

**PENGEMBANGAN BUKU PETUNJUK PRAKTIKUM
BERNUANSA *GREEN CHEMISTRY* PADA MATERI ASAM
BASA, LARUTAN PENYANGGA, DAN HIDROLISIS
GARAM KELAS XI IPA DI SMA INSTITUT INDONESIA
SEMARANG**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat
memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan
dalam Ilmu Kimia



Oleh:
UMMI AZIZAH
NIM: 133711027

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2017**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Ummi Azizah**

NIM : 133711027

Program Studi : Pendidikan Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**PENGEMBANGAN BUKU PETUNJUK PRAKTIKUM
BERNUANSA *GREEN CHEMISTRY* PADA MATERI ASAM
BASA, LARUTAN PENYANGGA, DAN HIDROLISIS
GARAM KELAS XI IPA DI SMA INSTITUT INDONESIA
SEMARANG**

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

Semarang, 12 Juni 2017

Pembuat Pernyataan,



Ummi Azizah

NIM: 133711027



KEMENTERIAN AGAMA R.I.
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka (Kampus II) Ngaliyan Semarang
Telp. 024-7601295 Fax. 7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

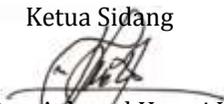
Judul : Pengembangan Buku Petunjuk Praktikum Bernuansa *Green Chemistry* pada Materi Asam Basa, Larutan Penyangga, dan Hidrolisis Garam Kelas XI IPA di SMA Institut Indonesia Semarang
Penulis : **Ummi Azizah**
NIM : 133711027
Jurusan : Pendidikan Kimia

telah diujikan dalam sidang *munaqasyah* oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana Ilmu Pendidikan Kimia

Semarang, Juni 2017

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang


Drs. Achmad Hasmi Hashona, MA
NIP: 19640308 199303 1 002

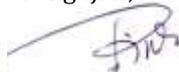
Sekretaris Sidang


R. Arizal Firmansyah, S.Pd., M.Si.
NIP: 19790819 200912 1 001

Penguji I,


Hj. Ratih Rizqi Nirwana, S.Si., M.Pd.
NIP: 19810414 200501 2 003

Penguji II,


Wirda Udaibah, M.Si.
NIP: 19850104 200912 2 003

Pembimbing I,


R. Arizal Firmansyah, S.Pd., M.Si.
NIP : 19790819 200912 1 001

Pembimbing II,


Ulya Lathifa, M.Pd.
NIP: -



NOTA DINAS

Semarang, 12 Juni 2017

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo
di Semarang

Assalamu'alaikum wr. wb

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

Judul : Pengembangan Buku Petunjuk Praktikum Bernuansa *Green Chemistry* pada Materi Asam Basa, Larutan Penyangga, dan Hidrolisis Garam Kelas XI IPA di SMA Institut Indonesia Semarang
Penulis : **Ummi Azizah**
NIM : 133711027
Program Studi : Pendidikan Kimia

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

Wassalamu'alaikum wr. wb

Pembimbing I,



R. Arizal Firmansyah, S. Pd, M.Si

NIP: 19790819 200912 1 001

NOTA DINAS

Semarang, 12 Juni 2017

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo
di Semarang

Assalamu'alaikum wr. wb

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

Judul : Pengembangan Buku Petunjuk Praktikum Bernuansa *Green Chemistry* pada Materi Asam Basa, Larutan Penyangga, dan Hidrolisis Garam Kelas XI IPA di SMA Institut Indonesia Semarang
Penulis : **Ummi Azizah**
NIM : 133711027
Program Studi : Pendidikan Kimia

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

Wassalamu'alaikum wr. wb

Pembimbing II,



Ulya Lathifa, M.Pd.

NIP: -

ABSTRAK

Judul : Pengembangan Buku Petunjuk Praktikum Bernuansa *Green Chemistry* pada Materi Asam Basa, Larutan Penyangga, dan Hidrolisis Garam Kelas XI IPA di SMA Institut Indonesia Semarang

Penulis : **Ummi Azizah**

NIM : 133711027

Penelitian pengembangan buku petunjuk praktikum bernuansa *green chemistry* ini didasarkan pada tidak adanya buku petunjuk praktikum kimia di sekolah, kurangnya pemahaman peserta didik terhadap prosedur kerja praktikum, banyaknya limbah yang dihasilkan saat praktikum, serta kurang waspadanya peserta didik pada keselamatan kerja di laboratorium. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara pengembangan produk dan kualitas buku petunjuk praktikum bernuansa *green chemistry* pada materi asam basa, larutan penyangga, dan hidrolisis garam di kelas XI IPA SMA Institut Indonesia.

Buku petunjuk praktikum ini dikembangkan dengan menggunakan model pengembangan 4-D yang terdiri dari tahap *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), *development* (pengembangan), dan *disseminate* (penyebaran). Akan tetapi penelitian ini terbatas pada tahap ketiga yaitu *development*. Pengembangan buku petunjuk praktikum bernuansa *green chemistry* mendapatkan masukan dari tiga ahli materi, dua ahli media, dan sembilan peserta didik. Hasil validasi ahli materi didapatkan bahwa buku petunjuk praktikum kimia yang dikembangkan mendapatkan kategori sangat baik dengan persentase 85,3% sedangkan penilaian ahli media mendapatkan kategori baik dengan persentase

80,6%. Respon peserta didik buku terhadap petunjuk praktikum menunjukkan kategori sangat baik dengan persentase 89%. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa buku petunjuk praktikum kimia bernuansa *green chemistry* layak digunakan dalam pelaksanaan praktikum di laboratorium dan perlu ditindaklanjuti melalui penerapan di kelas besar untuk mengetahui keefektifan produk dalam pembelajaran.

Kata Kunci : Buku Petunjuk Praktikum, *Green Chemistry*, Asam Basa, Larutan Penyangga, Hidrolisis Garam

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya, bapak Yiswo, S.Pd.(Alm) dan Ibu Sutami, S.Pd.I, serta kakak Saifullah Hidayat, S.Pd., M.Sc. tercinta atas segala pengorbanan dan kasih sayangnya serta untaian do'a tulusnya yang tiada henti, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.

Kepada almamater tercinta

Jurusan Pendidikan Kimia

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum. Wr. Wb.

Nahmaduka ya dzal Karim, untaian rasa syukur yang tak bertepi dan terucap dari lubuk hati atas segala rahmat serta nikmat yang diberikan Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik dan lancar. Lantunan sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Baginda Nabi Muhammad, SAW yang selalu dinantikan syafa'atnya di Yaumul Qiyamah.

