	2	2	3	4	3	3	4	4	3	3	2	2	3	4	78	Sudah Berkembang Baik	
15	E-15	4	4	4	4	3	3	3	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	3	3	89	Berkembang Sangat Baik	
16	E-16	3	3	4	3	3	3	2	3	2	2	3	2	2	4	2	1	2	3	2	1	1	1	1	1	2	3	58	Mulai Berkembang
17	E-17	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	3	2	3	2	67	Mulai Berkembang	
18	E-18	4	3	3	4	3	4	4	3	4	2	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	4	2	3	3	4	77	Sudah Berkembang Baik	
19	E-19	4	4	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	4	4	4	4	3	4	85	Berkembang Sangat Baik	
20	E-20	4	4	4	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	4	2	3	4	3	3	2	4	4	4	4	80	Sudah Berkembang Baik	
21	E-21	2	2	4	4	2	4	2	2	4	4	1	1	1	1	1	2	2	3	2	3	1	3	4	1	1	57	Mulai Berkembang	
22	E-22	4	4	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	4	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	74	Sudah Berkembang Baik	
23	E-23	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	2	2	3	3	2	2	3	2	3	2	3	2	2	2	64	Mulai Berkembang	
24	E-24	2	2	4	3	3	2	2	2	2	4	2	4	4	4	3	2	4	4	4	2	2	3	2	4	3	71	Sudah Berkembang Baik	
25	E-25	4	3	3	4	4	3	3	4	2	4	4	3	4	2	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3	4	85	Berkembang Sangat Baik	
26	E-26	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3	3	2	4	3	2	4	2	3	2	2	3	3	3	79	Sudah Berkembang Baik	
27	E-27	3	3	4	4	3	3	3	3	2	2	3	2	2	3	3	3	2	3	3	2	2	2	3	2	3	68	Mulai Berkembang	
28	E-28	3	3	4	4	3	4	3	4	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	82	Sudah Berkembang Baik	
29	E-29	3	3	2	2	3	3	4	2	3	3	3	3	3	2	3	4	3	3	4	3	3	2	3	3	4	74	Sudah Berkembang Baik	
30	E-30	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3	2	2	3	2	3	3	69	Mulai Berkembang	



31	E-31	4	3	3	4	3	4	4	3	4	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	4	2	3	3	4	77	Sudah Berkembang Baik	
32	E-32	4	4	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	4	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	74	Sudah Berkembang Baik	
33	E-33	4	3	3	4	3	4	4	3	4	2	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	4	2	3	3	4	77	Sudah Berkembang Baik
34	E-34	3	3	4	4	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	79	Sudah Berkembang Baik	
35	E-35	4	4	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	4	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	74	Sudah Berkembang Baik	
36	E-36	2	2	4	3	3	2	2	2	2	2	4	2	4	4	3	2	4	4	4	2	2	3	2	4	3	71	Sudah Berkembang Baik
37	E-37	3	3	4	4	3	4	3	4	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	82	Sudah Berkembang Baik	
38	E-38	3	3	4	4	3	3	3	3	2	3	2	2	3	1	3	2	2	4	3	4	3	4	3	4	3	74	Sudah Berkembang Baik
Varians		0.4	0.3	0.4	0.4	0.2	0.4	0.5	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.5	0.9	0.5	0.7	0.5	0.3	0.6	0.4	0.8	0.6	0.5	0.5	0.6		
Jumlah Varians		12.89758179																										
Varian jumlah tot		71.59601707																										
Reliabilitas		0.854016828																										

<b>Kriteria</b>	
Metakognisi belum berkembang	0.00%
Metakognisi masih sangat beresiko	0.00%
Metakognisi mulai berkembang	23.68%
Metakognisi sudah berkembang	63.16%
Metakognisi berkembang sangat baik	13.16%

## ANALISIS ANGKET METAKOGNISI SISWA KELAS KONTROL

NO	KODE	PERNYATAAN																									TOTAL	KRITERIA
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
1	K-1	3	3	3	3	2	2	3	2	3	3	2	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	68	Mulai Berkembang	
2	K-2	3	3	4	2	2	1	2	2	3	1	1	1	2	4	3	2	2	4	2	3	1	2	3	3	3	59	Mulai Berkembang
3	K-3	2	2	3	3	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	2	3	65	Mulai Berkembang
4	K-4	2	2	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	3	2	2	2	2	3	3	2	61	Mulai Berkembang
5	K-5	2	2	4	4	2	2	2	2	4	3	2	1	4	3	3	4	4	4	4	2	1	3	4	4	4	74	Sudah Berkembang Baik
6	K-6	3	3	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	2	2	3	2	61	Mulai Berkembang
7	K-7	3	3	4	3	3	4	4	3	3	2	2	3	4	3	3	3	2	3	4	2	2	2	4	4	4	77	Sudah Berkembang Baik
8	K-8	2	2	4	4	2	2	2	3	2	2	1	1	3	3	3	4	3	3	3	1	2	2	2	3	3	62	Mulai Berkembang
9	K-9	3	3	4	4	3	3	3	2	3	4	3	2	3	1	3	2	3	4	3	3	4	3	2	3	2	73	Sudah Berkembang Baik
10	K-10	3	2	3	3	2	3	3	2	2	2	2	3	2	3	2	2	3	3	3	2	3	2	2	2	3	62	Mulai Berkembang
11	K-11	3	3	3	3	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	65	Mulai Berkembang
12	K-12	2	3	4	4	4	3	3	2	2	1	1	2	1	4	3	2	3	4	2	2	3	2	3	2	1	63	Mulai Berkembang
13	K-13	3	3	4	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	4	3	4	3	3	2	3	4	3	82	Sudah Berkembang Baik
14	K-14	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	4	4	4	3	3	3	2	2	3	4	4	4	70	Sudah Berkembang Baik
15	K-15	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	4	2	4	3	4	3	3	4	4	4	3	2	4	3	4	83	Sudah Berkembang Baik
16	K-16	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	40	Masih Sangat Beresiko
17	K-17	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	2	2	2	2	3	3	65	Mulai Berkembang
18	K-18	3	2	2	4	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	66	Mulai Berkembang
19	K-19	4	4	4	4	3	3	3	2	3	3	3	2	3	2	3	2	3	3	2	3	2	2	3	2	4	72	Sudah Berkembang Baik
20	K-20	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	4	2	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	2	76	Sudah Berkembang Baik
21	K-21	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	75	Sudah Berkembang Baik
22	K-22	3	4	3	4	3	3	2	2	1	2	3	2	2	3	3	2	3	3	3	3	2	2	3	3	3	67	Mulai Berkembang
23	K-23	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	3	2	3	3	58	Mulai Berkembang
24	K-24	3	4	4	4	3	4	3	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3	4	3	4	3	3	85	Berkembang Sangat Baik
25	K-25	4	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	84	Sudah Berkembang Baik
26	K-26	2	1	3	3	2	2	2	2	3	3	3	1	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	3	56	Mulai Berkembang
27	K-27	4	4	1	2	3	2	3	1	4	2	4	4	3	1	3	4	4	4	4	4	4	3	1	1	4	74	Sudah Berkembang Baik
28	K-28	3	3	3	3	2	3	3	2	2	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	68	Mulai Berkembang

29	K-29	2	2	4	4	3	3	3	3	3	3	2	3	2	1	4	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	70	Sudah Berkembang Baik
30	K-30	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	55	Mulai Berkembang
31	K-31	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	56	Mulai Berkembang
32	K-32	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	2	3	4	3	3	3	3	3	2	2	2	4	74	Sudah Berkembang Baik
33	K-33	2	2	4	3	1	4	4	3	3	2	2	1	2	2	4	2	3	3	4	2	3	2	3	3	2	66	Mulai Berkembang
34	K-34	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	34	Belum Berkembang
35	K-35	2	3	3	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	64	Mulai Berkembang
36	K-36	2	2	3	3	2	3	2	3	3	3	2	2	3	3	3	2	2	3	3	2	3	2	3	3	3	65	Mulai Berkembang
Varians		0.5	0.7	0.5	0.4	0.5	0.7	0.5	0.5	0.5	0.6	0.9	0.7	0.7	0.7	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	0.4	0.7	0.6	0.7	
Jumlah Varians		14.50714286																										
Varian jumlah tot		116.3706349																										
Reliabilitas		0.911809103																										

Kriteria	Persentase
Metakognisi belum berkembang	2.78%
Metakognisi masih sangat beresiko	2.78%
Metakognisi mulai berkembang	55.56%
Metakognisi sudah berkembang berkembang	36.11%
Metakognisi berkembang sangat baik	2.78%

## Lampiran 25

## ANALISIS ANGKET RESPON SISIWA KELAS KONTROL

NO	KODE	PERNYATAAN										TOTAL	KRITERIA
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	K-1	3	2	2	3	2	3	2	2	3	4	26	Cukup Layak
2	K-2	2	1	2	2	4	3	1	4	1	2	22	Cukup Layak
3	K-3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	Sangat Layak
4	K-4	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	12	Sangat Tidak Layak
5	K-5	3	3	2	2	3	2	2	3	3	1	24	Cukup Layak
6	K-6	1	1	1	1	1	1	4	1	4	1	16	Tidak Layak
7	K-7	2	2	3	2	2	3	2	1	2	1	20	Tidak Layak
8	K-8	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	22	Cukup Layak
9	K-9	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	13	Sangat Tidak Layak
10	K-10	3	3	2	2	2	3	2	2	2	3	24	Cukup Layak
11	K-11	3	3	2	2	3	2	2	3	3	2	25	Cukup Layak
12	K-12	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4	37	Sangat Layak
13	K-13	3	3	4	3	2	2	3	4	4	3	31	Layak
14	K-14	2	2	1	2	3	2	3	3	3	3	24	Cukup Layak
15	K-15	2	2	3	3	2	3	2	2	2	2	23	Cukup Layak
16	K-16	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	22	Cukup Layak
17	K-17	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3	33	Layak
18	K-18	3	2	2	3	3	2	3	3	3	2	26	Cukup Layak
19	K-19	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30	Layak
20	K-20	2	2	3	2	4	3	4	2	4	3	29	Layak
21	K-21	2	3	3	3	2	3	3	2	3	2	26	Cukup Layak
22	K-22	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	29	Layak
23	K-23	2	2	2	2	2	3	3	1	3	4	24	Cukup Layak
24	K-24	2	2	2	1	3	2	1	1	2	2	18	Tidak Layak
25	K-25	3	2	2	3	2	3	3	2	2	3	25	Cukup Layak
26	K-26	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30	Layak
27	K-27	3	3	4	4	3	4	3	2	2	4	32	Layak
28	K-28	3	3	4	2	1	3	2	3	3	4	28	Layak
29	K-29	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	21	Tidak Layak
30	K-30	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	21	Tidak Layak
31	K-31	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	21	Tidak Layak
32	K-32	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	32	Layak
33	K-33	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	30	Layak
34	K-34	3	2	2	3	3	3	2	2	2	2	24	Cukup Layak
35	K-35	3	3	2	2	2	3	2	2	3	3	25	Cukup Layak
36	K-36	3	3	3	3	2	2	3	2	3	2	26	Cukup Layak

## ANALISIS ANGGKET RESPON SISWA KELAS EKSPERIMEN

NO	KODE	PERNYATAAN										TOTAL	KRITERIA
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	E-1	2	1	1	1	2	1	2	2	1	1	14	Sangat Tidak Layak
2	E-2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	32	Layak
3	E-3	3	3	3	2	3	4	3	3	3	3	30	Layak
4	E-4	3	3	2	2	3	2	3	3	3	2	26	Cukup Layak
5	E-5	3	3	3	2	2	3	3	2	3	2	26	Cukup Layak
6	E-6	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	31	Layak
7	E-7	3	3	3	4	3	3	3	3	2	4	31	Layak
8	E-8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	31	Layak
9	E-9	4	4	4	3	3	4	4	3	3	3	35	Sangat Layak
10	E-10	3	4	4	2	2	3	2	2	3	3	28	Layak
11	E-11	3	3	2	3	4	3	3	2	4	4	31	Layak
12	E-12	2	2	2	3	2	3	3	3	2	2	24	Cukup Layak
13	E-13	3	4	4	3	4	4	3	3	3	4	35	Sangat Layak
14	E-14	3	2	4	2	2	3	3	3	3	4	29	Layak
15	E-15	4	4	4	3	3	4	3	3	4	3	35	Sangat Layak
16	E-16	2	1	4	2	1	4	2	4	2	2	24	Cukup Layak
17	E-17	3	3	3	3	2	3	2	2	2	2	25	Cukup Layak
18	E-18	3	2	3	2	2	3	3	4	2	3	27	Cukup Layak
19	E-19	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	31	Layak
20	E-20	3	3	3	4	3	3	3	2	3	2	29	Layak
21	E-21	1	2	1	1	1	1	4	4	1	4	20	Tidak Layak
22	E-22	3	3	3	2	2	4	3	3	3	2	28	Layak
23	E-23	3	3	3	3	3	4	3	4	4	3	33	Layak
24	E-24	3	2	3	3	4	3	3	3	2	4	30	Layak
25	E-25	4	3	4	3	4	3	3	3	3	4	34	Sangat Layak
26	E-26	4	3	4	4	3	4	4	4	4	3	37	Sangat Layak
27	E-27	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	28	Layak
28	E-28	4	3	4	4	3	4	4	4	4	3	37	Sangat Layak
29	E-29	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	24	Cukup Layak
30	E-30	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	28	Layak
31	E-31	3	3	3	2	3	3	4	3	2	3	29	Layak
32	E-32	3	3	2	3	3	3	3	2	3	4	29	Layak
33	E-33	4	3	3	3	2	3	3	3	3	3	30	Layak
34	E-34	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	Sangat Layak
35	E-35	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	31	Layak
36	E-36	3	3	3	2	2	3	3	2	3	4	28	Layak
37	E-37	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	33	Layak
38	E-38	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	32	Layak
Varians		0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.3	0.5	0.6	0.7		
Jumlah Varians		5.374822191											
Varian jumlah total		23.4886202											
Reliabilitas		0.856859282											

## Lampiran 26

## ANALISIS ANGKET METAKOGNISI KEADAAN AWAL

NO	KODE	PERNYATAAN																									TOTAL	KRITERIA
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
1	U-1	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	74	Sudah Berkembang Baik	
2	U-2	2	2	1	2	2	1	2	2	1	1	1	2	2	1	2	2	1	1	1	2	2	2	1	1	39	Belum Berkembang	
3	U-3	3	3	4	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	2	3	3	3	2	3	2	2	3	3	3	65	Mulai Berkembang	
4	U-4	2	2	3	2	2	1	2	1	2	1	3	2	3	3	2	2	2	3	3	2	3	3	2	1	1	53	Masih Sangat Beresiko
5	U-5	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2	2	3	3	69	Mulai Berkembang
6	U-6	3	3	2	2	3	2	3	2	3	1	2	1	3	2	3	2	1	2	2	2	2	1	3	2	2	54	Masih Sangat Beresiko
7	U-7	3	3	4	4	4	4	4	3	3	3	4	3	2	3	4	3	3	4	4	2	4	3	4	4	3	85	Berkembang Sangat Baik
8	U-8	3	3	2	3	3	3	2	1	3	2	2	2	2	3	3	1	2	2	2	1	2	3	3	2	3	58	Mulai Berkembang
9	U-9	3	3	2	3	3	3	2	2	2	1	2	2	3	1	3	2	3	1	2	2	1	2	2	2	1	53	Masih Sangat Beresiko
10	U-10	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3	2	3	3	3	79	Sudah Berkembang Baik
11	U-11	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	2	2	2	3	3	2	3	2	2	3	3	3	2	3	65	Mulai Berkembang
12	U-12	3	3	4	3	3	3	2	3	4	3	3	3	4	3	4	3	3	4	4	4	2	4	3	3	4	82	Sudah Berkembang Baik
13	U-13	3	3	4	3	3	2	2	3	2	2	2	2	3	3	2	2	2	3	2	2	3	3	2	3	3	64	Mulai Berkembang
14	U-14	3	3	4	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	2	3	3	3	3	2	3	2	2	3	3	3	65	Mulai Berkembang
15	U-15	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	2	3	2	3	3	3	3	2	3	2	2	3	3	3	72	Sudah Berkembang Baik
16	U-16	3	3	3	3	2	4	3	3	2	4	3	2	2	2	4	2	3	3	2	3	2	2	3	3	2	68	Mulai Berkembang
17	U-17	3	3	3	3	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	72	Sudah Berkembang Baik
18	U-18	1	1	3	2	1	2	2	1	1	1	3	1	1	1	3	2	3	3	2	3	2	3	3	4	4	53	Masih Sangat Beresiko
19	U-19	3	3	4	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	2	3	3	3	3	2	3	2	2	3	3	3	65	Mulai Berkembang
20	U-20	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	82	Sudah Berkembang Baik
21	U-21	3	3	4	2	3	2	2	2	3	3	4	3	3	2	3	2	2	3	3	2	1	3	2	3	3	66	Mulai Berkembang
22	U-22	3	3	4	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	2	3	3	3	3	2	3	2	2	3	3	3	65	Mulai Berkembang
23	U-23	3	3	4	3	3	3	2	2	4	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	71	Sudah Berkembang Baik
24	U-24	3	3	3	4	3	4	3	4	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	81	Sudah Berkembang Baik
25	U-25	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	82	Sudah Berkembang Baik