Dengan selesainya penulisan skripsi ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang, Dr. H. Ruswan, M.A.
2. Ketua Jurusan Pendidikan Kimia UIN Walisongo Semarang, R. Arizal Firmansyah, S.Pd., M.Si.
3. Dosen Pembimbing R. Arizal Firmansyah, S.Pd., M.Si. dan Ulya Lathifa, M.Pd. yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama proses penulisan skripsi.
4. Tim validator media dan materi yaitu Atik Rahmawati, M.Si., Wirda Udaibah, M.Si, serta Teguh Wibowo, M.Pd. yang telah memberikan masukan maupun saran pada produk penelitian skripsi penulis.
5. Guru Pengampu SMA Institut Indonesia bidang studi kimia, Ardiyana Pratono, S.Pd. yang memberikan arahan dan informasi selama proses penelitian.

6. Segenap peserta didik Kelas XI IPA SMA Institut Institut Indonesia Semarang yang telah terlibat dalam proses penulisan skripsi penulis.
7. Ayahanda Yiswo, S.Pd.(Alm), Ibunda Sutami, S.Pd.I., dan Kakak Saifullah Hidayat, S.Pd., M.Sc. tercinta atas segala kasih sayang serta do'a tulus ikhlas yang tiada henti, sehingga penulis mampu menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
8. Segenap dosen Fakultas Sains dan Teknologi serta Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan yang telah membekali banyak pengetahuan selama studi di UIN Walisongo. Semoga ilmu yang telah Bapak dan Ibu berikan mendapat keberkahan dari Allah SWT.
9. Keluarga besar Asisten Laboratorium Pendidikan Kimia UIN Walisongo Semarang, keluarga besar Bidikmisi *Community* Walisongo Semarang angkatan 2013, dan keluarga besar Pendidikan Kimia angkatan 2013 yang selalu memberikan *support* dan motivasi kepada penulis.
10. Keluarga besar KKN MIT Ke-3 Posko 57 (Nadhif, Arfan, Nafis, Inay, Wiwid, Dina, Uma, Sagita, Ma'sum, Nasirin, Ocim, Udin, Maul, dan Kuwatno) yang telah memberikan warna terindah dan selalu memberikan motivasi di kehidupan penulis.
11. Tim PPL Ke-1 Fakultas Sains dan Teknologi di SMA N 1 Boja Kendal yang selalu memberikan motivasi di kehidupan penulis.

12. Keluarga besar IELAM (*International Entrepreneurship Based-Leadership Management Training*) yang telah memberikan motivasi dan memberikan pengalaman berharga saat berada di Negara Malaysia pada tahun 2015.
13. Keluarga besar HMJ Pendidikan Kimia dan Kimia, IKAHIMKI (Ikatan Himpunan Mahasiswa Kimia Indonesia) tingkat Wilayah III dan nasional, BEM (Badan Eksekutif Mahasiswa) Fakultas Sains dan Teknologi, KMPP (Keluarga Mahasiswa dan Pelajar Pati), PMII (Pergerakan Mahasiswa Islam Indonesia) di Rayon Abdurrahman Wahid, Saintek, serta Komisariat UIN Walisongo, dan IKAMARU (Ikatan Keluarga Alumni Madrasah Raudlatul Ulum) Komisariat Walisongo dan Cabang Semarang yang telah mewarnai pengalaman organisasi penulis selama kuliah di UIN Walisongo.
14. Keluarga besar Pondok Pesantren Darul Falah Besonggo (Abah Prof. Imam Taufiq dan Umi Dr. Arikhah) dan Keluarga besar Kos E-5 Perum BPI (Ibuk Otty Sabaryati, Bapak Rahardjo Almarhum, Ummi Hasanah, Mbak Miftah, Mbak Maysaroh, Mbak Ela, Ais, Kak April, Eva, Mbak Lisa, Mbak Eka, Hanung, Rena, Aulia, Eni, Erma, dan Putri) yang telah menggoreskan kenangan indah bersama penulis selama menempuh perkuliahan.
15. Keluarga besar Pondok Pesantren Raudlatul Ulum Guyangan Pati (Almagfurullah KH. Suyuthi Abdul Qodir, almarhum KH. Humam Suyuthi, almarhum KH. Salim Suyuthi, KH. Faruq Suyuthi, dan KH. Najib

Suyuthi) yang selalu memberikan do'a tulus ikhlas kepada penulis. Tak lupa kepada bapak Abdul Karim dan ibu Masfu'atin Alhafidzoh yang telah menjadi guru spiritual untuk penulis. Semoga beliau-beliau mendapatkan keberkahan oleh Allah SWT.

16. Syafrudin Kamal Najih yang telah membantu mendesain Cover Buku Petunjuk Praktikum Bernuansa *Green Chemistry* milik penulis.
17. Semua pihak yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis tidak dapat memberikan balasan apa-apa selain ucapan terima kasih dan iringan do'a semoga Allah SWT membalas semua amal kebaikan mereka dengan sebaik-baik balasan. Akhirnya, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang konstruktif sangat diharapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak. *Amiiin Ya Robbal 'Alamin.*

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 17 Mei 2017

Penulis

Ummi Azizah

NIM:133711027

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
NOTA PEMBIMBING.....	iv
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
DAFTAR SINGKATAN.....	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	7
C. Tujuan Penelitian	7
D. Manfaat Penelitian.....	8
E. Spesifikasi Produk	9
F. Asumsi Pengembangan	10
BAB II LANDASAN TEORI	13
A. Deskripsi Teori	13
B. Kajian Pustaka	44
C. Kerangka Berpikir.....	45

BAB III	METODE PENELITIAN	49
	A. Model Pengembangan.....	49
	B. Prosedur Pengembangan	51
	1. Studi Pendahuluan	51
	2. Pengembangan Prototipe	53
	C. Subjek Penelitian	56
	D. Teknik Pengumpulan Data	56
	E. Teknik Analisis Data	59
BAB IV	DESKRIPSI DAN ANALISIS DATA.....	65
	A. Deskripsi Rancangan Prototipe Produk .	65
	B. Pengembangan dan Hasil Uji	66
	C. Analisis Data	103
	D. Prototipe Hasil Pengembangan	114
BAB V	PENUTUP	123
	A. Kesimpulan.....	123
	B. Saran	124

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Trayek Perubahan pH Indikator Asam Basa, 30
Tabel 2.2	Hasil Pengamatan Beberapa Indikator Alami Asam Basa, 31
Tabel 3.1	Langkah-Langkah Pengembangan 4-D, 50
Tabel 3.2	Aturan Pemberian Skala 5, 60
Tabel 3.3	Kriteria Penilaian Kualitas, 61
Tabel 3.4	Skala <i>Guttman</i> Respon Peserta Didik, 63
Tabel 4.1	Hasil Penilaian Validator Ahli Materi, 78
Tabel 4.2	Hasil Penilaian Validator Ahli Media, 79
Tabel 4.3	Revisi, Saran, dan Masukan Validator Ahli Materi dan Validator Ahli Media, 79
Tabel 4.4	Angket Respon Peserta Didik Terhadap Buku Petunjuk Praktikum <i>Bernuansa Green Chemistry</i> , 101

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 Kerangka Berfikir, 47
- Gambar 4.1 Selayang Pandang Sebelum Revisi, 82
- Gambar 4.2 Selayang Pandang Setelah Revisi, 82
- Gambar 4.3 Kebenaran Konsep Sebelum Revisi, 83
- Gambar 4.4 Kebenaran Konsep Setelah Revisi, 83
- Gambar 4.5 Konsep Asam dan Basa Sebelum Revisi, 84
- Gambar 4.6 Konsep Asam dan Basa Setelah Revisi, 84
- Gambar 4.7 Tujuan Praktikum Sebelum Revisi, 85
- Gambar 4.8 Tujuan Praktikum Setelah Revisi, 85
- Gambar 4.9 Prosedur Kerja Sebelum Revisi, 86
- Gambar 4.10 Prosedur Kerja Setelah Revisi, 86
- Gambar 4.11 Prosedur Kerja Sebelum Revisi, 87
- Gambar 4.12 Prosedur Kerja Setelah Revisi, 87
- Gambar 4.13 Penggantian Bahan Sebelum Revisi, 88
- Gambar 4.14 Penggantian Bahan Setelah Revisi, 88
- Gambar 4.15 Kolom Alat dan Bahan Sebelum Revisi, 89
- Gambar 4.16 Kolom Alat dan Bahan Setelah Revisi, 89
- Gambar 4.17 Apersepsi Sebelum Revisi, 90
- Gambar 4.18 Apersepsi Setelah Revisi, 90
- Gambar 4.19 Prosedur Kerja NaOH Sebelum Revisi, 91
- Gambar 4.20 Prosedur Kerja NaOH Setelah Revisi, 91
- Gambar 4.21 Apersepsi Sebelum Revisi, 92
- Gambar 4.22 Apersepsi Setelah Revisi, 92

- Gambar 4.23 Prosedur Kerja Praktikum Sebelum Revisi, 9
- Gambar 4.24 Prosedur Kerja Praktikum III Setelah Revisi, 92
- Gambar 4.25 Apersepsi Praktikum III Sebelum Revisi, 93
- Gambar 4.26 Apersepsi Praktikum III Setelah Revisi, 93
- Gambar 4.27 Apersepsi Praktikum IV Sebelum Revisi, 94
- Gambar 4.28 Apersepsi Praktikum IV Setelah Revisi, 94
- Gambar 4.29 Bahan Praktikum Sebelum Revisi, 95
- Gambar 4.30 Bahan Praktikum Setelah Revisi, 95
- Gambar 4.31 Kejelasan Instruksi Sebelum Revisi, 96
- Gambar 4.32 Kejelasan Instruksi Setelah Revisi, 96
- Gambar 4.33 Penilaian Validator Ahli Materi dan Ahli Media,
102
- Gambar 4.34 Kualitas Buku Petunjuk Praktikum
Berdasarkan Keidealan Setiap Aspek, 103
- Gambar 4.35 Kualitas Buku Petunjuk Praktikum
Berdasarkan Respon Peserta Didik, 105
- Gambar 4.36 Buku Petunjuk Praktikum, 106
- Gambar 4.37 Tata Tertib Praktikum, 108
- Gambar 4.38 Lembar Kontrak Keselamatan Kerja, 109
- Gambar 4.39 Bagian Apersepsi, 110
- Gambar 4.40 Kolom Instruksi Praktikum, 111
- Gambar 4.41 Kolom *Green Chemistry*, 112
- Gambar 4.42 Halaman Depan Buku Petunjuk Praktikum ,
113

- Gambar 4.43 Halaman Kompetensi Dasar, 114
Halaman Selayang Pandang Buku Petunjuk
- Gambar 4.44 Praktikum, 115
- Gambar 4.45 Lembar Kontrak Keselamatan Kerja, 116
- Gambar 4.46 Isi Materi Praktikum, 117
- Gambar 4.47 Lembar Pengamatan Peserta Didik, 118
- Gambar 4.48 Kolom Green Chemistry, 119

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN 1 Angket Kebutuhan Peserta Didik
- LAMPIRAN 2 Daftar Pertanyaan Wawancara
- LAMPIRAN 3 Hasil Wawancara
- LAMPIRAN 4 Hasil Angket Kebutuhan
- LAMPIRAN 5 Analisis Data Perolehan Skor Penilaian Kualitas Buku Petunjuk Praktikum Bernuansa *Green Chemistry* Berdasarkan Penilaian Validator Ahli Materi dan Ahli Media
- LAMPIRAN 6 Analisis Data Berdasarkan Respon Peserta Didik
- LAMPIRAN 7 Instrumen Validasi Ahli Materi dan Ahli Media
- LAMPIRAN 8 Hasil Validasi Ahli Materi dan Ahli Media
- LAMPIRAN 9 Hasil Lembar Masukan dan Saran dari Ahli Materi dan Ahli Media
- LAMPIRAN 10 Instrumen Penilaian Kualitas Buku Petunjuk
- LAMPIRAN 11 Praktikum Bernuansa *Green Chemistry* (Peserta Didik)
- LAMPIRAN 12 Hasil Tanggapan Peserta Didik Terhadap Buku
- LAMPIRAN 13 Petunjuk Praktikum Bernuansa *Green Chemistry*

LAMPIRAN	Daftar Nama 9 Peserta Didik
14	
LAMPIRAN	Silabus Pembelajaran
15	
LAMPIRAN	RPP
16	
LAMPIRAN	Surat Pernyataan Validator Ahli Materi dan Ahli
17	Media
LAMPIRAN	Surat Mohon Ijin Riset
18	
LAMPIRAN	Surat Keterangan Sudah Melaksanakan
19	Penelitian
LAMPIRAN	Dokumentasi Penelitian
20	
LAMPIRAN	Produk Pengembangan
21	

DAFTAR SINGKATAN

IPA	: Ilmu Pengetahuan Alam
SMA	: Sekolah Menengah Atas
RPP	: Rencana Pelaksanaan Pembelajaran
SK	: Standar Kompetensi
KD	: Kompetensi Dasar

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Praktikum adalah cara penyajian suatu pelajaran melalui percobaan yang dilakukan oleh peserta didik. Peserta didik benar-benar mengalami dan membuktikan sendiri sesuatu yang dipelajari. Metode praktikum memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengalami sendiri atau melakukan sendiri, mengikuti suatu proses, mengamati suatu objek, menganalisis data, dan menarik kesimpulan mengenai suatu keadaan atau proses sesuatu (Djamarah, 2010).