26	U-26	3	3	4	2	3	2	2	2	3	3	4	3	3	2	3	2	2	3	3	2	1	3	2	3	3	66	Mulai Berkembang
27	U-27	3	2	3	3	2	3	3	2	3	2	3	2	2	4	3	3	3	4	3	2	2	3	3	4	3	70	Sudah Berkembang Baik
28	U-28	2	3	2	1	2	1	1	3	1	2	2	1	2	1	2	1	3	2	1	2	2	2	1	1	2	43	Masih Sangat Beresiko
29	U-29	4	4	3	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	1	4	4	4	4	3	3	2	2	4	4	4	77	Sudah Berkembang Baik
30	U-30	2	2	2	2	1	2	2	2	3	2	2	3	2	2	1	2	2	3	3	2	1	2	2	3	3	53	Masih Sangat Beresiko
31	U-31	3	3	4	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	2	3	3	3	3	2	3	2	2	3	3	3	65	Mulai Berkembang
32	U-32	3	3	4	2	3	2	2	2	3	3	4	3	3	2	3	2	2	3	3	2	1	3	2	3	3	66	Mulai Berkembang
33	U-33	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	78	Sudah Berkembang Baik
34	U-34	2	3	3	1	2	1	3	1	3	2	1	1	2	1	3	2	3	2	2	3	3	3	2	2	1	52	Masih Sangat Beresiko
Varians		0.3	0.3	0.7	0.6	0.4	0.7	0.4	0.6	0.6	0.7	0.6	0.5	0.4	0.6	0.5	0.5	0.4	0.5	0.6	0.5	0.6	0.4	0.4	0.7	0.7		
Jumlah Varians		13.27272727																										
Varian jumlah total		131.0338681																										
Reliabilitas		0.936153811																										

Pada  $\alpha = 5\%$  dengan  $n=34$  maka diperoleh  $r_{tabel} = 0.339$

Karena  $r > r_{tabel}$ , dapat disimpulkan bahwa instrumen tersebut reliabel.

Kriteria	Persentase
Metakognisi belum berkembang	2.86%
Metakognisi masih sangat beresiko	20.00%
Metakognisi mulai berkembang	37.14%
Metakognisi sudah berkembang baik	34.29%
Metakognisi berkembang sangat baik	2.86%

## KUNCI LEMBAR DISKUSI SISWA

### KUNCI LDS I

#### A. Merumuskan Masalah

1. Apakah larutan penyangga dapat mempertahankan harga pH?
2. Apakah ada pengaruh penambahan sedikit asam, sedikit basa dan pengenceran terhadap pH suatu larutan penyangga?

#### B. Hipotesis

1. Larutan penyangga dapat mempertahankan pH
2. Tidak ada pengaruh penambahan sedikit asam, sedikit basa dan pengenceran terhadap pH suatu larutan penyangga.

#### C. Mengumpulkan data dan menguji hipotesis

1. a. pada percobaan 1, pH berubah secara drastis setelah diencerkan, ditambah sedikit asam dan sedikit basa. Percobaan 2 dan 3, tidak terjadi perubahan pH setelah diencerkan, ditambah sedikit asam dan sedikit basa
- b. larutan pada percobaan 2 dan 3
- c. percobaan 2=  $\text{NH}_3$  dan  $\text{NH}_4^+$ , percobaan 3=  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dan  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ .
- d. percobaan 2.

Jika ditambah asam, ion  $\text{H}^+$  akan bereaksi dengan  $\text{NH}_3$ , membentuk ion  $\text{NH}_4^+$ . Ion  $\text{H}^+$  akan mengikat ion  $\text{OH}^-$ , sehingga konsentrasi ion  $\text{OH}^-$  dapat dipertahankan dan pH relative tidak berubah.

Jika ditambah basa,, ion  $\text{OH}^-$  akan bereaksi dengan ion  $\text{NH}_4^+$  membentuk  $\text{NH}_3$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ . Sehingga konsentrasi ion  $\text{OH}^-$  dapat dipertahankan dan pH relative tidak berubah.

Percobaan 3

Jika ditambah asam, ion  $\text{H}^+$  akan bereaksi dengan  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  membentuk  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . sehingga konsentrasi ion  $\text{H}^+$  dapat dipertahankan dan pH relative tidak berubah.

Jika ditambah basa, ion  $\text{OH}^-$  akan bereaksi dengan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  membentuk ion  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  dan air. Ion  $\text{OH}^-$  mengikat ion  $\text{H}^+$  sehingga konsentrasi ion  $\text{H}^+$  dapat dipertahankan dan pH relative tidak berubah.

#### D. Kesimpulan

- Larutan penyangga merupakan larutan yang mampu mempertahankan pH pada kisarannya, meskipun ditambah sedikit asam, sedikit basa dan diencerkan dengan air.
- a. Larutan penyangga asam  
komponennya: asam lemah dan basa konjugasi  
cara kerja: Jika ditambah asam, ion  $\text{H}^+$  akan bereaksi dengan  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  membentuk  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . sehingga konsentrasi ion  $\text{H}^+$  dapat dipertahankan dan pH relative tidak berubah.  
Jika ditambah basa, ion  $\text{OH}^-$  akan bereaksi dengan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  membentuk ion  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  dan air. Ion  $\text{OH}^-$  mengikat ion  $\text{H}^+$  sehingga konsentrasi ion  $\text{H}^+$  dapat dipertahankan dan pH relative tidak berubah.
- b. Larutan penyangga basa  
komponennya: basa lemah dan asam konjugasi  
cara kerja: Jika ditambah asam, ion  $\text{H}^+$  akan bereaksi dengan  $\text{NH}_3$ , membentuk ion  $\text{NH}_4^+$ . Ion  $\text{H}^+$  akan mengikat ion  $\text{OH}^-$ , sehingga konsentrasi ion  $\text{OH}^-$  dapat dipertahankan dan pH relative tidak berubah.



## Lampiran 27

Jika ditambah basa,, ion  $\text{OH}^-$  akan bereaksi dengan ion  $\text{NH}_4^+$  membentuk  $\text{NH}_3$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ . Sehingga konsentrasi ion  $\text{OH}^-$  dapat dipertahankan dan pH relative tidak berubah.

## KUNCI LDS II

## A. Merumuskan masalah

1. Apakah perbandingan mol berpengaruh terhadap kemampuan larutan penyangga dalam mempertahankan pH?

## B. Hipotesis

1. Ada pengaruh perbandingan mol berpengaruh terhadap kemampuan larutan penyangga dalam mempertahankan pH

## KUNCI LDS III

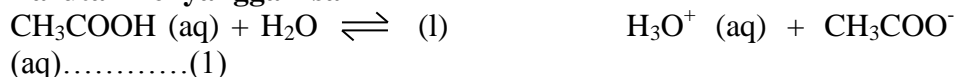
## A. Merumuskan masalah

1. Apakah hubungan tetapan kesetimbangan dengan konsentrasi  $\text{H}^+$  dan konsentrasi  $\text{OH}^-$  berpengaruh terhadap perhitungan pH larutan penyangga?

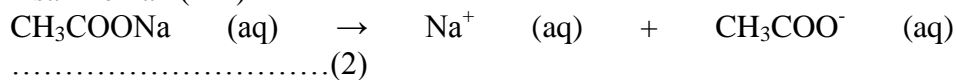
## B. Hipotesis

2. Ada pengaruh hubungan tetapan kesetimbangan dengan konsentrasi  $\text{H}^+$  dan konsentrasi  $\text{OH}^-$  terhadap perhitungan pH larutan penyangga,

## C. Mengumpulkan data dan menguji hipotesis

**Larutan Penyangga Asam**

Asam lemah (HA)

Basa konjugasi ( $\text{A}^-$ )

Asam lemah HA mempunyai harga  $K_a$  tertentu yang dirumuskan sebagai berikut.

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

Konsentrasi basa konjugasi pada persamaan diatas berasal dari persamaan (1) tetapi sangat kecil sehingga diabaikan dan berasal dari ionisasi pada persamaan (2).

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = [\text{CH}_3\text{COO}^-]_{(2)} + [\text{CH}_3\text{COO}^-]_{(1)} \quad \text{Sangat sedikit (abaikan)}$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = [\text{CH}_3\text{COO}^-]_{(2)}$$

Konsentrasi asam lemah berasal dari persamaan (1) dan persamaan (2), tetapi konsentrasi asam lemah pada persamaan (2) diabaikan karena sangat sedikit.

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = [\text{CH}_3\text{COOH}]_{(1)} + [\text{CH}_3\text{COOH}]_{(2)} \quad \text{Sangat sedikit (abaikan)}$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = [\text{CH}_3\text{COOH}]_{(1)}$$

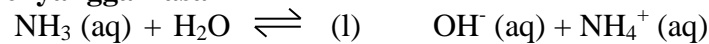
Turunkanlah persamaan  $K_a$  tersebut sehingga diperoleh persamaan konsentrasi  $\text{H}^+$  dan didapatkan rumus pH.

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

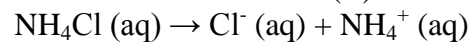
$$[H^+] = K_a \frac{\frac{\text{mol}}{\text{vol}} [CH_3COOH]}{\frac{\text{mol}}{\text{vol}} [CH_3COO^-]}$$

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

$$[H^+] = K_a \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}}$$

**Larutan Penyangga Basa**

Basa lemah (B)



Asam konjugasi (BH<sup>+</sup>)

$$K_b = \frac{[OH^-][NH_4^+]}{[NH_3]}$$

Konsentrasi asam konjugasi pada persamaan diatas berasal dari persamaan (1) tetapi sangat kecil sehingga diabaikan dan berasal dari ionisasi pada persamaan (2).

$$[NH_4^+] = [NH_4^+]_{(1)} + [NH_4^+]_{(2)}$$

Sangat sedikit (abaikan)

$$[NH_4^+] = [NH_4^+]_{(2)}$$

Konsentrasi asam lemah berasal dari persamaan (1) dan persamaan (2), tetapi konsentrasi asam lemah pada persamaan (2) diabaikan karena sangat sedikit.

$$[NH_3] = [NH_3]_{(1)} + [NH_3]_{(2)}$$

Sangat sedikit (abaikan)

$$[NH_3] = [NH_3]_{(1)}$$

Turunkanlah persamaan  $K_a$  tersebut sehingga diperoleh persamaan konsentrasi  $OH^-$  dan didapatkan rumus pOH.

$$[OH^-] = K_b \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$$

$$[OH^-] = K_b \frac{\frac{\text{mol}}{\text{vol}} [NH_3]}{\frac{\text{mol}}{\text{vol}} [NH_4^+]}$$

$$[OH^-] = K_b \frac{\text{mol} [NH_3]}{\text{mol} [NH_4^+]}$$

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

**Latihan Soal**

1. Hitunglah pH larutan penyangga yang terdiri dari 30 mL  $H_3PO_4$  0,1 M dan 30 mL  $NaH_2PO_4$  0,1 M! Jika diketahui  $K_a = 7,1 \times 10^{-3}$ .

- Apa yang diketahui dari soal?  
n.  $H_3PO_4 = 3$  mmol ; n.  $NaH_2PO_4 = 3$  mmol ;  $K_a = 7,1 \times 10^{-3}$
- Apa yang ditanyakan?  
pH larutan penyangga
- Konsep atau strategi apa yang dapat kalian gunakan untuk menjawab pertanyaan tersebut?

$$\text{pH} = -\log [H^+] \quad [H^+] = K_a \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}}$$

- Terapkanlah konsep atau strategi tersebut!

$$[H^+] = K_a \frac{\text{mol H}_3\text{PO}_4}{\text{mol NaH}_2\text{PO}_4} = 7,1 \times 10^{-3} \times \frac{3\text{mmol}}{3\text{mmol}} = 7,1 \times 10^{-3}$$

$$\text{pH} = -\log 7,1 \times 10^{-3} = 3 - \log 7,1$$

- Apakah konsep atau strategi yang kalian terapkan sudah dapat menjawab pertanyaan?

Ya, sudah dapat menjawab pertanyaan.

- Jadi pH larutan penyangga sebesar  $3 - \log 7,1$ .

2. Hitunglah pH larutan penyangga dari 100 mL  $\text{NH}_3$  0.1 M ditambah 20 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,1 M!  $K_b = 1,74 \times 10^{-5}$ .

- Apa yang diketahui dari soal?

$$n. \text{NH}_3 = 10 \text{ mmol} ; n. \text{H}_2\text{SO}_4 = 2 \text{ mmol} ; K_b = 1,74 \times 10^{-5}$$

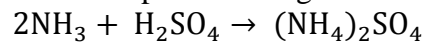
- Apa yang ditanyakan?

pH larutan penyangga

- Konsep atau strategi apa yang dapat kalian gunakan untuk menjawab pertanyaan tersebut?

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] ; [\text{OH}^-] = K_b \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol asam konjugasi}} ; \text{pH} = \text{pK}_w - \text{pOH}$$

- Terapkanlah konsep atau strategi tersebut!



m	10mmol	2mmol	0
r	4mmol	2mmol	2mmol
s	6mmol	0	2mmol

$$[\text{OH}^-] = K_b \frac{\text{mol NH}_3}{\text{mol } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4} = 1,74 \times 10^{-5} \times \frac{3\text{mmol}}{2\text{mmol}} = 2,61 \times 10^{-5}$$

$$\text{pOH} = 5 - \log 2,61$$

$$\text{pH} = 14 - (5 - \log 2,61) = 9 + \log 2,61$$

- Apakah konsep atau strategi yang kalian terapkan sudah dapat menjawab pertanyaan?

Ya, sudah dapat menjawab pertanyaan.

- Jadi pH larutan penyangga sebesar  $9 + \log 2,61$

3. Sebanyak 200 mL larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 direaksikan dengan 100 mL larutan  $\text{KOH}$  0,1 mol ( $K_a \text{CH}_3\text{COOH} = 10^{-5}$ ) Tentukan:

- a) pH larutan;

- b) pH larutan bila ditambah 10 mL  $\text{HCl}$  0,1 M;

- c) pH larutan bila ditambah 10 mL  $\text{KOH}$  0,1 M;

- d) pH larutan bila diencerkan dengan menambah 100 mL air!