Salah satu pembelajaran yang melaksanakan praktikum di laboratorium adalah pembelajaran kimia. Di dalam laboratorium peserta didik diajak untuk mengkonstruksikan pemahaman konsep melalui kegiatan praktikum. Kegiatan praktikum juga dapat melatih keterampilan berfikir ilmiah dan sikap disiplin peserta didik. Hal ini akan menjadikan peserta didik termotivasi dalam mempelajari ilmu kimia.

Guru memiliki peranan yang penting dalam pelaksanaan praktikum di laboratorium. Guru harus memastikan kegiatan praktikum berjalan dengan baik dan mengamati apa saja yang dilakukan peserta didiknya di

dalam laboratorium. Pada pelaksanaan praktikum guru harus memberikan arahan atau petunjuk kepada peserta didik sebelum kegiatan praktikum dimulai supaya kegiatan praktikum berjalan dengan baik dan dapat meminimalisir terjadinya kecelakaan kerja di laboratorium.

Di samping beberapa manfaat kegiatan praktikum di atas, pelaksanaan praktikum memiliki beberapa konsekuensi diantaranya adalah pemerhatian terhadap pembuangan limbah hasil praktikum dan keselamatan kerja di dalam laboratorium. Berdasarkan observasi di laboratorium kimia SMA Institut Indonesia Semarang memiliki laboratorium kimia mempunyai alat dan bahan yang lengkap serta memadai. Mengenai pelaksanaan praktikum di SMA Institut Indonesia Semarang diketahui bahwa praktikum yang menggunakan bahan kimia berbahaya misalnya NaOH, HCl, dan H₂SO₄, dilakukan tanpa memakai alat perlindungan diri seperti jas laboratorium, masker, dan sarung tangan. Selain itu, peserta didik kurang mengetahui tata tertib praktikum, tidak mengetahui bahan-bahan yang akan digunakan dalam praktikum, sifat-sifat bahan praktikum, bahaya-bahaya dari bahan praktikum, arti simbol kimia yang terdapat dalam bahan praktikum, cara pemakaian alat praktikum, dan cara membuang limbah yang tepat. Permasalahan tersebut jika dibiarkan begitu saja tentunya

dapat membahayakan keselamatan peserta didik. Oleh karena itu, diperlukan praktikum yang aman dan ramah lingkungan bagi peserta didik untuk meminimalisir timbulnya limbah berbahaya serta kecelakaan di dalam pelaksanaan praktikum.

Salah satu solusi untuk meminimalisir limbah hasil praktikum dan untuk meningkatkan keselamatan kerja di dalam laboratorium adalah penerapan prinsip *green chemistry*. Menurut Anastas & Warner (1998), *green chemistry* adalah suatu konsep teknologi kimia inovatif yang mengurangi penggunaan maupun produksi bahan kimia berbahaya, pembuatan dan penggunaan produk kimia. Tujuan dari teknologi *green chemistry* adalah mengurangi limbah, meminimalkan penggunaan bahan-bahan yang berbahaya, mengurangi penggunaan energi dan sumber daya alam tidak terbarukan, dan memaksimalkan penggunaan suatu bahan dalam proses kimia.

Terdapat beberapa prinsip yang mendasari prinsip *green chemistry*. *Pertama*, mencegah produksi limbah berbahaya. *Kedua*, desain sintesis dan produk kimia yang aman untuk menghasilkan zat yang memiliki kadar sedikit atau tidak beracun. *Ketiga*, desain produk kimia yang tidak berbahaya. Produk kimia seharusnya dapat terurai menjadi produk terdegradasi dan tidak berbahaya ketika

dilepaskan ke lingkungan. *Keempat*, perancangan bahan kimia yang aman. Perancangan dilakukan untuk menggunakan ataupun menghasilkan zat yang memiliki kadar sedikit terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. *Kelima*, penggunaan pelarut dan zat tambahan yang aman. *Keenam*, penggunaan bahan kimia terbarukan (*renewable*). *Ketujuh*, meminimalkan potensi kecelakaan kerja di dalam laboratorium dengan memilih pereaksi atau pelarut yang dapat memperkecil potensi resiko terjadinya kecelakaan. Penerapan serta pemahaman dua belas prinsip ini diharapkan dapat meminimalisir dampak negatif dari reaksi-reaksi kimia (Iqbal, 2011). Oleh karena itu, prinsip *green chemistry* perlu diterapkan dalam pelaksanaan praktikum di laboratorium.

Implementasi prinsip *green chemistry* lebih condong pada materi pendidikan di sekolah. Pendidikan dipandang sebagai suatu ajang untuk dapat mengenalkan atau mempopulerkan *green chemistry* kepada peserta didik. Praktikum-praktikum kimia dapat dikembangkan dengan beberapa prinsip *green chemistry*. Salah satu penerapannya adalah mencegah terbentuknya limbah atau sampah hasil praktikum, mengganti bahan-bahan kimia yang lebih aman, mencegah terjadinya polusi, serta meminimalkan potensi kecelakaan kerja di dalam laboratorium. Implementasi praktikum kimia bernuansa *green chemistry* ini dapat

menjadi salah satu langkah untuk mengatasi limbah hasil praktikum dan keselamatan kerja di dalam laboratorium.

Salah satu langkah yang dapat dilakukan untuk mengaplikasikan prinsip *green chemistry* di dalam kegiatan praktikum adalah dengan menyusun buku petunjuk praktikum yang bernuansa *green chemistry*. Buku petunjuk praktikum ini berfungsi sebagai pedoman atau panduan dalam melaksanakan praktikum di dalam laboratorium. Berdasarkan wawancara dengan salah seorang guru di SMA Institut Indonesia Semarang, diketahui bahwa di sekolah belum ada buku petunjuk praktikum yang memadai dan bernuansa *green chemistry*. Oleh karena itu, diperlukan buku petunjuk praktikum kimia yang memerhatikan pembuangan limbah hasil praktikum dan meminimalisir kecelakaan kerja di dalam laboratorium.

Penyusunan buku petunjuk praktikum dilakukan untuk memudahkan guru dan peserta didik dalam melaksanakan kegiatan praktikum di laboratorium. Sehingga dapat meminimalisir terjadinya kecelakaan di dalam kegiatan praktikum dan dapat mencapai tujuan praktikum sekaligus tujuan pembelajaran.

Buku petunjuk praktikum berfungsi sebagai bahan ajar yang dapat meminimalkan peran dari seorang pendidik. Selain itu, adanya buku petunjuk praktikum diharapkan dapat memacu keaktifan peserta didik dalam

memperoleh pengetahuan yang bermakna dan menjadikan berfikir kreatif dan terampil sains. Sehingga dapat memudahkan pendidik dalam melaksanakan pengajaran di dalam laboratorium (Prastowo, 2012). Buku petunjuk praktikum kimia yang digunakan hendaknya memuat beberapa petunjuk yang mengarahkan kepada peserta didik untuk mentaati tata tertib praktikum dan meminimalisir terjadinya kecelakaan kerja dilaboratorium. Buku petunjuk praktikum bernuansa *green chemistry* sangat dibutuhkan dalam meminimalisir terjadinya kecelakaan kerja di laboratorium.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dikembangkan suatu buku petunjuk praktikum kimia berbasis *green chemistry*. Buku petunjuk praktikum dalam penelitian ini memuat materi asam basa, larutan penyangga, serta hidrolisis garam untuk SMA/MA Kelas XI IPA. Materi asam basa, larutan penyangga, serta hidrolis garam dipilih karena praktikum pada ketiga materi ini sering menggunakan bahan-bahan kimia, potensi kecelakaan kerja lebih besar, dan menghasilkan limbah praktikum yang banyak. Buku petunjuk praktikum kimia ini menawarkan penggantian beberapa bahan kimia yang lebih aman, mengefisienkan penggunaan bahan kimia sehingga dapat meminimalkan timbulnya limbah hasil

praktikum yang berbahaya, serta meminimalkan potensi kecelakaan kerja di dalam laboratorium.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka masalah yang diteliti dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimanakah cara penyusunan buku petunjuk praktikum bernuansa *green chemistry* pada materi asam basa, larutan penyangga, dan hidrolisis garam kelas XI IPA di SMA Institut Indonesia Semarang ?
2. Bagaimanakah kualitas buku petunjuk praktikum kimia bernuansa *green chemistry* pada materi asam basa, larutan penyangga, dan hidrolisis garam kelas XI IPA di SMA Institut Indonesia Semarang ?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui cara penyusunan buku petunjuk praktikum kimia bernuansa *green chemistry* pada materi asam basa, larutan penyangga, dan hidrolisis garam kelas XI IPA di SMA Institut Indonesia Semarang
2. Untuk mengetahui kualitas buku petunjuk praktikum kimia bernuansa *green chemistry* pada materi asam

basa, larutan penyangga, dan hidrolisis garam kelas XI IPA di SMA Institut Indonesia Semarang

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi Peserta Didik

- a. Buku petunjuk praktikum dapat memudahkan peserta didik dalam melaksanakan praktikum.
- b. Mampu meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap materi asam basa, larutan penyangga, dan hidrolisis garam.
- c. Dapat memotivasi dan memberikan informasi terkait *green chemistry* yang terdapat dalam materi asam basa, larutan penyangga, dan hidrolisis garam.

2. Bagi Peneliti

- a. Peneliti mendapatkan pengalaman dan pengetahuan baru dalam meningkatkan sumber pembelajaran bagi peserta didik agar lebih memahami kegiatan praktikum kimia.
- b. Meningkatkan kreatifitas serta memotivasi peneliti untuk menciptakan sumber pembelajaran yang baru.

- c. Memberikan sumbangsih bagi perkembangan ilmu pengetahuan khususnya tentang penggunaan sumber pembelajaran.

3. Bagi Guru

- a. Memberikan informasi baru terkait *green chemistry* dalam pelaksanaan praktikum kimia.
- b. Mampu menarik minat guru atau pendidik dalam mengembangkan sumber pembelajaran untuk meningkatkan ketrampilan proses sains peserta didik.
- c. Mampu menjadi referensi dalam kegiatan praktikum kimia di laboratorium.

E. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Spesifikasi produk yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah :

1. Buku petunjuk praktikum bernuansa *green chemistry* berbentuk media cetak dengan ukuran kertas A5 .
2. Buku petunjuk praktikum berisi 3 materi, yaitu asam basa, larutan penyangga, dan hidrolisis garam.
3. Komponen-komponen yang terdapat pada setiap praktikum dalam buku petunjuk praktikum kimia Berbasis *green chemistry* adalah :
 - a. Kata pengantar

- b. Daftar isi
- c. Tata tertib laboratorium
- d. Persiapan praktikum
 - a. Gambar alat-alat praktikum beserta kegunaannya
 - b. Arti lambang dan simbol peringatan bahaya
 - c. Selayang pandang buku petunjuk praktikum bernuansa *green chemistry*
 - d. Kontrak keselamatan kerja
 - e. Judul Praktikum
 - f. Tujuan Praktikum
 - g. Dasar Teori
 - h. Alat dan Bahan
 - i. Cara Kerja
 - j. Lembar Pengamatan Peserta Didik
 - k. *Green Chemistry*
 - l. Contoh Format Laporan Praktikum
 - m. Contoh Format Penilaian Laporan Praktikum
 - n. Daftar pustaka
 - o. Tentang Penulis

F. Asumsi Pengembangan

Asumsi yang dilakukan oleh peneliti untuk pengembangan buku petunjuk praktikum bernuansa *green chemistry* pada materi asam basa, larutan penyangga, dan

hidrolisis garam di SMA Institut Indonesia Semarang adalah :

1. Validator materi yang akan diterapkan dalam buku petunjuk praktikum ini memiliki pengetahuan tentang kimia meliputi asam basa, larutan penyangga, dan hidrolisis garam.
2. Validator media yang akan diterapkan dalam buku petunjuk praktikum memiliki pengetahuan, pengalaman dan berkompeteren dalam kriteria buku petunjuk praktikum kimia yang baik dan menarik sebagai media pembelajaran.
3. Validator instrumen memiliki pengetahuan tentang kriteria instrumen penilaian yang baik dan benar.
4. Validasi yang telah dilakukan menggambarkan kondisi yang sebenar-benarnya tanpa ada rekayasa, paksaan, atau pengaruh dari siapapun.
5. Instrumen penilaian angket yang telah divalidasi menggambarkan penilaian yang menyeluruh (komprehensif).

Melalui penerapan buku petunjuk praktikum bernuansa *green chemistry* pada materi asam basa, larutan penyangga, dan hidrolisis garam kelas XI IPA di SMA Institut Indonesia Semarang diharapkan dapat memberikan stimulan kepada peserta didik untuk menemukan konsep yang dipelajarinya dan menambah

pengetahuan tentang *green chemistry* di dalam pelaksanaan praktikum.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Deskripsi Teori

1. Belajar dan Sumber Belajar

Belajar merupakan suatu proses yang kompleks yang terjadi pada setiap orang sepanjang hidupnya. Proses belajar terjadi ketika ada interaksi antara seseorang dengan lingkungannya. Proses belajar dapat terjadi kapan saja dan di mana saja. Keberhasilan proses belajar ditandai dengan perubahan tingkah laku pada diri seseorang terhadap pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang dimiliki (Arsyad, 2010).