- Apa yang diketahui dari soal?

$$n. \text{CH}_3\text{COOH} = 20 \text{ mmol} ; n. \text{KOH} = 10 \text{ mmol} ; K_a \text{CH}_3\text{COOH} = 10^{-5}$$

- Apa yang ditanyakan?

pH

- Konsep atau strategi apa yang dapat kalian gunakan untuk menjawab pertanyaan tersebut?

$$\text{pH} = -\log [H^+] \quad [H^+] = K_a \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}}$$

- Terapkanlah konsep atau strategi tersebut!



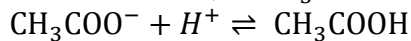
## Lampiran 27

m	20 mmol	10mmol	0
r	10mmol	10mmol	10mmol
s	10mmol	0	10mmol

$$[H^+] = K_a \frac{\text{mol CH}_3\text{COOH}}{\text{mol CH}_3\text{COO}^-} = 10^{-5} \frac{10\text{mmol}}{10\text{mmol}} = 10^{-5}$$

$$\text{pH} = -\log[H^+] = 5$$

b. n.  $\text{CH}_3\text{COOH} = 10\text{mmol}$  ; n.  $\text{CH}_3\text{COO}^- = 10\text{mmol}$  ; n.  $\text{HCl} = 1 \text{ mmol}$

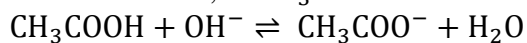


m	10mmol	1mmol	10mmol
r	1mmol	1mmol	1mmol
s	9mmol	0	11mmol

$$[H^+] = K_a \frac{\text{mol CH}_3\text{COOH}}{\text{mol CH}_3\text{COO}^-} = 10^{-5} \frac{11\text{mmol}}{9\text{mmol}} = 1,2 \times 10^{-5}$$

$$\text{pH} = -\log[H^+] = 5 - \log 1,2 = 4,92$$

c. n.  $\text{CH}_3\text{COOH} = 10\text{mmol}$  ; n.  $\text{CH}_3\text{COO}^- = 10\text{mmol}$  ; n.  $\text{KOH} = 1 \text{ mmol}$



m	10mmol	1mmol	10mmol
r	1mmol	1mmol	1mmol
s	9mmol	0	11mmol

$$[H^+] = K_a \frac{\text{mol CH}_3\text{COOH}}{\text{mol CH}_3\text{COO}^-} = 10^{-5} \frac{9\text{mmol}}{11\text{mmol}} = 0,8 \times 10^{-5}$$

$$\text{pH} = -\log[H^+] = 5 - \log 0,8 = 5,09$$

v.  $\text{CH}_3\text{COOH} = 200\text{mL}$ ; v.  $\text{KOH} = 100\text{mL}$ ; v tot awal =  $300\text{mL}$ ; v tot akhir =  $400\text{mL}$ ; n.  $\text{CH}_3\text{COOH} = 10\text{mmol}$ ; n.  $\text{CH}_3\text{COO}^- = 10\text{mmol}$ .

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = \frac{\frac{10}{300} \times 300}{400} = 0,025\text{M} \rightarrow n = 10\text{mmol}$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = \frac{\frac{10}{300} \times 300}{400} = 0,025\text{M} \rightarrow n = 10\text{mmol}$$

$$[H^+] = K_a \frac{\text{mol CH}_3\text{COOH}}{\text{mol CH}_3\text{COO}^-} = 10^{-5} \frac{10\text{mmol}}{10\text{mmol}} = 10^{-5}$$

$$\text{pH} = -\log[H^+] = 5$$

- Apakah konsep atau strategi yang kalian terapkan sudah dapat menjawab pertanyaan?

Ya, sudah dapat menjawab pertanyaan.

4. Sebanyak 90 mL larutan berisi campuran dari  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 M dan  $\text{CH}_3\text{COONa}$  0,1 M ditambahkan 10 mL larutan  $\text{HCl}$  0,1 M ( $K_a = 10^{-5}$ ). Bandingkan harga pH-nya sebelum dan sesudah ditambah  $\text{HCl}$ !

- Apa yang diketahui dari soal?  
n.  $\text{CH}_3\text{COOH} = 9\text{mmol}$ ; n.  $\text{CH}_3\text{COONa} = 9\text{mmol}$ ; n.  $\text{HCl} = 1\text{mmol}$ ;  $K_a = 10^{-5}$

- Apa yang ditanyakan?

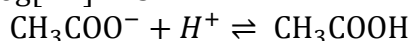
pH sebelum dan sesudah penambahan  $\text{HCl}$

- Konsep atau strategi apa yang dapat kalian gunakan untuk menjawab pertanyaan tersebut?

- Terapkanlah konsep atau strategi tersebut!

$$[H^+] = K_a \frac{\text{mol CH}_3\text{COOH}}{\text{mol CH}_3\text{COONa}} = 10^{-5} \frac{9\text{mmol}}{9\text{mmol}} = 10^{-5}$$

$$\text{pH} = -\log[H^+] = 5$$



m	9mmol	1mmol	9mmol
r	1mmol	1mmol	1mmol

## Lampiran 27

$$s \quad \begin{array}{ccc} 8\text{mmol} & 0 & 10\text{mmol} \\ [H^+] = K_a \frac{\text{mol CH}_3\text{COOH}}{\text{mol CH}_3\text{COO}^-} = 10^{-5} \frac{10\text{mmol}}{8\text{mmol}} = 1,25 \times 10^{-5} \end{array}$$

$$\text{pH} = -\log[H^+] = 5 - \log 1,25 = 4,9$$

- Apakah konsep atau strategi yang kalian terapkan sudah dapat menjawab pertanyaan?  
Ya, sudah dapat menjawab pertanyaan.
  - Jadi perbandingan pH sebelum dan sesudah = 5 : 4,9 = 1 : 1.
5. Berapa gram amonium sulfat,  $(\text{HCOO})_2\text{Ca}$ , harus ditambahkan ke dalam 500 mL larutan  $\text{HCOOH}$  0,1 M untuk membuat larutan penyangga dengan pH 4?  $K_a = 10^{-4}$ .
- Apa yang diketahui dari soal?  
n.  $\text{HCOOH} = 50\text{mmol}$ ;  $\text{pH} = 4$ ;  $K_a = 10^{-4}$ .
  - Apa yang ditanyakan?  
Massa  $(\text{HCOO})_2\text{Ca}$
  - Konsep atau strategi apa yang dapat kalian gunakan untuk menjawab pertanyaan tersebut?  
Massa =  $n \times \text{Mr}$
  - Terapkanlah konsep atau strategi tersebut!  
 $\text{pH} = 4$ ;  $[H^+] = 10^{-4}$   
 $[H^+] = K_a \frac{\text{mol HCOOH}}{\text{mol } (\text{HCOO})_2\text{Ca}}$   
 $10^{-4} = 10^{-4} \frac{50\text{mmol}}{\text{mol } (\text{HCOO})_2\text{Ca}}$   
 $\text{mol } (\text{HCOO})_2\text{Ca} = 50\text{mmol}$   
 $(\text{HCOO})_2\text{Ca} \rightleftharpoons 2\text{HCOO}^- + \text{Ca}^{2+}$   
 $50\text{mmol} \quad \quad 50\text{mmol}$   
n.  $\text{HCOO}^- = 25\text{mmol}$   
massa =  $n \times \text{Mr} = 25\text{mmol} \times 180 = 3250\text{mg} = 3,25 \text{ g}$ .
  - Apakah konsep atau strategi yang kalian terapkan sudah dapat menjawab pertanyaan?  
Ya, sudah dapat menjawab pertanyaan.

## D. Kesimpulan

Larutan penyangga asam  $\text{pH} = -\log \left\{ [H^+] = K_a \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}} \right\}$

Larutan penyangga basa  $\text{pOH} = -\log \left\{ [\text{OH}^-] = K_b \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol asam konjugasi}} \right\}$

## KUNCI LDS IV

## A. Merumuskan masalah

1. Apakah sifat larutan penyangga berpengaruh terhadap pH dalam tubuh makhluk hidup dan kehidupan sehari-hari?

## B. Hipotesis

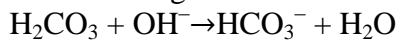
1. Ada pengaruh sifat larutan penyangga terhadap pH dalam tubuh makhluk hidup dan kehidupan sehari-hari

## C. Mengumpulkan data dan menguji hipotesis

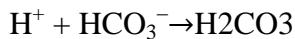
1. Larutan buffer karbonat dalam darah ( $\text{H}_2\text{CO}_3$  dengan  $\text{HCO}_3^-$ )

Darah memiliki pH yang relatif tetap, yakni berkisar 7,0–8,0. pH darah relatif stabil dan tetap karena kandungan larutan buffer karbonat dalam darah mempunyai komposisi yang selalu tetap.

Jika yang dihasilkan oleh metabolisme adalah suatu basa, maka ion  $\text{OH}^-$  akan bereaksi dengan asam bikarbonat ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) menurut reaksi:



Sebaliknya, jika hasil metabolisme adalah suatu asam, maka ion  $\text{H}^+$  dari asam tersebut akan diikat oleh ion  $\text{HCO}_3^-$  menurut reaksi :



Dengan adanya kedua reaksi di atas, maka perbandingan konsentrasi karbonat dan bikarbonat selalu tetap, sehingga pH darah relatif tetap.

2. Larutan buffer fosfat dalam cairan intrasel ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  dengan  $\text{HPO}_4^{2-}$ )

Agar pH cairan intrasel tetap optimum, dalam tubuh makhluk hidup terdapat larutan buffer fosfat. Larutan buffer fosfat ini berasal dari asam lemah difosfat ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) dan basa konjugasinya ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ). Apabila dalam proses metabolisme dihasilkan zat asam lebih banyak, maka asam tersebut akan bereaksi dengan ion  $\text{HPO}_4^{2-}$  menurut reaksi :



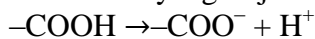
Begitu pula sebaliknya, apabila proses metabolisme menghasilkan basa lebih banyak, maka basa tersebut akan bereaksi dengan ion  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  menurut reaksi :



Adanya kedua reaksi di atas menyebabkan perbandingan antara  $\text{HPO}_4^{2-}$  dengan  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  tetap, sehingga harga pH pada cairan intrasel selalu tetap.

3. Larutan buffer asam amino

Asam amino merupakan komponen protein yang mempunyai gugus  $-\text{NH}_2$  pada atom dari posisi gugus  $-\text{COOH}$ . Apabila asam amino larut dalam air, maka gugus karboksilat akan melepaskan ion  $\text{H}^+$ , sedangkan gugus amina akan menerima ion  $\text{H}^+$ . Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut.



Apabila tubuh kelebihan asam, maka kelebihan ion  $\text{H}^+$  akan diikat oleh gugus basa, begitu pula sebaliknya. Karena kelebihan asam atau basa dinetralkan oleh asam atau basa dari gugus asam amino, maka pH asam amino relatif bersifat tetap.

## D. Kesimpulan

Larutan penyangga berfungsi sebagai pengawet makanan, penyeimbang pH pada darah, obat tetes mata. Larutan

## LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN

### LEMBAR VALIDASI TES URAIAN

Satuan Pendidikan : SMA

Kelas/Semester : XI IPA/2

Materi Pokok : Larutan Penyangga

Peneliti : Riska Pujayanti

**Tujuan:**

Tujuan penggunaan lembar penilaian ini adalah untuk mengukur kevalidan lembar tes uraian dalam mengukur kemampuan metakognisi pada pelaksanaan pembelajaran kimia materi larutan penyangga.

**Petunjuk:**

- a. Berdasarkan pendapat Bapak/Ibu, berilah tanda centang (✓) pada kolom yang telah disediakan
- b. Jika Bapak/Ibu menganggap perlu ada revisi, mohon memberi butir revisi pada bagian saran atau menuliskan langsung pada naskah yang divalidasi
- c. Isilah kolom validasi berikut ini:

No.	Aspek yang dinilai	Penilaian			
		4	3	2	1
<b>A Kesesuaian Teknik Penilaian</b>					
1	Kesesuaian butir instrumen dengan indikator dan tujuan pembelajaran	✓			
<b>B Kelengkapan Instrumen</b>					
2	Ketersediaan rincian skor penilaian	✓			
3	Kesesuaian kisi-kisi soal dengan materi pembelajaran		✓		
<b>C Kesesuaian Isi</b>					
4	Kesesuaian pertanyaan dengan materi pembelajaran	✓			
5	Kesesuaian kunci jawaban dengan pertanyaan soal	✓			
<b>D Konstruksi Soal</b>					
6	Kejelasan petunjuk pengerjaan soal	✓			
7	Ketepatan pilihan bentuk soal dengan indikator pencapaian kompetensi dasar		✓		
8	Kesesuaian pertanyaan dengan indicator metakognisi	✓			
<b>E Kebahasaan</b>					
9	Kejelasan penulisan bahasa soal		✓		
10	Kemudahan memahami bahasa yang digunakan		✓		

Saran dan komentar:

Perbanyak penulisan rumus kimia agar anak-anak  
lebih mengenal rumus kimia.

## Lampiran 28

## Rekomendasi

 (...) Dapat digunakan tanpa revisi (X.) Dapat digunakan dengan revisi kecil (...) Dapat digunakan dengan revisi besar (...) Tidak dapat digunakanPaAi  
Semarang, 6 Maret 2015

Validator,



(Anik Widiati, S.Pd.)

NIP 196907041991012003



## LEMBAR VALIDASI TES URAIAN

Satuan Pendidikan : SMA

Kelas/Semester : XI IPA/2

Materi Pokok : Larutan Penyangga

Peneliti : Riska Pujayanti

**Tujuan:**

Tujuan penggunaan lembar penilaian ini adalah untuk mengukur kevalidan lembar tes uraian dalam mengukur kemampuan metakognisi pada pelaksanaan pembelajaran kimia materi larutan penyangga.

**Petunjuk:**

- Berdasarkan pendapat Bapak/Ibu, berilah tanda centang (√) pada kolom yang telah disediakan
- Jika Bapak/Ibu menganggap perlu ada revisi, mohon memberi butir revisi pada bagian saran atau menuliskan langsung pada naskah yang divalidasi
- Isilah kolom validasi berikut ini:

No.	Aspek yang dinilai	Penilaian			
		4	3	2	1
<b>A Kesesuaian Teknik Penilaian</b>					
1	Kesesuaian butir instrumen dengan indikator dan tujuan pembelajaran		✓		
<b>B Kelengkapan Instrumen</b>					
2	Ketersediaan rincian skor penilaian		✓		
3	Kesesuaian kisi-kisi soal dengan materi pembelajaran		✓		
<b>C Kesesuaian Isi</b>					
4	Kesesuaian pertanyaan dengan materi pembelajaran	✓			
5	Kesesuaian kunci jawaban dengan pertanyaan soal		✓		
<b>D Konstruksi Soal</b>					
6	Kejelasan petunjuk pengerjaan soal	✓			
7	Ketepatan pilihan bentuk soal dengan indikator pencapaian kompetensi dasar		✓		
8	Kesesuaian pertanyaan dengan indikator metakognisi		✓		
<b>E Kebahasaan</b>					
9	Kejelasan penulisan bahasa soal		✓		
10	Kemudahan memahami bahasa yang digunakan		✓		

Saran dan komentar:

baik dan bisa digunakan

Rekomendasi

(...) Dapat digunakan tanpa revisi

(...) Dapat digunakan dengan revisi besar

(...) Dapat digunakan dengan revisi kecil

(...) Tidak dapat digunakan

Semarang, Maret 2015  
Validator,

*Eko Budi Susanto, M.Si*  
NIP 1965 1111990031003

**LEMBAR VALIDASI  
ANGKET METAKOGNISI**

Satuan Pendidikan : SMA

Kelas/Semester : XI IPA/2

Materi Pokok : Larutan Penyangga

Peneliti : Riska Pujayanti

**Tujuan:**

Tujuan penggunaan lembar penilaian ini adalah untuk mengukur kevalidan lembar angket metakognisi siswa

**Petunjuk:**

- a. Berdasarkan pendapat Bapak/Ibu, berilah tanda centang (✓) pada kolom yang telah disediakan
- b. Jika Bapak/Ibu menganggap perlu ada revisi, mohon memberi butir revisi pada bagian saran atau menuliskan langsung pada naskah yang divalidasi
- c. Isilah kolom validasi berikut ini:

No	Aspek yang dinilai	Penilaian			
		4	3	2	1
1	Kesesuaian indikator metakognisi dengan tujuan	✓			
2	Bahasa yang digunakan komunikatif	✓			
3	Pedoman pengisian instrument jelas dan mudah dipahami		✓		
4	Kriteria penskoran jelas dan mudah dipahami		✓		
5	Rubrik penskoran jelas dan mudah dipahami		✓		

Saran dan komentar:

.....