Belajar membutuhkan sebuah proses. Proses itu dinamakan sebagai pembelajaran. Pembelajaran juga membutuhkan sebuah proses yang disadari dengan perubahan tingkah laku seseorang yang sifatnya permanen. Pada proses tersebut terjadi pengingatan informasi yang kemudian disimpan dalam memori dan keterampilan kognitif. Selanjutnya, keterampilan tersebut diwujudkan secara praktis pada keaktifan peserta didik dalam merespon peristiwa-peristiwa yang terjadi pada

peserta didik ataupun lingkungannya (Thobroni, 2007).

Suatu pembelajaran dapat diartikan sebagai kegiatan guru secara terprogram untuk membuat peserta didik belajar secara aktif, yang menekankan pada penyediaan sumber belajar. Hal ini diartikan sebagai suatu usaha peserta didik dalam mempelajari bahan pelajaran yang bersumber dari guru (Sanjaya, 2007). Berdasarkan pengertian tersebut dapat diketahui bahwa dalam proses pembelajaran peserta didik, di dalamnya harus terdapat kehadiran guru sebagai sumber belajar. Suatu pembelajaran tidak akan terjadi jika tidak terdapat kehadiran guru di dalamnya.

Akan tetapi, adanya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi semakin mendorong adanya pembaharuan dalam pemanfaatan hasil-hasil teknologi pada proses pembelajaran. Pembelajaran tidak lagi mengharuskan adanya kehadiran guru di dalam kelas. Peserta didik dapat belajar banyak hal sesuai dengan minat dan gaya belajarnya. Seorang guru dituntut untuk mendesain pembelajaran dengan memanfaatkan berbagai jenis sumber belajar dan

media yang sesuai supaya pembelajaran dapat berlangsung dengan efektif (Sanjaya, 2007).

Sumber belajar adalah segala macam sumber yang terdapat di luar diri peserta didik yang membantu proses belajar dan interaksi dalam pembelajaran (Slameto, 2015). Sumber belajar meliputi lingkungan sekitar, benda, ataupun orang yang memiliki informasi atau pengetahuan yang dapat digunakan sebagai tempat bagi peserta didik untuk melakukan proses perubahan perilaku. Beberapa jenis sumber belajar adalah *pertama*, lingkungan alam yaitu tempat yang digunakan seseorang untuk mempelajari sesuatu atau proses perubahan perilaku. Misalnya, pasar, rumah sakit, gunung, perpustakaan, dan kantor. *Kedua*, benda yaitu segala benda yang memungkinkan terjadinya suatu perubahan perilaku bagi peserta didik. Misalnya prasasti, artefak, candi, dan benda-benda peninggalan sejarah. *Ketiga*, Orang yaitu siapa saja yang memiliki keahlian tertentu, sehingga peserta didik dapat belajar sesuatu. Misalnya, polisi, pilot, sopir, petani, guru, dan ahli lainnya. *Keempat*, bahan yaitu segala sesuatu yang berupa teks tertulis, rekaman, *website*,

blog, dan media cetak yang dapat digunakan sebagai sumber belajar.

Pada proses pembelajaran dan untuk memudahkan peserta didik dalam belajar, sumber-sumber belajar harus dikemas dalam bentuk bahan ajar. Bahan ajar adalah segala bentuk bahan berupa seperangkat materi yang disusun secara sistematis yang digunakan untuk membantu pendidik dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran dan memungkinkan peserta didik belajar (Majid, 2008).

2. Buku Petunjuk Praktikum Bernuansa *Green Chemistry*

Kata praktikum berasal dari kata *practiqu/pratique* (Perancis), *practicus* (Latin), atau *prassein* (Yunani) yang berarti mengerjakan. Praktikum dalam bahasa Inggris bermakna sama dengan *exercise, exercise* (Perancis), *exercitiu/excere* (Latin) yang secara harfiah berarti tetap aktif/sibuk yang juga bermakna sama dengan latihan atau responsi (Adimiharja, 2011).

Praktikum adalah cara penyajian pelajaran, di mana siswa melakukan percobaan dengan mengalami dan membuktikan sendiri sesuatu yang dipelajari.

Proses belajar mengajar dengan metode praktikum ini peserta didik diberikan kesempatan untuk mengalami sendiri atau melakukan sendiri, mengikuti suatu proses, mengamati suatu objek, menganalisis, membuktikan dan menarik kesimpulan sendiri mengenai suatu objek, keadaan, atau proses sesuatu. Dengan demikian peserta didik dituntut untuk mengalami sendiri, mencari kebenaran, atau mencoba mencari suatu hukum atau dalil, dan menarik kesimpulan atas proses yang dialaminya (Djamarah, 2010).

Jalannya pengajaran dengan metode praktikum adalah sebagai berikut :

- a. Guru menerangkan dan menjelaskan tujuan dari diadakannya praktikum, misalnya supaya peserta didik mengetahui proses apa yang terjadi, cara bekerjanya alat tertentu, benar atau tidaknya hipotesa.
- b. Guru atau peserta didik atau guru bersama peserta didik menyediakan alat-alat yang digunakan. Guru menerangkan fungsi alat-alat tersebut tentang cara pemakaian alat-alat tersebut.
- c. Penjelasan urutan langkah-langkah dalam mencobakan sesuatu.

- d. Pelaksanaan dari praktikum.
- e. Mencatat dan menyimpulkan hasil.
- f. Penilaian atau membicarakan kebaikan-kebaikan dari apa yang telah dikerjakan atau membicarakan kekurangan-kekurangan dan cara-cara untuk menanggulangnya.

Buku petunjuk praktikum kimia merupakan buku yang digunakan sebagai panduan atau pedoman dalam pelaksanaan praktikum kimia. Buku petunjuk praktikum berupa buku teks yang digunakan sebagai rujukan standar pada mata pelajaran tertentu. Buku petunjuk praktikum disusun dalam sebuah buku yang digunakan untuk menunjang ketercapaian suatu pembelajaran. Buku petunjuk praktikum memuat judul percobaan, tujuan percobaan, dasar teori, alat dan bahan, prosedur kerja, serta pertanyaan-pertanyaan dengan disesuaikan kaidah penulisan ilmiah (Arifah, 2014). Penyusunan buku petunjuk praktikum dilakukan untuk memudahkan guru dan peserta didik dalam melaksanakan kegiatan praktikum di laboratorium, meminimalisir terjadinya kecelakaan di dalam kegiatan praktikum dan dapat mencapai tujuan praktikum sekaligus tujuan pembelajaran.

Penyusunan buku petunjuk praktikum dimaksudkan untuk memperlancar dan memberikan suatu informasi atau materi pembelajaran sebagai acuan bagi peserta didik dalam melaksanakan kegiatan praktikum. Buku petunjuk praktikum berfungsi sebagai bahan ajar yang dapat meminimalkan peran dari seorang pendidik. Selain itu, adanya buku petunjuk praktikum memacu keaktifan peserta didik dalam memperoleh pengetahuan yang bermakna dan menjadikan untuk berfikir kreatif dan terampil sains. Hal ini dapat memudahkan pendidik dalam melaksanakan pengajaran di dalam laboratorium (Septiana, 2016).

Buku petunjuk praktikum kimia yang digunakan hendaknya memuat beberapa petunjuk yang mengarahkan kepada peserta didik untuk mentaati tata tertib praktikum dan meminimalisir terjadinya kecelakaan kerja dilaboratorium. Buku petunjuk praktikum yang dapat meminimalisir banyaknya limbah hasil praktikum, mengarahkan peserta didik untuk mematuhi tata tertib praktikum, dan meningkatkan keselamatan kerja adalah buku praktikum yang memuat prinsip-prinsip *green chemistry* di dalamnya.

Green Chemistry merupakan istilah yang pertama kali dikenalkan pada tahun 1991 oleh Anastas dan Warner dalam program khusus yang dikeluarkan oleh US EPA (*Environment Protection Agency*) bertujuan untuk mengimplementasikan *green chemistry* sebagai cara untuk berhenti menciptakan polusi (EPA, 2014). Menurut Anastas dan Warner (1998) *green chemistry* adalah suatu konsep teknologi kimia inovatif yang mengurangi atau menghilangkan penggunaan atau timbulnya bahan kimia berbahaya dalam desain, pembuatan dan penggunaan produk kimia (Iqbal, 2011).

Green chemistry adalah suatu cabang ilmu kimia yang berkaitan dengan studi desain produk dan proses dalam mengurangi atau menghilangkan penggunaan zat berbahaya. *Green chemistry* juga meliputi lingkungan alam dan bahan kimia di alam yang berusaha untuk mengurangi serta mencegah pencemaran pada sumbernya. Prinsip *green chemistry* diciptakan untuk menangani masalah-masalah polusi dengan cara alami dan inovatif.

Paul Anastas dan John C. Warner (1998) mengembangkan dua belas prinsip *green chemistry*. Konsep *green chemistry* dapat diaplikasikan dengan

penggunaan atau penggantian bahan dengan bahan yang lebih aman, tidak harus selalu menggunakan bahan alami. Prinsip umum yang mendasari *green chemistry* ini berjumlah dua belas. Prinsip pertama adalah pencegahan limbah hasil praktikum lebih baik dilakukan dari pada memproses limbah hasil praktikum yang dihasilkan. Prinsip kedua hendaknya praktikan memperhatikan efisiensi jumlah produk yang dihasilkan pada praktikum yaitu dengan memperhitungkan hasil rasio dari total massa atom dalam produk yang diinginkan dengan massa total atom pada reaktan. Prinsip ketiga yaitu desain sintesis dan produk kimia yang aman untuk menghasilkan zat yang tidak beracun. Jika memungkinkan, metode sintesis seharusnya dirancang dengan menggunakan senyawa yang memiliki toksisitas serendah mungkin bagi kesehatan manusia dan lingkungan.

Pada prinsip keempat perlu adanya desain bahan kimia yang tidak berbahaya. Produk kimia seharusnya dapat terurai menjadi produk terdegradasi dan tidak berbahaya ketika dilepaskan ke lingkungan. Prinsip kelima yaitu perancangan bahan kimia yang aman untuk menggunakan ataupun

menghasilkan zat yang memiliki kadar sedikit terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Prinsip keenam yaitu penggunaan pelarut dan zat tambahan dipilih yang paling aman dan digunakan sehemat mungkin. Kemudian pada prinsip ketujuh adalah meningkatkan efisiensi energi dalam proses kimia yang berdampak pada lingkungan dan ekonomi. Energi yang diperlukan dalam proses kimia harus sehemat mungkin dan harus dikenali dengan baik pengaruhnya pada manusia dan lingkungan. Prinsip kedelapan yaitu penggunaan bahan kimia terbarukan (*renewable*).

Pada prinsip kesembilan seorang hendaknya menghindari penggunaan bahan kimia yang bersifat derivatif. Hal ini dapat dilakukan dengan meminimalisir penggunaan bahan kimia kelompok *blocking*, proteksi atau deproteksi, modifikasi sementara proses kimia dan fisika supaya menghasilkan limbah yang sedikit. Tahapan reaksi yang timbul karena penggunaan gugus penutup, pelindung, dan pembuka, serta memodifikasi sementara dalam suatu proses kimia harus dicegah atau diminimalkan, karena setiap tahapan reaksi sering memerlukan tahapan pereaksi, energi, dan

dapat menghasilkan limbah. Prinsip kesepuluh adalah penggunaan katalis untuk mengurangi konsumsi energi, bahan dasar, pereaksi, waktu reaksi, dan dapat menghasilkan reaksi yang lebih aman. Prinsip kesebelas yaitu menganalisis *real time* untuk mencegah polusi. Pada prinsip ini metode analitis kimia yang ada perlu diperbaharui agar memungkinkan pemantauan dan kontrol proses seketika, sebelum terjadinya pembentukan senyawa berbahaya, dan pemantauan setiap saat harus dilakukan pada proses produksi untuk meminimalkan pembentukan zat berbahaya. Kemudian prinsip kedua belas adalah meminimalisir potensi kecelakaan kerja di dalam laboratorium.

Peminimalan dapat dilakukan dengan memilih pereaksi atau pelarut yang dapat memperkecil potensi resiko terjadinya kecelakaan.

Namun, prinsip-prinsip yang dapat digunakan dalam penyusunan buku petunjuk praktikum kimia bernuansa *green chemistry* adalah :

- a. Pencegahan terbentuknya limbah atau sampah
Praktikum ini sudah menggunakan bahan seminimal mungkin sehingga menghasilkan limbah yang sedikit pula. Limbah yang dihasilkan

dari pelaksanaan praktikum dibuang pada tempatnya.