.....

.....

.....

**Rekomendasi**

(...) Dapat digunakan tanpa revisi

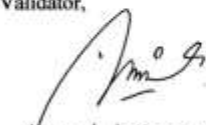
(...) Dapat digunakan dengan revisi besar

(...) Dapat digunakan dengan revisi kecil

(...) Tidak dapat digunakan

Pati  
Semarang, 6 Maret 2015

Validator,

  
(Anik Widiati, S.Pd.)

NIP 196907041991012003

**LEMBAR VALIDASI  
ANGKET METAKOGNISI**

Satuan Pendidikan : SMA

Kelas/Semester : XI IPA/2

Materi Pokok : Larutan Penyangga

Peneliti : Riska Pujayanti

**Tujuan:**

Tujuan penggunaan lembar penilaian ini adalah untuk mengukur kevalidan lembar angket metakognisi siswa

**Petunjuk:**

- a. Berdasarkan pendapat Bapak/Ibu, berilah tanda centang (✓) pada kolom yang telah disediakan
- b. Jika Bapak/Ibu menganggap perlu ada revisi, mohon memberi butir revisi pada bagian saran atau menuliskan langsung pada naskah yang divalidasi
- c. Isilah kolom validasi berikut ini:

No	Aspek yang dinilai	Penilaian			
		4	3	2	1
1	Kesesuaian indikator metakognisi dengan tujuan		✓		
2	Bahasa yang digunakan komunikatif		✓		
3	Pedoman pengisian instrument jelas dan mudah dipahami		✓		
4	Kriteria penskoran jelas dan mudah dipahami		✓		
5	Rubrik penskoran jelas dan mudah dipahami		✓		

Saran dan komentar:

*buluh baik dan bisa digunakan.*

.....

.....

.....

Rekomendasi

(...) Dapat digunakan tanpa revisi

(...) Dapat digunakan dengan revisi besar

(...) Dapat digunakan dengan revisi kecil

(...) Tidak dapat digunakan

Semarang, Maret 2015

Validator,

*Eko Budi Susatyo*  
 (Drs. Eko Budi Susatyo, M.Si.  
 NIP 19651111 990 031003



**LEMBAR VALIDASI**  
**ANGKET RESPON PENGGUNA**  
**IMPLEMETASI METODE *GROUP INVESTIGATION* BERBASIS INKUIRI**

Satuan Pendidikan : SMA

Kelas/Semester : XI IPA/2

Materi Pokok : Larutan Penyangga

Peneliti : Riska Pujayanti

**Tujuan:**

Tujuan penggunaan lembar penilaian ini adalah untuk mengukur kevalidan lembar angket respon pengguna dalam pelaksanaan pembelajaran kimia materi larutan penyangga menggunakan metode *group investigation* berbasis inkuiri.

**Petunjuk:**

- a. Berdasarkan pendapat Bapak/Ibu, berilah tanda centang (✓) pada kolom yang telah disediakan
- b. Jika Bapak/Ibu menganggap perlu ada revisi, mohon memberi butir revisi pada bagian saran atau menuliskan langsung pada naskah yang divalidasi
- c. Isilah kolom validasi berikut ini:

No	Aspek yang Dinilai	Skala penilaian			
		4	3	2	1
1.	Bahasa yang digunakan komunikatif		✓		
2.	Pedoman pengisian instrument jelas dan mudah dipahami responden		✓		
3.	Kriteria penskoran jelas dan mudah dipahami responden		✓		
4.	Rubrik penskoran jelas dan mudah dipahami responden		✓		

Saran dan komentar:

*Baik dan bisa digunakan.*

.....

.....

.....

**Rekomendasi**

(...) Dapat digunakan tanpa revisi

(...) Dapat digunakan dengan revisi besar

(...) Dapat digunakan dengan revisi kecil

(...) Tidak dapat digunakan

Semarang, Maret 2015

Validator,

*[Signature]*  
 Dr. Eko Budi Susatyo, M.Si  
 NIP 19651111990031003

### Hasil Pekerjaan Siswa

#### Pretest Kelas Eksperimen

NADA KARINA ARTUTI  
XIMM3  
23

No. \_\_\_\_\_  
Date \_\_\_\_\_

a)  $\text{NaOH} + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$

10	20	-	-
10	10	10	10
-	10	10	10

Penyangan.

b)  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{HCOOH} \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

10	10	-	-
10	10	10	10
10	10	10	10

Tdk penyangan.

c)  $\text{KOH} + \text{HCN} \rightarrow \text{KCN} + \text{H}_2\text{O}$

20	50	-	-
20	20	20	20
-	30	20	20

Penyangan.

d)  $\text{HCl} + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$

10	5	-	-
5	5	5	5
5	-	5	5

Penyangan.

e)  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

5	2	-	-
2	2	2	2
3	-	2	2

Penyangan.

© Hagen 2001, 30 lines, 6 mm

## Lampiran 29

No.  
Date

2) a)  $H^+ = 10^{-7} \cdot \frac{4 \cdot 10^{-1}}{25 \cdot 10^{-2}}$

$$= \frac{4 \cdot 10^{-6}}{25 \cdot 10^{-2}}$$

$$= 0,16 \cdot 10^{-4}$$

$$= 16 \cdot 10^{-6} \rightarrow pH = 8 - \log 16.$$

b)  $OH^- = 10^{-6} \cdot \frac{10^{-1}}{15 \cdot 10^{-2}}$

$$= \frac{10^{-6}}{15 \cdot 10^{-2}}$$

$$= 0,067 \cdot 10^{-4}$$

$$= 67 \cdot 10^{-7} \quad pOH = 7 - \log 67.$$

3)

© 2014 by Sinauer Associates, Inc. and W. H. Freeman & Co.

No. \_\_\_\_\_  
Date \_\_\_\_\_

4)  $\bullet$   $\text{HCOOH} = 100 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} = 10 \text{ mmol (asam)}$   $K_a \text{ HCOOH} = 10^{-4}$

$\bullet$   $\text{KOH} = 50 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} = 5 \text{ mmol (base)}$

a) pH larutan penyangga.

$$\text{H}^+ = K_a \times \frac{10}{5}$$
$$= 10^{-4} \times 2$$
$$= 2 \cdot 10^{-4}$$
$$\text{pH} = 4 - \log 2$$

©/Agnes 360-30 lines, 8 mm



## Lampiran 29

## Posttest Kelas Eksperimen

Nama : Nada Karina Astuti  
 Kelas/No : XI MIA 3 / 23  
 Mapel : KIMIA

(9)

E-21

1) a. 100 ml HCl 0,1 M + 100 ml NH<sub>4</sub>OH 0,2 M

$$\rightarrow n \text{ HCl} = 100 \cdot 0,1 = 10 \text{ mmol}$$

$$\rightarrow n \text{ NH}_4\text{OH} = 100 \cdot 0,2 = 20 \text{ mmol}$$



M	10	20	-	-
P	10	10	10	10
S	-	10	10	10

⇒ Penyangga basa

b. 100 ml KOH 0,1 M + 200 ml CH<sub>3</sub>COOH 0,1 M

$$\rightarrow n \text{ KOH} = 100 \cdot 0,1 = 10 \text{ mmol}$$

$$\rightarrow n \text{ CH}_3\text{COOH} = 200 \cdot 0,1 = 20 \text{ mmol}$$

⇒ Penyangga asam

c. 100 ml HCl 0,1 M + 100 ml NaOH 0,1 M → bukan penyangga, hidrolisis

d. 100 ml NaOH 0,2 M + 100 ml HCN 0,5 M

$$\rightarrow n \text{ NaOH} = 100 \cdot 0,2 = 20 \text{ mmol}$$

$$\rightarrow n \text{ HCN} = 100 \cdot 0,5 = 50 \text{ mmol}$$

⇒ Penyangga asam

e. 100 ml Ca(OH)<sub>2</sub> 0,1 M + 100 ml HCOOH 0,1 M

$$\rightarrow n \text{ Ca(OH)}_2 = 100 \cdot 0,1 \cdot 2 = 20 \text{ mmol}$$

$$\rightarrow n \text{ HCOOH} = 100 \cdot 0,1 = 10 \text{ mmol}$$

⇒

2) a. H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,36 mol dan NaOH 0,2 mol. Pada suhu tertentu K<sub>a</sub> H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> = 10<sup>-7</sup>!

$$[\text{H}^+] = K_a \frac{\text{mol as. lemah}}{\text{mol basa konjugasi}}$$

$$= 10^{-7} \frac{0,36}{0,2} = 1,8 \cdot 10^{-7}$$

$$= 1,8 \cdot 10^{-8} \quad \text{pH} = 8 - \log 1,8$$

b. NH<sub>3</sub> 0,2 mol dan (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,15 mol. Pd suhu tertentu K<sub>b</sub> NH<sub>3</sub> = 10<sup>-5</sup>!

$$[\text{OH}^-] = K_b \frac{\text{mol bs lemah}}{\text{mol as F7}}$$

$$= 10^{-5} \frac{0,2}{0,15} = 1,3 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{pOH} = 5 - \log 1,3$$

$$\text{pH} = 14 - (5 - \log 1,3)$$

$$= 9 + \log 1,3$$

3) 1 liter mengandung  $\text{NH}_3$  0,1 M dan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  0,1 M

$$K_b \text{ NH}_3 = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

Ditanya = pengenceran 3L air !

$$\text{Jwb} = [\text{OH}^-] = K_b \cdot \frac{\text{NH}_3}{\text{n-NH}_4\text{Cl}}$$

$$= 1,8 \cdot 10^{-5} \times \frac{100}{100}$$

$$= 1,8 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{pOH} = 5 - \log 1,8 \rightarrow \text{pH} = 14 - (5 - \log 1,8)$$

$$= 9 + \log 1,8$$

$$= 9 + 0,25 = 9,25 //$$

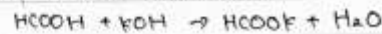
4) Volume  $\text{HCOOH}$  0,1 M = 200 mL + 100 mL  $\text{KOH}$  0,1 M.

$$K_a \text{ HCOOH} = 10^{-4}$$

$$\rightarrow \text{n HCOOH} = 200 \cdot 0,1 = 20 \text{ mmol}$$

a. pH larutan penyangga

$$\rightarrow \text{n KOH} = 100 \cdot 0,1 = 10 \text{ mmol}$$



M	20	10	-	-
R	10	10	10	10
S	10	-	10	10

$$[\text{H}^+] = 10^{-4} \cdot \frac{10}{10}$$

$$= 10^{-4} \rightarrow \text{pH} = 4$$

b. pH, jika + 10 mL  $\text{HCl}$  0,1 M

$$\text{n HCOOH} = 10 \text{ mmol}$$

$$\text{n HCOO}^- = 10 \text{ mmol}$$

$$\text{n HCl} = 10 \times 0,1 = 1 \text{ mmol}$$



M	10	1	10
R	1	1	1
S	9	0	11

$$[\text{H}^+] = 10^{-4} \cdot \frac{11}{9}$$

$$= 1,2 \times 10^{-4}$$

$$\text{pH} = 4 - \log 1,2 //$$

c. pH, jika ditambah 10 mL  $\text{KOH}$  0,1 M

$$\text{n HCOOH} = 10 \text{ mmol}$$

$$\text{n HCOO}^- = 10 \text{ mmol}$$

$$\text{n KOH} = 10 \times 0,1 = 1 \text{ mmol}$$



M	10	1	10
R	1	1	1
S	9	0	11

$$[\text{H}^+] = 10^{-4} \cdot \frac{9}{10}$$

$$= 10^{-4} \cdot 0,81$$

$$\text{pH} = 4 - \log 0,81 //$$

## Lampiran 29

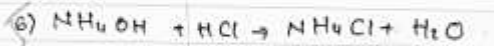
9) Diket: pH = 6 • n H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> = 100 x 0,1  
 $K_a \text{ H}_2\text{CO}_3 = 4,5 \times 10^{-7}$  : 10 mmol (AL)  
 $M_r = 74$   
 Ditanya = gr Ca(OH)<sub>2</sub>?  $\text{Ca}(\text{CO}_3)_2 \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{Ca}^{2+}$   
 Jawab: pH = 6  $\begin{matrix} 4,5 & & 2,25 \\ & & 2,25 \end{matrix}$   
 $[\text{H}^+] = 10^{-6}$  n. Ca(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> = 2,25 mol  
 $10^{-6} = \frac{4,5 \times 10^{-7} \cdot 10}{x}$   $n = \frac{gr \times 1000}{M_r \cdot v}$   
 $x = 4,5 \text{ mmol}$   $\Rightarrow n = \frac{gr}{M_r}$   
 $gr = n \cdot M_r$   
 $= 2,25 \cdot 74$   
 $= 166,5 \text{ mg} \Rightarrow 0,1665 \text{ gr} \dots$

10) Diket: pH = 4  
 100ml C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COOH 0,1 + 40ml NaOH 0,1 M.  
 $K_a \text{ C}_6\text{H}_5\text{COOH} = 6,3 \times 10^{-5}$   
 Ditanya: pH?  
 Jawab:  $\rightarrow n \text{ C}_6\text{H}_5\text{COOH} = 100 \cdot 0,1$   $\rightarrow n \text{ NaOH} = 40 \cdot 0,1$   
= 10 mmol = 4 mmol  
 $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$   

M	10	4	-	-
P	4	4	4	4
S	6	-	4	4

 $[\text{H}^+] = K_a \times \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa}} \cdot \frac{V_1}{V_2}$   
 $= 6,3 \cdot 10^{-5} \times \frac{6}{4} \cdot \frac{100}{40}$   
 $= \frac{6,3 \cdot 10^{-5} \cdot 3}{2} = \frac{18,9 \cdot 10^{-5}}{2}$   
 $= 9,45 \cdot 10^{-5}$   
 $\text{pH} = 5 - \log 9,45$   
 $= 5 - 0,97$   
 $= 4,03 \dots$   
 $\therefore$  Hasil pH dari guru dan dari hasil percobaan menunjukkan kesamaan.

- 8) a. Asam sitrat dan natrium sitrat.  
 b. Untuk mempertahankan pH dlm kemasan atau sebagai pengawet dan perasa.  
 9) Dengan penambahan  $H_2O$  agar pH tetap stabil / tidak berubah.  
 10) Larutan B dan Larutan C adalah penyangga.  
 Kesimpulan: jika larutan penyangga ditambah sedikit asam pH-nya akan berkurang, jika ditambah basa pH-nya bertambah.



M	0,1 (0,15V <sub>B</sub> )	0,1V <sub>B</sub>	-	-
R	0,1V <sub>B</sub>	0,1V <sub>B</sub>	0,1V <sub>B</sub>	0,1V <sub>B</sub>
S	0,015 - 0,2V <sub>B</sub>	-	0,1V <sub>B</sub>	0,1V <sub>B</sub>

$$V_{\text{total}} = 150 \text{ mL} \\ = 150 \times 10^{-3} \text{ L} \\ = 0,15 \text{ L}$$

$$V_A + V_B = 0,15 \\ V_A = 0,15 - V_B$$

$$pH = 9$$

$$pOH = 5$$

$$[OH^-] = 10^{-5}$$

$$[OH^-] = K_b \cdot \frac{0,015 - 0,2V_B}{0,1V_B}$$

$$10^{-5} = 10^{-5} \cdot \frac{0,015 - 0,2V_B}{0,1V_B}$$

$$0,1V_B = 0,015 - 0,2V_B$$

$$0,3V_B = 0,015$$

$$V_B = \frac{0,015}{0,3}$$

$$= 0,05$$

$$V_A = 0,15 - V_B$$

$$= 0,15 - 0,05 = 0,10$$

berarti  $V_{NH_4OH} = 0,10$ .

## Lampiran 29

## Pretest Kelas Kontrol

Nama : Pusenda Puspareni  
No : 21  
Kelas : XI-MIA 1.

2. a.  $M \text{NaHCO}_3 = 0,4 \text{ mol} = 400 \text{ mmol}$   
 $M \text{H}_2\text{CO}_3 = 0,25 \text{ mol} = 250 \text{ mmol}$   
 $[\text{H}^+] = K_a \cdot \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}}$

$$= 10^{-7} \cdot \frac{250}{400}$$

$$= 625 \times 10^{-10}$$

$$\text{pH} = -\log 625 \times 10^{-10}$$

$$= 10 - \log 625$$

$$= 10 - 2,79$$

$$= 7,21$$

b.  $M(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = 0,1 \text{ mol} = 100 \text{ mmol}$

$$M \text{NH}_3 = 0,15 \text{ mol} = 150 \text{ mmol}$$

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

$$= 10^{-5} \cdot \frac{100}{150}$$

$$= 67 \times 10^{-7}$$

$$\text{pOH} = -\log 67 \times 10^{-7}$$

$$= 7 - \log 67$$

$$= 7 - 1,8$$

$$= 5,2$$

$$\text{pH} = 14 - 5,2$$

$$= 8,8$$

∞.

## Lampiran 29

1. a  $\text{HCOOH} = 100 \text{ ml} \times 0,1 \text{ mol} = 10 \text{ mmol}$

$\text{KOH} = 0,1 \times 50 = 5$

$[\text{H}^+] = K_a \times \frac{\text{asam}}{\text{g}}$

$= 10^{-4} \times \frac{10}{5}$

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

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

$= 4 - \log 2$



M 20 10

R 10 10 10 10

S (10) - (10) 20

→ penyangga



M

R

S

## Lampiran 29

## Posttest Kelas Kontrol

(49)

Nama : Pusenda Puspareni  
 No : 31  
 Kelas : XI-MIA 4.  
 Mapel : Kimia.

1. a. 100 mL HCl 0,1 M + 100 mL NH<sub>4</sub>OH 0,2 M  
 $\checkmark$  HCl = 0,1 x 100 = 10 mmol  
 NH<sub>4</sub>OH = 100 x 0,2 = 20 mmol → Penyangga

b. 100 mL KOH 0,1 M + 200 mL CH<sub>3</sub>COOH 0,1 M  
 KOH = 0,1 x 100 = 10 mmol  
 CH<sub>3</sub>COOH = 0,1 x 200 = 20 mmol → Penyangga

c. 100 mL HCl 0,1 M + 100 mL NaOH 0,1 M  
 HCl = 0,1 x 100 = 10 mmol  
 NaOH = 0,1 x 100 = 10 mmol → tidak penyangga

d. 100 mL NaOH 0,2 M + 100 mL HCN 0,5 M  
 NaOH = 0,2 x 100 = 20 mmol  
 HCN = 0,5 x 100 = 50 mmol → penyangga

e. 100 mL Ca(OH)<sub>2</sub> 0,1 M + 100 mL HCOOH 0,1 M  
 Ca(OH)<sub>2</sub> = 0,1 x 100 = 10 mmol  
 HCOOH = 0,1 x 100 = 10 mmol → tidak penyangga.

2. a. H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,36 mol, NaHCO<sub>3</sub> 0,2 mol, Ka H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> = 10<sup>-7</sup>  
 $\checkmark$   $[H^+] = K_a \cdot \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}}$   
 $= 10^{-7} \cdot \frac{0,36}{0,2}$   
 $= 10^{-7} \cdot 1,8$   
 $= 1,8 \times 10^{-6}$

b. NH<sub>3</sub> 0,2 mol & (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1,5 mol. Kb = NH<sub>3</sub> = 10<sup>-5</sup>  
 $[OH^-] = K_b \cdot \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol asam konj}}$   
 $= 10^{-5} \cdot \frac{0,2}{0,15}$   
 $= 10^{-5} \cdot 1,3$   
 $= 1,3 \times 10^{-4}$

## Lampiran 29

4. 200 mL HCOOH 0,1 M + 100 mL KOH 0,1 M.  $K_a$  HCOOH =  $10^{-4}$

a) pH larutan penyangga 3



M	20	10	-	-
R	10	10	10	10
S	10	0	10	10

$\downarrow$  asam lemah                       $\downarrow$  basa konjugat

$$[\text{H}^+] = K_a \cdot \frac{\text{asam lemah}}{\text{basa konj}} \quad \text{pH} = -\log 10^{-4}$$

$$= 10^{-4} \cdot \frac{10}{10} \quad = 9$$

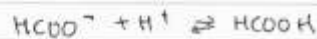
$$= 10^{-4}$$

b) pH larutan penyangga jika ditambahkan 10 mL HCl 0,1 M

n. HCOOH = 10 mmol

n. HCOOK = 10 mmol

n. HCl = 1 mmol



M	10	1	10
R	1	1	1
S	9	0	11

$$[\text{H}^+] = K_a \cdot \frac{\text{mol AL}}{\text{basa kj}}$$

$$= 10^{-4} \cdot \frac{11}{9}$$

$$= 10^{-4} \cdot 1,2$$

$$= 12 \times 10^{-3}$$

$$\text{pH} = -\log 12 \times 10^{-3}$$

$$= 3 - \log 12$$

$$= 3 - 1,07$$

$$= 1,93$$

c) Larutan penyangga jika ditambahkan 10 mL KOH 0,1 M

n. HCOOH = 10 mmol

n. HCOOK = 10 mmol

n. KOH = 1 mmol



M	10	1	10
R	1	1	1
S	9	0	11

$$\Leftrightarrow \text{pOH} = -\log 0,81 \times 10^{-2}$$

$$= 2 - \log 0,81$$

$$\text{pH} = 14 - (2 - \log 0,81)$$

$$= 12 - \log 0,81$$

$$[\text{OH}^-] = K_b \cdot \frac{\text{mol basa L}}{\text{mol asam kj}}$$

$$= 10^{-7} \cdot \frac{9}{11}$$

$$= 0,81 \times 10^{-7}$$

5.  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

M	10	x	-	-
R	x	x	x	x
S	10-x	0	x	x

$$\text{pH} = 6$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-6}$$

$$[\text{H}^+] = K_a \cdot \frac{\text{mol AL}}{\text{mol basa}}$$

$$10^{-6} = 4,5 \times 10^{-7} \cdot \frac{10-x}{x}$$

$$= \frac{10^{-6}}{4,5 \times 10^{-7}} = \frac{10-x}{x}$$





## Lampiran 29

$$0,2 \times 10 = \frac{10-x}{x}$$

$$2 = \frac{10-x}{x}$$

$$2x = 10 - x$$

$$3x = 10$$

$$x = \frac{10}{3} = 3,3$$

$$n. \text{Ca(OH)}_2 = \frac{m}{M_r}$$

$$3,3 = \frac{m}{74}$$

$$m = 244,2 \text{ mg.}$$

$$= \underline{\underline{0,2442 \text{ gr}}}$$

3.  $V_{\text{total}} = 1$

$V_{\text{titrat}} \text{ catelan pengenceran} = 4$

$$[\text{NH}_3] = \frac{M_1 \cdot V_1}{V_{\text{total}}}$$

$$= \frac{0,1 \cdot 1}{4}$$

$$= 0,025$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_b \cdot \text{mol bl}}{\text{mol al}}$$

$$= 1,8 \times 10^{-5} \cdot \frac{0,1}{0,1}$$

$$= 1,8 \times 10^{-5}$$

$$\text{pOH} = 5 - \log 1,8$$

$$\text{pH} = 14 - (5 - \log 1,8)$$

$$= 9 + \log 1,8$$

$$= \underline{\underline{2,2}}$$

a) asam nitrat & natrium nitrat

b) Untuk mempertahankan pH dalam minuman tersebut

## Lembar Diskusi Siswa

LARUTAN PENYANGGA	
LEMBAR KERJA SISWA 1	
<p><b>Nama Anggota Kelompok:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dani Nugyanti (06)</li> <li>2. Khiraga Resh W. (13)</li> <li>3. Maysa Ushyarini A. (20)</li> <li>4. Wahyu Desyiana I. (24)</li> </ol>	
<p><b>Tujuan:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Peserta didik secara logis mampu mendefinisikan tentang larutan penyangga</li> <li>2. Peserta didik secara cermat mampu menjelaskan komponen dan cara kerja larutan penyangga</li> </ol>	
<p style="text-align: center;"><b>Berhadapan dengan Masalah</b></p> <p>Sekelompok siswa mendapat tugas untuk membuat produk minuman dalam kemasan. Mereka belum mengetahui dengan pasti bahwa produk tersebut ternyata tidak stabil dengan perubahan pH. Perubahan pH yang besar dapat sangat mengganggu daya tahan minuman kemasan. Larutan penyangga apa yang ada di dalam larutan?</p>	
<p><b>A. Merumuskan Masalah</b></p> <p>Tuliskan rumusan masalah berdasarkan masalah yang harus diselesaikan.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; min-height: 60px;"> <p>1. Apakah larutan penyangga dapat mempertahankan pH?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> </div>	
<p><b>B. Hipotesis</b></p> <p>Buatlah hipotesis yang sesuai untuk rumusan masalah tersebut!!</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="text-align: center;"><b>Ingat!!!</b></p> <p>Kumpulkan informasi dari buku, internet, artikel ilmiah dll yang berhubungan dengan masalah tersebut untuk merumuskan jawaban sementara (hipotesis).</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; min-height: 60px;"> <p>Ya larutan penyangga dapat mempertahankan pH</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> </div>	

### C. Mengumpulkan data dan menguji hipotesis

Jawablah pertanyaan berikut untuk mengumpulkan data dan menguji hipotesis.

- Berikut terdapat tabel pengamatan hasil praktikum pengaruh penambahan sedikit asam, sedikit basa dan pengenceran terhadap pH suatu larutan yang diukur dengan indikator universal.

Percobaan Ke-	Isi Tabung Ukur	pH Awal	Ion yang Terdapat Dalam Tabung	Tabung Ke-	Penambahan	pH Akhir
1	6 ml H <sub>2</sub> O	7	H <sup>+</sup> + OH <sup>-</sup>	1	1 ml H <sub>2</sub> O	7
				2	1 tetes HCl 0,1 M	3
				3	1 tetes NaOH	10
2	3 ml NH <sub>3</sub> + 3 ml NH <sub>4</sub> Cl	10	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> + OH <sup>-</sup> Dan NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> + Cl <sup>-</sup>	1	1 ml H <sub>2</sub> O	10
				2	1 tetes HCl 0,1 M	10
				3	1 tetes NaOH	10
3	3 ml CH <sub>3</sub> COOH + 3 ml CH <sub>3</sub> COONa	4	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup> + H <sup>+</sup> dan CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup> + Na <sup>+</sup>	1	1 ml H <sub>2</sub> O	4
				2	1 tetes HCl 0,1 M	4
				3	1 tetes NaOH	4

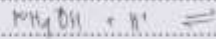
- Bagaimanakah pH masing-masing percobaan setelah ditambah sedikit asam, sedikit basa dan diencerkan?
- Larutan manakah yang dapat mempertahankan pH?
- Apa saja komponen dalam larutan penyangga tersebut?
- Bagaimanakah cara kerja larutan tersebut sehingga dapat mempertahankan pH?
  - Mengapa pada percobaan 1 dan 3 pada saat ditambah 1 mL HCl hasilnya tidak berubah?
  - Mengapa pada percobaan 1 dan 2 pada saat ditambah 1 mL NaOH hasilnya tidak berubah?
  - Berdasarkan pertanyaan 1) dan 2), bagaimana prinsip kerjanya?

a. Percobaan 1: 6 ml H<sub>2</sub>O dengan pH awal 7 ditambahkan 1 ml H<sub>2</sub>O pH-nya tetap 7, ditetes 1 tetes HCl 0,1 M pH-nya menurun menjadi 3. Dan jika ditetes 1 tetes NaOH meningkat pH-nya menjadi 10.  
 Percobaan 2: 3 ml NH<sub>3</sub> + 3 ml NH<sub>4</sub>Cl dengan pH awal 10 ditambahkan 1 ml H<sub>2</sub>O, ditetes 1 tetes HCl 0,1 M dan ditetes 1 tetes NaOH pH-nya tetap 10.  
 Percobaan 3: 3 ml CH<sub>3</sub>COOH + 3 ml CH<sub>3</sub>COONa dengan pH awal adalah 4 ditambahkan 1 ml H<sub>2</sub>O, ditetes 1 tetes HCl 0,1 M dan ditetes 1 tetes NaOH pH-nya tetap 4.

b. Larutan pada percobaan 2 dan 3.

c. Larutan 2 no NH<sub>3</sub> dan NH<sub>4</sub>Cl (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)  
 Larutan 3 no CH<sub>3</sub>COOH dan CH<sub>3</sub>COONa (CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>).

d. Pada percobaan 2. dengan mol yang sama, awal konsentrasi 0,1 M.



#### D. Kesimpulan

Larutan penyangga merupakan larutan yang mampu mempertahankan pH.

Larutan penyangga dapat dibedakan menjadi 2 yaitu:

a. Larutan penyangga asam

komponennya asam lemah dan basa konjugasi

cara kerja


b. Larutan penyangga basa

komponennya asam lemah dan basa konjugasi

cara kerja

**LARUTAN PENYANGGA**

LEMBAR KERJA SISWA II



**Nama Anggota Kelompok:**

1. Louisa Cefany
2. Nabila Zulfa
3. Nurul Rachmawati
4. Shofia Rahmayanti

**Tujuan:**

1. Peserta didik secara cermat mampu merancang langkah-langkah percobaan untuk menyelidiki kapasitas larutan penyangga
2. Peserta didik secara teliti mampu menyusun dan menginterpretasi data hasil penyelidikan kapasitas larutan penyangga

**Berhadapan dengan Masalah**

Larutan penyangga merupakan larutan yang mampu mempertahankan pH pada kisarannya. Sampai sejauh mana suatu larutan penyangga mampu mempertahankan pH?

**A. Merumuskan Masalah**

Berapakah kapasitas larutan penyangga dalam mempertahankan pH? Adakah hubungannya dengan perbandingan mol masing-masing komponennya?

Berdasarkan masalah tersebut, buatlah rumusan masalahnya.

1. Apakah perbandingan mol berpengaruh terhadap kemampuan mempertahankan kar pH?

**B. Hipotesis**

Buatlah hipotesis yang sesuai untuk rumusan masalah tersebut!!

**Ingat!!!**

Kumpulkan informasi dari buku, internet, artikel ilmiah dll yang berhubungan dengan masalah tersebut untuk merumuskan jawaban sementara (hipotesis).

2. Ada pengaruh perbandingan mol dalam kemampuan mempertahankan pH.

4

### C. Mengumpulkan data dan menguji hipotesis

Untuk memecahkan masalah tersebut, jawablah pertanyaan berikut dan lakukan penyelidikan melalui percobaan.

1. Jika diinginkan membuat larutan penyangga masing-masing 1 mmol dan 2 mmol, berapakah volume masing-masing komponen yang dicampurkan?
2. Berikut adalah prosedur secara ringkas untuk menyelidiki masalah tersebut.
  - a. Buatlah 3 larutan penyangga dengan komposisi sebagai berikut:

Larutan Penyangga	Perbandingan mol		pH	
	Asam/basa Lemah	Basa/asam konjugasi	Ditambah HCl	Ditambah NaOH
A	1	1	A1	A2
B	1	5	B1	B2
C	5	1	C1	C2
D	1	10	D1	D2
E	10	1	E1	E2

- b. Mengukur pH awal masing campuran larutan penyangga dengan indikator universal.
- c. Membagi masing-masing campuran larutan dalam 2 tabung reaksi.
- d. Tabung pertama (1) ditambahkan tetes demi tetes asam kuat hitung pH secara berkala (misal tiap 2 tetes) sampai pHnya berubah dan dicatat jumlah tetesan asam yang diperlukan.
- e. Tabung kedua (2) ditambah tetes demi tetes basa hitung pH secara berkala (misal tiap 2 tetes) sampai pHnya berubah dan dicatat jumlah tetesan basa yang diperlukan.

Berdasarkan prosedur ringkas tersebut, maka buatlah suatu alur langkah percobaan secara lengkap sesuai bagan berikut.

## KAPASITAS LARUTAN PENYANGGA

## I. TUJUAN

Menentukan kapasitas larutan penyangga menggunakan reaksi berdasarkan hasil percobaan.

## II. ALAT DAN BAHAN


Pilihlah alat dan bahan yang sesuai dengan rancangan percobaan kalian!!

Alat	Bahan	
• gelas kimia	• Indikator universal	• Larutan $\text{NH}_3$ 0,1 M
• Pipet tetes	• Larutan $\text{CH}_3\text{COOH}$ 0,1	• Larutan $\text{NH}_4\text{Cl}$ 0,1 M
• gelas ukur	• Larutan $\text{CH}_3\text{COONa}$ 0,1 M	• Larutan $\text{NH}_3$ 0,01 M
• Erlenmeyer	• Larutan $\text{CH}_3\text{COOH}$ 0,01	• Larutan $\text{NH}_4\text{Cl}$ 0,01 M
• Plat tetes	• Larutan $\text{CH}_3\text{COONa}$ 0,01 M	
• Tabung reaksi	• Larutan $\text{HCl}$ 0,1 M	
• .....	• Larutan $\text{NaOH}$ 0,1 M	

## III. LANGKAH KERJA


Berdasarkan alat dan bahan yang sudah dipilih, rancanglah sebuah prosedur percobaan lengkap untuk mengetahui kemampuan larutan penyangga dalam mempertahankan pH.

1. Menyiapkan 4 tabung reaksi




1 5ml  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1M  
 2 5ml  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1M  
 3 5ml  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1M  
 4 5ml  $\text{CH}_3\text{COONa}$  1M

2. mencampurkan larutan 1 dan 2 kedalam erlenmeyer A.



- mengukur pH awal
- menambah 1 tetes  $\text{HCl}$  0,1M → mengukur pH.
- menambah  $\text{HCl}$  0,1M secara bertahap → ulur pH.
- pH berubah drastis → berhenti.

3. mencampurkan larutan 3 dan 4 dalam erlenmeyer B.



- mengukur pH awal
- menambah 1 tetes  $\text{HCl}$  0,1M → ulur pH.
- menambah  $\text{HCl}$  0,1M secara bertahap → ulur pH.
- pH berubah drastis → berhenti.

#### IV. HASIL PENGAMATAN

Buatlah sebuah tabel pengamatan untuk mencatat hasil pengamatan.

Penambahan HCl	pH	Penambahan HCl	pH
0	5	0	6
5 ml HCl	5	1 ml HCl	6
10 ml HCl	5	10 ml HCl	6
15 ml HCl	5	15 ml HCl	5
20 ml HCl	5		
25 ml HCl	5		
30 ml HCl	5		
35 ml HCl	4		

Campuran larutan	pH awal	+ HCl 0,1M		+ NaOH 0,1M	
		(ml)	pH	(ml)	pH
A. 5 ml $\text{CH}_3\text{COOH}$ 0,1M + 5 ml $\text{CH}_3\text{COONa}$ 0,1M	5	5	4	50	8
B. 5 ml $\text{CH}_3\text{COOH}$ 0,5M + 5 ml $\text{CH}_3\text{COONa}$ 0,1M	5	30	4		
C. 5 ml $\text{CH}_3\text{COOH}$ 0,1M + 5 ml $\text{CH}_3\text{COONa}$ 0,5M	5	30	4		
D. 5 ml $\text{CH}_3\text{COOH}$ 0,1M + 5 ml $\text{CH}_3\text{COONa}$ 0,1M	3	10	2		
E. 5 ml $\text{CH}_3\text{COOH}$ 0,1M + 5 ml $\text{CH}_3\text{COONa}$ 1M	6	15	5		

#### D. Menganalisis hasil eksperimen

Berdasarkan eksperimen yang kalian lakukan, jawablah pertanyaan berikut:

- Berapakah jumlah HCl yang ditambahkan pada larutan A,B,C,D, dan E sampai pHnya berubah?
- Berapakah jumlah NaOH yang ditambahkan pada larutan A,B,C,D, dan E sampai pHnya berubah?
- Bandingkan larutan A dengan B dan A dengan C, manakah yang kemampuannya lebih besar dalam mempertahankan pH?
- Bandingkan larutan A dengan D dan A dengan C, manakah yang kemampuannya lebih besar dalam mempertahankan pH?
- Buatlah kesimpulan dari hasil percobaan.



1. Lantai A 25 KRS  
B 70 KRS  
C 20 KRS  
D 10 KRS  
E 15 KRS

3. Lantai A yg B dan A yg C sama kemampuannya.

4. Lantai A yg D dan A yg E, lebih kecil A yg C  
dalam mempertahankan PH.

**E. Kesimpulan**

Larutan penyangga mampu mempertahankan pH dengan perbandingan mol komponennya

1 : 1.


**TAGIHAN!!!**

Buatlah laporan praktikum individu dengan format sebagai berikut!

- a. Judul
- b. Tujuan
- c. Landasan teori
- d. Alat dan bahan (sertakan dengan gambar atau foto)
- e. Langkah kerja
- f. Data percobaan
- g. Jawaban pertanyaan
- h. Kesimpulan
- i. Referensi

**LARUTAN PENYANGGA**

LEMBAR KERJA SISWA III



**Nama Anggota Kelompok:**

1. Dwi Nurjannah (16)
2. Khumayra K.W (13)
3. Maya L.A. (20)
4. Wahyu Dyanara Sari (14)

**Tujuan:**

1. Peserta didik secara teliti mengetahui tentang cara menghitung pH atau pOH larutan penyangga
2. Peserta didik secara cermat mampu memutuskan operasi yang paling sesuai untuk menghitung perubahan pH larutan penyangga dengan penambahan sedikit asam atau sedikit basa atau dengan pengenceran

**Berhadapan dengan Masalah**

Pada kegiatan sebelumnya kalian telah mengukur pH dengan indikator universal melalui penyelidikan mengenai kapasitas larutan penyangga. Berdasarkan hasil eksperimen tersebut, bandingkan jika pH ditentukan secara teoritik?

Ingatkah kalian tentang tetapan kesetimbangan?? Bagaimanakah hubungan tetapan kesetimbangan dengan konsentrasi  $H^+$  dan konsentrasi  $OH^-$ ?? Perhatikan juga reaksi-reaksi yang terjadi dalam eksperimen tersebut.

**A. Merumuskan Masalah**

Berdasarkan masalah yang akan diselesaikan, tuliskan rumusan masalahnya.

Apakah ada hubungan tetapan kesetimbangan  $K_a$  ( $H^+$ ) dan ( $OH^-$ ) berpengaruh terhadap perhitungan pH larutan penyangga?

.....

.....

.....

**B. Hipotesis**

Buatlah hipotesis yang sesuai untuk rumusan masalah tersebut!!

**Ingat!!**

Kumpulkan informasi dari buku, internet, artikel ilmiah dll yang berhubungan dengan masalah tersebut untuk merumuskan jawaban sementara (hipotesis).

11

ada kutungan tetapan kesetimbangan dg [H<sup>+</sup>] dan [OH<sup>-</sup>] berpengaruh terhadap perhitungan pH larutan penyangga.

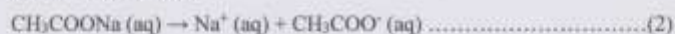
### C. Mengumpulkan data dan menguji hipotesis

Untuk memecahkan masalah tersebut, lengkapilah bagan berikut!

#### Larutan Penyangga Asam



Asam ..... (HA)



Basa ..... (A<sup>-</sup>)

Asam lemah HA mempunyai harga K<sub>a</sub> tertentu yang dirumuskan sebagai berikut.

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

Konsentrasi basa konjugasi pada persamaan diatas berasal dari persamaan (1) tetapi sangat kecil sehingga diabaikan dan berasal dari ionisasi pada persamaan (2).

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = [\text{CH}_3\text{COO}^-]_{(2)} + [\text{CH}_3\text{COO}^-]_{(1)}$$

Sangat sedikit (abaikan)

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = [\text{CH}_3\text{COO}^-]_{(2)}$$

Konsentrasi asam lemah berasal dari persamaan (1) dan persamaan (2), tetapi konsentrasi asam lemah pada persamaan (2) diabaikan karena sangat sedikit.

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = [\text{CH}_3\text{COOH}]_{(1)} + [\text{CH}_3\text{COOH}]_{(2)}$$

Sangat sedikit (abaikan)

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = [\text{CH}_3\text{COOH}]_{(1)}$$

Turunkanlah persamaan K<sub>a</sub> tersebut sehingga diperoleh persamaan konsentrasi H<sup>+</sup> dan didapatkan rumus pH.

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

$$[\text{H}^+] = \frac{\frac{\text{mol}}{\text{vol}} \dots \text{CH}_3\text{COO}^-}{\frac{\text{mol}}{\text{vol}} \dots \text{CH}_3\text{COOH}}$$

$$[\text{H}^+] = \frac{\text{mol} \dots \text{CH}_3\text{COO}^-}{\text{mol} \dots \text{CH}_3\text{COOH}}$$

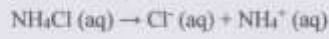
$$\rightarrow [\text{H}^+] = k_a \cdot \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa lg}} \quad \text{P.A}$$

$$[\text{OH}^-] = k_b \cdot \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol asam lg}} \quad \text{P.B}$$

**Larutan Penyangga Basa**



Basa ... (B)



Asam ... (BH<sup>+</sup>)

$$K_b = \frac{[\dots][\dots]}{[\dots]}$$

Konsentrasi asam konjugasi pada persamaan diatas berasal.....

$$[\text{NH}_4^+] = [\dots]_{(1)} + [\dots]_{(2)}$$

Sangat sedikit (abaikan)

$$[\text{NH}_4^+] = [\dots]_{(2)}$$

Konsentrasi asam lemah berasal .....

$$[\text{NH}_3] = [\dots]_{(1)} + [\dots]_{(2)}$$

Sangat sedikit (abaikan)

$$[\text{NH}_3] = [\dots]_{(1)}$$

Turunkanlah persamaan Ka tersebut sehingga diperoleh persamaan konsentrasi OH<sup>-</sup> dan didapatkan rumus pOH.

$$[\text{OH}^-] = \frac{[\text{base}]}{[\text{acid}]} \dots \dots \dots \boxed{[\text{OH}^-] = K_b \cdot \frac{\text{mol B}}{\text{mol BH}}}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{k_b \cdot \frac{\text{mol } \text{NH}_3 \text{ CO}_3^-}{\text{vol}}}{\frac{\text{mol } \text{NH}_3 \text{ CO}_3\text{H}}{\text{vol}}}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{k_b \cdot \text{mol } \text{NH}_3 \text{ CO}_3^-}{\text{mol } \text{NH}_3 \text{ CO}_3\text{H}}$$

Hitunglah pH/pOH hasil percobaan secara teoritik.

Sekarang coba kalian aplikasikan rumus pH dan pOH pada permasalahan berikut!

1. Hitunglah pH larutan penyangga yang terdiri dari 30 mL  $\text{H}_3\text{PO}_4$  0,1 M dan 30 mL  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  0,1 M! Jika diketahui  $K_a = 7,1 \times 10^{-3}$ .

Apa yang diketahui dari soal?

$$\begin{aligned} n \cdot \text{H}_3\text{PO}_4 &= 3 \text{ mmol} \\ n \cdot \text{NaH}_2\text{PO}_4 &= 3 \text{ mmol} \\ K_a &= 7,1 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

Apa yang ditanyakan?

$$\text{pH} = ?$$

Konsep atau strategi apa yang dapat kalian gunakan untuk menjawab pertanyaan tersebut?

$$[\text{H}^+] = K_a \cdot \frac{n \cdot \text{H}_3\text{PO}_4}{n \cdot \text{NaH}_2\text{PO}_4}$$

Terapkanlah konsep atau strategi tersebut!

$$\begin{aligned} [\text{H}^+] &= 7,1 \times 10^{-3} \cdot \frac{3}{3} \\ &= 7,1 \times 10^{-3} \\ \text{pH} &= -\log 7,1 \times 10^{-3} \\ &= 3 - \log 7,1 \end{aligned}$$

Apakah konsep atau strategi yang kalian terapkan sudah dapat menjawab pertanyaan?

Ya, sudah.

Jadi harga pH larutan penyangga sebesar...  $3 - \log 7,1$

## Lampiran 29

2. Hitunglah pH larutan penyangga dari 100 mL  $\text{NH}_3$  0,1 M ditambah 20 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,1 M!  
 $K_b = 1,74 \times 10^{-5}$ .

Apa yang diketahui dari soal?

$$\begin{aligned} n. \text{NH}_3 &= 10 \text{ mmol} \\ n. \text{H}_2\text{SO}_4 &= 2 \text{ mmol} \\ K_b &= 1,74 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

Apa yang ditanyakan?

pH?

Konsep atau strategi apa yang dapat kalian gunakan untuk menjawab pertanyaan tersebut?

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

Terapkanlah konsep atau strategi tersebut!



M	10	2	-	-
R	4	2	2	4
S	6	-	2	4

$$\begin{aligned} [\text{OH}^-] &= 1,74 \times 10^{-5} \cdot \frac{6}{4} \\ &= 5,22 \times 10^{-5} = 2,61 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

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

$$= -\log 2,61 \times 10^{-5}$$

$$= 5 - \log 2,61$$

$$\text{pH} = 9 - \log 2,61$$

Apakah konsep atau strategi yang kalian terapkan sudah dapat menjawab pertanyaan?

Ya, sudah.

Jadi harga pH larutan penyangga sebesar  $9 - \log 2,61$ .

3. Sebanyak 200 mL larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 direaksikan dengan 100 mL larutan  $\text{KOH}$  0,1 mol ( $K_a \text{CH}_3\text{COOH} = 10^{-5}$ ) Tentukan:
- pH larutan;
  - pH larutan bila ditambah 10 mL  $\text{HCl}$  0,1 M;
  - pH larutan bila ditambah 10 mL  $\text{KOH}$  0,1 M;
  - pH larutan bila diencerkan dengan menambah 100 mL air!

Apa yang diketahui dari soal?

$$n. \text{CH}_3\text{COOH} = 200 \times 0,1 = 20 \text{ mmol}$$

$$n. \text{KOH} = 100 \times 0,1 = 10 \text{ mmol}$$

$$K_a. \text{CH}_3\text{COOH} = 10^{-5}$$

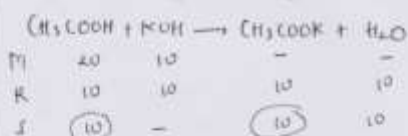
Apa yang ditanyakan?

- pH larutan
  - pH larutan bila ditambah 10 mL  $\text{HCl}$  0,1 M
  - 
  -
- diencerkan dgn menambah 100 mL air!

Konsep atau strategi apa yang dapat kalian gunakan untuk menjawab pertanyaan tersebut?

$$\text{pH} = -\log K_a \frac{\text{mol A}}{\text{mol B}}$$

Terapkanlah konsep atau strategi tersebut!



$$\text{a) } [\text{H}^+] = K_a \cdot \frac{\text{mol A}}{\text{mol B}}$$

$$= 10^{-5} \cdot \frac{10}{10}$$

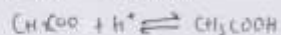
$$= 10^{-5}$$

$$\text{pH} = 5$$

$$\text{b) } n. \text{CH}_3\text{COOH} = 10 \text{ mmol}$$

$$n. \text{CH}_3\text{COO}^- = 10 \text{ mmol}$$

$$n. \text{HCl} = 1 \text{ mmol}$$



M	10	1	10
K	1	1	1
S	9	0	11



## Lampiran 29

$$[H^+] = K_a \cdot \frac{\text{mol AL}}{\text{mol BF}_j}$$

$$= 10^{-5} \cdot \frac{1}{3}$$

$$= 1,2 \times 10^{-6}$$

$$pH = 5 - \log 1,2$$

$$pH = 4,92$$

(c)  $CH_3COOH + OH^- \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_2O$ 

M	10	1	10
K	1	1	1
S	9	-	0

$$[H^+] = K_a \cdot \frac{\text{mol AL}}{\text{mol BF}_j}$$

$$= 10^{-5} \cdot \frac{9}{10}$$

$$= 0,9 \times 10^{-5}$$

$$pH = 5 - \log 0,9$$

$$= 5,09$$

(d)  $CH_3COOH = 200 \text{ ml}$   
 $KOH = 300 \text{ ml}$   
 $V_{\text{tot awal}} = 500 \text{ ml}$   
 $V_{\text{tot akhir}} = 400 \text{ ml}$

$n = 10$   
 $V = 300$   
 $M = \frac{n}{V} = \frac{10}{300}$

$[CH_3COOH] = \frac{10}{300} \times \frac{300}{400} = 0,025 \text{ M} \rightarrow n = 0,025 \times 400 = 10$   
 $[CH_3COO^-] = \frac{10}{300} \times \frac{300}{400} = 0,025 \text{ M} \rightarrow n = 0,025 \times 400 = 10$

$$[H^+] = K_a \cdot \frac{\text{mol AL}}{\text{mol BF}_j}$$

$$= 10^{-5} \cdot \frac{10}{10}$$

$$= 10^{-5} \rightarrow pH = 5$$

Apakah konsep atau strategi yang kalian terapkan sudah dapat menjawab pertanyaan?  
Ya, sudah.

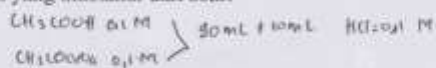
Jadi harga pH

a. 5  
b. 4,92  
c. 5,09  
d. 5

## Lampiran 29

4. Sebanyak 90 mL larutan berisi campuran dari  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 M dan  $\text{CH}_3\text{COONa}$  0,1 M ditambahkan 10 mL larutan  $\text{HCl}$  0,1 M ( $K_a = 10^{-5}$ ). Bandingkan harga pH-nya sebelum dan sesudah ditambah  $\text{HCl}$ !

Apa yang diketahui dari soal?



Apa yang ditanyakan?

pH?

Konsep atau strategi apa yang dapat kalian gunakan untuk menjawab pertanyaan tersebut?

Terapkanlah konsep atau strategi tersebut!

$$\begin{aligned} [\text{H}^+] &= K_a \cdot \frac{\text{mol. AL}}{\text{mol. Bbj}} \\ &= 10^{-5} \cdot \frac{9}{9} \\ &= 10^{-5} \rightarrow \text{pH} = 5 \end{aligned}$$

$$\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH}$$

M	9	1	9
K	1	1	1
S	8	0	10

$$\begin{aligned} [\text{H}^+] &= 10^{-5} \cdot \frac{10}{8} \\ &= 1,25 \times 10^{-5} \\ \text{pH} &= 5 - \log 1,25 \\ &= 4,9 \end{aligned}$$

Apakah konsep atau strategi yang kalian terapkan sudah dapat menjawab pertanyaan?

Ya, sudah.

Jadi perbandingan pH sebelum dan sesudah ... 5 : 4,9

1 : 1

## Lampiran 29

5. Berapa gram amonium sulfat,  $(\text{HCOO})_2\text{Ca}$ , harus ditambahkan ke dalam 500 mL larutan  $\text{HCOOH}$  0,1 M untuk membuat larutan penyangga dengan pH 4?  
 $K_a = 10^{-4}$ .

Apa yang diketahui dari soal?

$$n - \text{HCOOH} = 50 \text{ mmol}$$

$$K_a - \text{HCOOH} = 10^{-4}$$

$$\text{pH} = 4$$

Apa yang ditanyakan? massa gram

Konsep atau strategi apa yang dapat kalian gunakan untuk menjawab pertanyaan tersebut?

Terapkanlah konsep atau strategi tersebut!

$$[\text{H}^+] = 10^{-4}$$

$$10^{-4} = 10^{-4} \cdot \frac{50}{n}$$

$$n = 50 \text{ mmol}$$

$$n - \text{HCOO}^- = 50 \text{ mmol}$$

$$(\text{HCOO})_2\text{Ca} \rightleftharpoons 2\text{HCOO}^- + \text{Ca}^{2+}$$

$$\begin{array}{c} 50 \text{ mmol} \\ n(\text{HCOO})_2\text{Ca} = 25 \text{ mmol} \end{array}$$

$$n = \frac{g_r}{M_r} \times 1000$$

$$n = \frac{g_r}{M_r}$$

$$g_r = n \times M_r$$

$$= 25 \times 180$$

$$= 4500 \text{ mg}$$

$$= 4,5 \text{ gr}$$

Apakah konsep atau strategi yang kalian terapkan sudah dapat menjawab pertanyaan?

Ya, sudah

Jadi massa amonium sulfat yang dibutuhkan sebesar 4,5 gram

**E. Kesimpulan**

Larutan penyangga asam  $\text{pH} = -\log K_a \frac{\text{mol } a1}{\text{mol } b1j}$ .

Larutan penyangga basa  $\text{pOH} = \cancel{\text{pH}} - \log K_b \frac{\text{mol } b1}{\text{mol } a1j}$ .

### LARUTAN PENYANGGA

#### LEMBAR KERJA SISWA IV



#### Nama Anggota Kelompok:

- 1. Fanni Wulandari
- 2. Indriani K
- 3. Sinta Dewi T
- 4. Yusuf Ismail
- 5. Liza Chelitratur

#### Tujuan:

1. Peserta didik secara logis mampu mengidentifikasi informasi mengenai larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup dan kehidupan sehari-hari
2. Peserta didik secara mandiri mampu mengelaborasi informasi dari berbagai sumber untuk menyelidiki peran larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup dan kehidupan sehari-hari

#### Berhadapan dengan Masalah

Obat tetes mata menggunakan sistem larutan penyangga agar pada saat di teteskan ke mata manusia, dapat diterima oleh kondisi tubuh manusia. Suasana pH pada obat tetes mata tersebut disesuaikan dengan kondisi pH manusia agar tidak menimbulkan bahaya.



Sumber: <http://istana-saim.blogspot.com/2013/06/larutan-penyangga-dalam-kehidupan.html>

Campuran larutan apa yang terdapat dalam obat tetes mata yang berfungsi sebagai larutan penyangga? Bagaimana cara kerjanya?

Selain dalam obat tetes mata, larutan penyangga juga digunakan dalam bidang industri, farmasi, tanaman dan tubuh makhluk hidup. Campuran larutan apa yang berfungsi sebagai larutan penyangga? Mengapa diperlukan larutan penyangga?

#### A. Merumuskan Masalah

Berdasarkan masalah yang kalian temukan, tuliskan rumusan masalahnya untuk mengetahui fungsi larutan penyangga!

1. Apakah sifat larutan penyangga berpengaruh terhadap pH dalam tubuh makhluk hidup?

.....

.....

.....

.....

### B. Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah yang kalian temukan, buatlah hipotesis yang sesuai untuk rumusan masalah tersebut!!

#### Ingat!!!

Kumpulkan informasi dari buku, internet, artikel ilmiah dll yang berhubungan dengan masalah tersebut untuk merumuskan jawaban sementara (hipotesis).

Ada pengaruh sifat larutan penyangga terhadap pH dalam tubuh makhluk hidup.

### C. Mengumpulkan data dan menguji hipotesis

1. Carilah peranan larutan penyangga dalam kehidupan sehari-hari melalui buku atau internet dan jawablah pertanyaan berikut untuk mengumpulkan data dalam penyelidikan.
  - a. Campuran larutan apa yang berfungsi sebagai larutan penyangga?
  - b. Bagaimanakah mekanisme sehingga dapat mempertahankan harga pH?
  - c. Bagaimana fungsi larutan penyangga tersebut?
  - d. Mengapa diperlukan larutan penyangga?

a. Campuran dan larutan asam lemah dan basa konjugasi. Campuran dan basa lemah dan asam konjugasi.

1. a.

Larutan Penyangga pospat dalam darah.

a.  $H_2PO_4^-$  dan  $HPO_4^{2-}$

b. jika pada campuran yang mengandung kedua  $H_2PO_4^-$  dan  $HPO_4^{2-}$  ditambah asam kuat misal HCl.



- jika ditambah basa kuat misal NaOH



d. menjadi energi dalam metabolisme sel, bersama ion kalsium

meningkatkan kekuatan dan kelenturan tulang

- mempertahankan pH dalam darah

**D. Kesimpulan**

Larutan penyangga berfungsi sebagai... Untuk mempertahankan pH dalam darah.











## Lampiran 31

**ANALISIS LEMBAR OBSERVASI AFEKTIF SISWA**  
**DATA NILAI AFEKTIF KELAS KONTROL**

No	Kode Siswa	Rater			Total	Rerata	Nilai	Kriteria
		I	II	III				
1	K-1	15	16	17	48	16.0	80.0	B
2	K-2	15	15	15	45	15.0	75.0	B
3	K-3	17	17	17	51	17.0	85.0	SB
4	K-4	13	13	12	38	12.7	63.3	C
5	K-5	15	16	16	47	15.7	78.3	B
6	K-6	15	16	15	46	15.3	76.7	B
7	K-7	15	15	16	46	15.3	76.7	B
8	K-8	14	14	15	43	14.3	71.7	B
9	K-9	15	14	14	43	14.3	71.7	B
10	K-10	13	12	13	38	12.7	63.3	C
11	K-11	13	14	13	40	13.3	66.7	C
12	K-12	16	16	16	48	16.0	80.0	B
13	K-13	12	13	13	38	12.7	63.3	C
14	K-14	17	16	16	49	16.3	81.7	B
15	K-15	14	14	15	43	14.3	71.7	B
16	K-16	16	15	16	47	15.7	78.3	B
17	K-17	17	17	16	50	16.7	83.3	B
18	K-18	14	14	14	42	14.0	70.0	B
19	K-19	16	17	17	50	16.7	83.3	B
20	K-20	14	15	15	44	14.7	73.3	B
21	K-21	17	17	16	50	16.7	83.3	B
22	K-22	15	15	15	45	15.0	75.0	B
23	K-23	16	16	16	48	16.0	80.0	B
24	K-24	17	16	17	50	16.7	83.3	B
25	K-25	13	14	13	40	13.3	66.7	C
26	K-26	14	15	14	43	14.3	71.7	B
27	K-27	13	14	14	41	13.7	68.3	C
28	K-28	16	14	12	42	14.0	70.0	B
29	K-29	13	14	14	41	13.7	68.3	C
30	K-30	15	15	14	44	14.7	73.3	B
31	K-31	14	14	13	41	13.7	68.3	C
Rata-rata							74.2	B

**PERHITUNGAN RELIABILITAS AFEKTIF KELAS KONTROL**

No	Kode Siswa	Rater			$\sum X_p$	$(\sum X_p)^2 A^2$	B <sup>2</sup>	C <sup>2</sup>	
		I	II	III					
1	K-1	15	16	17	48	2304	225	256	289
2	K-2	15	15	15	45	2025	225	225	225
3	K-3	17	17	17	51	2601	289	289	289
4	K-4	13	13	12	38	1444	169	169	144
5	K-5	15	16	16	47	2209	225	256	256
6	K-6	15	16	15	46	2116	225	256	225
7	K-7	15	15	16	46	2116	225	225	256
8	K-8	14	14	15	43	1849	196	196	225
9	K-9	15	14	14	43	1849	225	196	196
10	K-10	13	12	13	38	1444	169	144	169
11	K-11	13	14	13	40	1600	169	196	169
12	K-12	16	16	16	48	2304	256	256	256
13	K-13	12	13	13	38	1444	144	169	169
14	K-14	17	16	16	49	2401	289	256	256
15	K-15	14	14	15	43	1849	196	196	225
16	K-16	16	15	16	47	2209	256	225	256
17	K-17	17	17	16	50	2500	289	289	256
18	K-18	14	14	14	42	1764	196	196	196
19	K-19	16	17	17	50	2500	256	289	289
20	K-20	14	15	15	44	1936	196	225	225
21	K-21	17	17	16	50	2500	289	289	256
22	K-22	15	15	15	45	2025	225	225	225
23	K-23	16	16	16	48	2304	256	256	256
24	K-24	17	16	17	50	2500	289	256	289
25	K-25	13	14	13	40	1600	169	196	169
26	K-26	14	15	14	43	1849	196	225	196
27	K-27	13	14	14	41	1681	169	196	196
28	K-28	16	14	12	42	1764	256	196	144
29	K-29	13	14	14	41	1681	169	196	196
30	K-30	15	15	14	44	1936	225	225	196
31	K-31	14	14	13	41	1681	196	196	169
$\sum X_p$		459	463	459	1381	61985			
$(\sum X_p)^2$		210681	214369	210681	2E+06	4E+09			20687
Jml Kuadrat Raters =		635731							

**ANALISIS LEMBAR OBSERVASI AFEKTIF SISWA  
DATA NILAI AFEKTIF KELAS EKSPERIMEN**

No	Kode Siswa	Rater			Total	Rerata	Nilai	Kriteria
		I	II	III				
1	E-1	16	16	16	48	16.0	80.0	B
2	E-2	18	18	18	54	18.0	90.0	SB
3	E-3	17	17	18	52	17.3	86.7	SB
4	E-4	17	18	17	52	17.3	86.7	SB
5	E-5	16	16	16	48	16.0	80.0	B
6	E-6	17	17	18	52	17.3	86.7	SB
7	E-7	18	18	18	54	18.0	90.0	SB
8	E-8	17	16	17	50	16.7	83.3	B
9	E-9	18	18	18	54	18.0	90.0	SB
10	E-10	18	18	17	53	17.7	88.3	SB
11	E-11	18	17	18	53	17.7	88.3	SB
12	E-12	18	18	17	53	17.7	88.3	SB
13	E-13	17	17	17	51	17.0	85.0	SB
14	E-14	17	17	17	51	17.0	85.0	SB
15	E-15	18	18	18	54	18.0	90.0	SB
16	E-16	16	16	16	48	16.0	80.0	B
17	E-17	16	17	17	50	16.7	83.3	B
18	E-18	17	17	17	51	17.0	85.0	SB
19	E-19	18	18	18	54	18.0	90.0	SB
20	E-20	18	18	18	54	18.0	90.0	SB
21	E-21	17	17	17	51	17.0	85.0	SB
22	E-22	16	16	15	47	15.7	78.3	B
23	E-23	17	17	17	51	17.0	85.0	SB
24	E-24	16	16	16	48	16.0	80.0	B
25	E-25	17	17	17	51	17.0	85.0	SB
26	E-26	17	17	16	50	16.7	83.3	B
27	E-27	17	18	18	53	17.7	88.3	SB
28	E-28	18	18	18	54	18.0	90.0	SB
29	E-29	17	18	17	52	17.3	86.7	SB
30	E-30	18	18	18	54	18.0	90.0	SB
31	E-31	18	18	17	53	17.7	88.3	SB
32	E-32	16	16	15	47	15.7	78.3	B
33	E-33	16	16	17	49	16.3	81.7	B
34	E-34	16	16	16	48	16.0	80.0	B
Rata-rata							85.5	SB

**PERHITUNGAN RELIABILITAS AFEKTIF KELAS EKSPERIMEN**

No	Kode Siswa	Rater			$\sum X_p$	$(\sum X_p)^2 A^2$	B <sup>2</sup>	C <sup>2</sup>	
		I	II	III					
1	E-1	16	16	16	48	2304	256	256	
2	E-2	18	18	18	54	2916	324	324	
3	E-3	17	17	18	52	2704	289	324	
4	E-4	17	18	17	52	2704	289	289	
5	E-5	16	16	16	48	2304	256	256	
6	E-6	17	17	18	52	2704	289	324	
7	E-7	18	18	18	54	2916	324	324	
8	E-8	17	16	17	50	2500	289	289	
9	E-9	18	18	18	54	2916	324	324	
10	E-10	18	18	17	53	2809	324	289	
11	E-11	18	17	18	53	2809	324	289	
12	E-12	18	18	17	53	2809	324	289	
13	E-13	17	17	17	51	2601	289	289	
14	E-14	17	17	17	51	2601	289	289	
15	E-15	18	18	18	54	2916	324	324	
16	E-16	16	16	16	48	2304	256	256	
17	E-17	16	17	17	50	2500	256	289	
18	E-18	17	17	17	51	2601	289	289	
19	E-19	18	18	18	54	2916	324	324	
20	E-20	18	18	18	54	2916	324	324	
21	E-21	17	17	17	51	2601	289	289	
22	E-22	16	16	15	47	2209	256	225	
23	E-23	17	17	17	51	2601	289	289	
24	E-24	16	16	16	48	2304	256	256	
25	E-25	17	17	17	51	2601	289	289	
26	E-26	17	17	16	50	2500	289	256	
27	E-27	17	18	18	53	2809	289	324	
28	E-28	18	18	18	54	2916	324	324	
29	E-29	17	18	17	52	2704	289	324	
30	E-30	18	18	18	54	2916	324	324	
31	E-31	18	18	17	53	2809	324	289	
32	E-32	16	16	15	47	2209	256	225	
33	E-33	16	16	17	49	2401	256	289	
34	E-34	16	16	16	48	2304	256	256	
$\sum X_p$		581	583	580	1744	89634			
$(\sum X_p)^2$		337561	339889	336400	3E+06	8E+09		29888	
Jml Kuadrat Raters =		1013850							

### Perhitungan Reliabilitas Lembar Observasi Afektif

#### Rumus:

$$r_{11} = \frac{Vp - Vc}{Vp + (k - 1)Vc}$$

#### Kriteria :

Interval	Kriteria
$0,80 \leq r_{11} \leq 1,00$	Sangat Tinggi
$0,60 \leq r_{11} \leq 0,80$	Tinggi
$0,40 \leq r_{11} \leq 0,60$	Sedang
$0,20 \leq r_{11} \leq 0,40$	Rendah
$0,00 \leq r_{11} \leq 0,20$	Sangat Rendah

Jumlah Kuadrat Total = 69

Dbt = 101

Jumlah Kuadrat Antar Raters = 0.14

Dbt = 2

Jumlah Kuadrat Antar Subjek = 59

Dbt = 33

Jumlah Kuadrat Antar Residu = 9.86

hasil perhitungan di atas dimasukkan dalam tabel berikut:

Variasi	JK	db	MK
JKT	69	101	
JK antar raters	0.14	2	
JKs	59	33	1.79
JKr	9.86	66	0.15

$$r_{11} = \frac{1.78847 - 0.15}{1.78847 + ((3-1) \cdot 0.15)}$$

$$= 0.78523$$

Keterangan:  $r_{11} = 0.78$ , maka instrumen lembar observasi afektif reliabel dalam kategori tinggi.











## Lampiran 33

**ANALISIS LEMBAR OBSERVASI AFEKTIF SISWA  
DATA NILAI PSIKOMOTOR KELAS KONTROL**

No	Kode Siswa	Rater			Total	Rerata	Nilai	Kriteria
		I	II	III				
1	K-1	19	19	20	58	19.33	69.05	B
2	K-2	19	19	19	57	19	67.86	C
3	K-3	19	20	19	58	19.33	69.05	B
4	K-4	19	19	20	58	19.33	69.05	B
5	K-5	21	21	21	63	21	75	B
6	K-6	22	22	22	66	22	78.57	B
7	K-7	20	20	20	60	20	71.43	B
8	K-8	19	19	19	57	19	67.86	C
9	K-9	19	18	18	55	18.33	65.48	C
10	K-10	19	19	19	57	19	67.86	C
11	K-11	20	20	20	60	20	71.43	B
12	K-12	19	19	19	57	19	67.86	C
13	K-13	18	18	18	54	18	64.29	C
14	K-14	19	19	19	57	19	67.86	C
15	K-15	18	19	18	55	18.33	65.48	C
16	K-16	21	21	20	62	20.67	73.81	B
17	K-17	20	19	19	58	19.33	69.05	B
18	K-18	19	19	20	58	19.33	69.05	B
19	K-19	20	19	19	58	19.33	69.05	B
20	K-20	19	20	20	59	19.67	70.24	B
21	K-21	20	19	20	59	19.67	70.24	B
22	K-22	19	18	19	56	18.67	66.67	C
23	K-23	18	18	18	54	18	64.29	C
24	K-24	19	19	20	58	19.33	69.05	B
25	K-25	18	19	19	56	18.67	66.67	C
26	K-26	19	19	19	57	19	67.86	C
27	K-27	20	20	20	60	20	71.43	B
28	K-28	20	20	20	60	20	71.43	B
29	K-29	20	19	19	58	19.33	69.05	B
30	K-30	19	18	18	55	18.33	65.48	C
31	K-31	20	20	20	60	20	71.43	B

**PERHITUNGAN RELIABILITAS AFEKTIF KELAS KONTROL**

No	Kode Siswa	Rater			$\sum X_p$	$(\sum X_p)^2$	A <sup>2</sup>	B <sup>2</sup>	C <sup>2</sup>
		I	II	III					
1	K-1	19	19	20	58	3364	361	361	400
2	K-2	19	19	19	57	3249	361	361	361
3	K-3	19	20	19	58	3364	361	400	361
4	K-4	19	19	20	58	3364	361	361	400
5	K-5	21	21	21	63	3969	441	441	441
6	K-6	22	22	22	66	4356	484	484	484
7	K-7	20	20	20	60	3600	400	400	400
8	K-8	19	19	19	57	3249	361	361	361
9	K-9	19	18	18	55	3025	361	324	324
10	K-10	19	19	19	57	3249	361	361	361
11	K-11	20	20	20	60	3600	400	400	400
12	K-12	19	19	19	57	3249	361	361	361
13	K-13	18	18	18	54	2916	324	324	324
14	K-14	19	19	19	57	3249	361	361	361
15	K-15	18	19	18	55	3025	324	361	324
16	K-16	21	21	20	62	3844	441	441	400
17	K-17	20	19	19	58	3364	400	361	361
18	K-18	19	19	20	58	3364	361	361	400
19	K-19	20	19	19	58	3364	400	361	361
20	K-20	19	20	20	59	3481	361	400	400
21	K-21	20	19	20	59	3481	400	361	400
22	K-22	19	18	19	56	3136	361	324	361
23	K-23	18	18	18	54	2916	324	324	324
24	K-24	19	19	20	58	3364	361	361	400
25	K-25	18	19	19	56	3136	324	361	361
26	K-26	19	19	19	57	3249	361	361	361
27	K-27	20	20	20	60	3600	400	400	400
28	K-28	20	20	20	60	3600	400	400	400
29	K-29	20	19	19	58	3364	400	361	361
30	K-30	19	18	18	55	3025	361	324	324
31	K-31	20	20	20	60	3600	400	400	400
$\sum X_p$		601	598	601	1800	1E+05			
$(\sum X_p)^2$		361201	357604	361201	3E+06	1E+10			34916
Jml Kuadrat Raters =		1080006							

**ANALISIS LEMBAR OBSERVASI PSIKOMOTORIK SISWA  
DATA NILAI AFEKTIF KELAS EKSPERIMEN**

No	Kode Siswa	Rater			Total	Rerata	Nilai	Kriteria
		I	II	III				
1	E-1	22	22	21	65	21.7	77.4	B
2	E-2	23	23	22	68	22.7	81.0	B
3	E-3	23	22	22	67	22.3	79.8	B
4	E-4	23	24	24	71	23.7	84.5	SB
5	E-5	24	25	25	74	24.7	88.1	SB
6	E-6	22	23	23	68	22.7	81.0	B
7	E-7	22	22	21	65	21.7	77.4	B
8	E-8	22	22	21	65	21.7	77.4	B
9	E-9	25	25	24	74	24.7	88.1	SB
10	E-10	20	20	21	61	20.3	72.6	B
11	E-11	23	23	22	68	22.7	81.0	B
12	E-12	23	23	22	68	22.7	81.0	B
13	E-13	22	23	22	67	22.3	79.8	B
14	E-14	23	22	23	68	22.7	81.0	B
15	E-15	20	23	25	68	22.7	81.0	B
16	E-16	21	22	20	63	21.0	75.0	B
17	E-17	21	21	21	63	21.0	75.0	B
18	E-18	24	25	24	73	24.3	86.9	SB
19	E-19	21	20	20	61	20.3	72.6	B
20	E-20	22	21	21	64	21.3	76.2	B
21	E-21	20	19	19	58	19.3	69.0	B
22	E-22	22	22	22	66	22.0	78.6	B
23	E-23	23	22	23	68	22.7	81.0	B
24	E-24	23	24	23	70	23.3	83.3	B
25	E-25	24	23	24	71	23.7	84.5	SB
26	E-26	21	22	22	65	21.7	77.4	B
27	E-27	22	23	23	68	22.7	81.0	B
28	E-28	22	22	22	66	22.0	78.6	B
29	E-29	21	21	22	64	21.3	76.2	B
30	E-30	23	23	24	70	23.3	83.3	B
31	E-31	23	23	24	70	23.3	83.3	B
32	E-32	19	19	20	58	19.3	69.0	B
33	E-33	19	20	19	58	19.3	69.0	B
34	E-34	20	20	20	60	20.0	71.4	B
Rerata							78.9	B

**PERHITUNGAN RELIABILITAS AFEKTIF KELAS EKSPERIMEN**

No	Kode Siswa	Rater			$\sum X_p$	$(\sum X_p)^2 A^2$	B <sup>2</sup>	C <sup>2</sup>	
		I	II	III					
1	E-1	22	22	21	65	4225	484	441	
2	E-2	23	23	22	68	4624	529	484	
3	E-3	23	22	22	67	4489	529	484	
4	E-4	23	24	24	71	5041	529	576	
5	E-5	24	25	25	74	5476	576	625	
6	E-6	22	23	23	68	4624	484	529	
7	E-7	22	22	21	65	4225	484	441	
8	E-8	22	22	21	65	4225	484	441	
9	E-9	25	25	24	74	5476	625	576	
10	E-10	20	20	21	61	3721	400	441	
11	E-11	23	23	22	68	4624	529	484	
12	E-12	23	23	22	68	4624	529	484	
13	E-13	22	23	22	67	4489	484	529	
14	E-14	23	22	23	68	4624	529	484	
15	E-15	20	23	25	68	4624	400	529	
16	E-16	21	22	20	63	3969	441	400	
17	E-17	21	21	21	63	3969	441	441	
18	E-18	24	25	24	73	5329	576	625	
19	E-19	21	20	20	61	3721	441	400	
20	E-20	22	21	21	64	4096	484	441	
21	E-21	20	19	19	58	3364	400	361	
22	E-22	22	22	22	66	4356	484	484	
23	E-23	23	22	23	68	4624	529	484	
24	E-24	23	24	23	70	4900	529	576	
25	E-25	24	23	24	71	5041	576	576	
26	E-26	21	22	22	65	4225	441	484	
27	E-27	22	23	23	68	4624	484	529	
28	E-28	22	22	22	66	4356	484	484	
29	E-29	21	21	22	64	4096	441	484	
30	E-30	23	23	24	70	4900	529	576	
31	E-31	23	23	24	70	4900	529	576	
32	E-32	19	19	20	58	3364	361	400	
33	E-33	19	20	19	58	3364	361	361	
34	E-34	20	20	20	60	3600	400	400	
$\sum X_p$		748	754	751	2253	1E+05			
$(\sum X_p)^2$		559504	568516	564001	5E+06	2E+10		50003	
Jml Kuadrat Raters =		1692021							



### Perhitungan Reliabilitas Lembar Observasi Psikomotorik

#### Rumus:

$$r_{11} = \frac{Vp - Vc}{Vp + (k - 1)Vc}$$

#### Kriteria :

Interval	Kriteria
$0,80 \leq r_{11} \leq 1,00$	Sangat Tinggi
$0,60 \leq r_{11} \leq 0,80$	Tinggi
$0,40 \leq r_{11} \leq 0,60$	Sedang
$0,20 \leq r_{11} \leq 0,40$	Rendah
$0,00 \leq r_{11} \leq 0,20$	Sangat Rendah

Jumlah Kuadrat Total = 238

Dbt= 101

Jumlah Kuadrat Antar Raters = 0.53

Dbt= 2

Jumlah Kuadrat Antar Subjek = 205

Dbt= 33

Jumlah Kuadrat Antar Residu = 32.8

Variasi	JK	db	MK
JKT	238	101	
JK antar raters	0.53	2	
JKs	205	33	6.21
JKr	32.8	66	0.5

$$r_{11} = \frac{6.20826 - 0.5}{6.20826 + ((3-1) \cdot 0.5)}$$

$$= 0.79297$$

Keterangan:  $r_{11} = 0.79$ , maka instrumen lembar observasi psikomotorik reliabel dalam kategori tinggi.

### DOKUMENTASI



Posttest



Pembelajaran Kelas Kontrol



Tahap Investigasi Kelas Eksperimen



Praktikum Kelas Eksperimen



Siswa Mengukur pH dan Presentasi Hasil Praktikum Kelas Eksperimen

Lampiran 35

**SURAT KETERANGAN PENELITIAN**

	<p><b>DINAS PENDIDIKAN KABUPATEN PATI</b>  <b>SMA NEGERI 2 PATI</b>          Jl. Achmad Yani No. 4 Pati Kode Pos 59112          Telepon : (0295) 381211, 381212      E-mail : sma2pati@sma2pati.sch.id          Faksimile : (0295) 381211      Website : www.sma2pati.sch.id</p>
---	--

---

**SURAT KETERANGAN**  
 Nomor : 070 / 300

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama	: Drs. Sutowo, M.Pd.
NIP	: 19600307 198603 1 011
Pangkat/Gol. Ruang	: Pembina Tingkat I, IV/b.
Jabatan	: Kepala SMA Negeri 2 Pati

dengan ini menerangkan, bahwa mahasiswa UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG :

Nama	: Riska Pujayanti
NIM	: 4301411087
Fak./Program Studi	: FMIPA/Pendidikan Kimia S1

Telah selesai melaksanakan Penelitian di SMA Negeri 2 Pati untuk bahan Penyusunan **Skripsi** dengan judul :

**"IMPLEMENTASI METODE GROUP INVESTIGATION BERBASIS INKUIRI UNTUK MENINGKATKAN METAKOGNISI SISWA PADA MATERI LARUTAN PENYANGGA"**

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Pati, 28 April 2015  
 Kepala SMA Negeri 2 Pati,



Drs. Sutowo, M.Pd.  
 Pembina Tingkat I  
 NIP. 19600307 198603 1 011