- b. Desain bahan dan produk yang aman
Penggunaan bahan alam yang digunakan bersifat aman dan ramah lingkungan.
- c. Penggunaan pelarut yang aman
Penggunaan pelarut seperti akuades, air cuka, air kapur, air tomat, air jeruk, air sabun detergen, dan pembersih lantai merupakan pelarut yang aman. Selain itu penggunaan pelarut bahan kimia dengan konsentrasi yang kecil.
- d. Penggunaan bahan kimia terbarukan
Bahan-bahan yang digunakan dalam praktikum ini merupakan bahan yang dapat diperbaharui dan praktikum ini memaksimalkan pemanfaatan bahan-bahan alam yang ada di sekitar.
- e. Peminimalan potensi kecelakaan kerja
Senyawa yang digunakan dalam reaksi harus dipilih untuk meminimalkan kemungkinan terjadinya kecelakaan, seperti timbulnya api atau kebakaran dan ledakan.

Menurut Anastas dan Warner (1998) menyatakan bahwa, keterampilan generasi ahli kimia masa depan untuk mengimplementasikan kimia

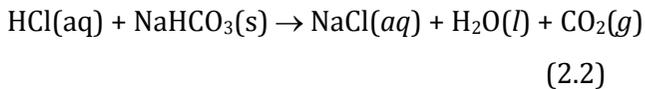
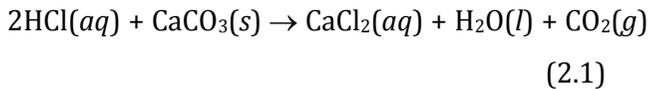
ramah lingkungan berpusat pada materi pendidikan di sekolah yang berhubungan dengan *green chemistry*. Pendidikan dipandang sebagai suatu ajang untuk dapat mengenalkan atau mempopulerkan kimia ramah lingkungan kepada anak didik. Program harus mengarah pada keberlanjutan dengan merancang dan menggunakan metode yang baku alami bahan akan diproses secara ekonomi, penggunaan rasional sumber energi, penghapusan gas, cair, dan limbah padat berbahaya dan dengan pengenalan produk yang mengutamakan keselamatan bagi manusia dan lingkungan (Iqbal, 2011).

3. Materi Konsep Asam-Basa

a. Perkembangan Asam Basa

Asam dan basa memiliki beberapa sifat secara umum. Asam sebagai zat yang mengion dalam air menghasilkan ion H^+ . Sedangkan basa sebagai zat yang mengion dalam air menghasilkan ion OH^- . Definisi ini dirumuskan pada akhir abad kesembilan belas oleh kimiawan Swedia Svante Arrhenius (1887) untuk mengelompokkan zat-zat yang sifat-sifatnya di dalam larutan telah diketahui dengan baik.

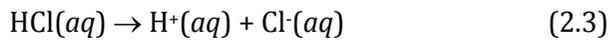
Asam memiliki rasa masam misalnya pada cuka (asam asetat) dan lemon yang mengandung asam sitrat. Asam dapat menyebabkan perubahan warna pada zat warna tumbuhan; misalnya mengubah warna lakmus dari biru menjadi merah. Asam bereaksi dengan logam tertentu seperti seng, magnesium, dan besi menghasilkan gas hidrogen. Larutan asam dalam air dapat menghantarkan arus listrik. Asam juga bereaksi dengan karbonat dan bikarbonat seperti Na_2CO_3 , CaCO_3 , dan NaHCO_3 , menghasilkan gas karbondioksida contohnya sebagai berikut :



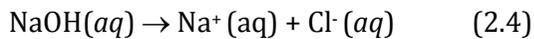
Basa memiliki rasa pahit, terasa licin, dan dapat memiliki perubahan warna pada zat warna tumbuhan, misalnya membirukan lakmus merah, menetralkan asam dan larutan basa dalam air dapat menghantarkan arus listrik (Brady, 1999).

Menurut Svante Arrhenius (1884) asam basa merupakan suatu larutan elektrolit. Larutan elektrolit jika dilarutkan dalam air terurai menjadi

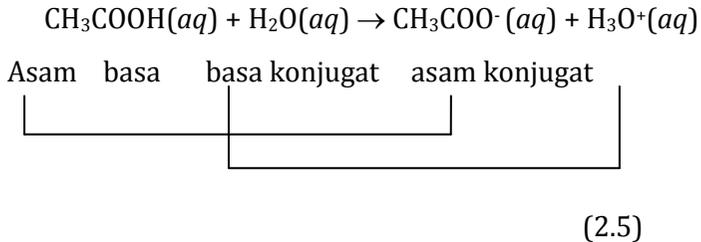
ion-ionnya. elektrolit kuat dalam air terurai sempurna, sedangkan elektrolit lemah hanya terurai sebagian, Suatu zat yang terurai dalam air menghasilkan ion (H^+) disebut asam misalnya HCl (Petrucci, 1987). Reaksi ionisasi HCl adalah sebagai berikut :



Suatu basa jika terurai dalam air menghasilkan ion hidroksida (OH^-), berikut adalah contoh reaksi basa NaOH:



Menurut Bronsted Lowry asam adalah suatu zat yang mampu memberikan proton, sedangkan basa adalah suatu zat yang mampu menerima proton. Selain definisi asam basa, Bronsted Lowry juga mengembangkan konsep asam basa konjugasi. Asam konjugat merupakan suatu zat yang dihasilkan dari penambahan sebuah proton pada basa Bronsted, sebaliknya basa konjugat merupakan suatu asam Bronsted yang tersisa ketika proton pindah dari asam tersebut. Setiap asam Bronsted memiliki satu basa konjugat, dan setiap basa bronsted memiliki satu asam konjugat, seperti pada persamaan berikut:



Dari persamaan 2.5 dapat dijelaskan bahwa, ion asetat (CH_3COO^-) adalah basa konjugat dari (CH_3COOH), sedangkan ion H_3O^+ merupakan asam konjugat dari H_2O .

Menurut G.N Lewis konsep asam dan basa secara umum mencakup reaksi oksida asam dan oksida basa serta sejumlah reaksi lainnya termasuk reaksi transfer proton. Menurut model Lewis, asam adalah spesi yang dapat membentuk ikatan kovalen dengan (akseptor pasangan elektron bebas) dari spesi yang lain, sedangkan basa adalah spesi yang dapat membentuk ikatan kovalen melalui (donor pasangan elektron bebas) kepada spesi yang lain. Misalnya NH_3 merupakan suatu basa yang mendonorkan satu pasang elektron pada asam H^+ . Dalam hal ini ion H^+ bertindak sebagai akseptor pasangan elektron (Oxtoby, 2001).

Indikator adalah zat warna larut yang perubahan warnanya tampak jelas dalam rentang pH yang sempit. Indikator berfungsi untuk mengetahui sifat asam atau basa pada suatu senyawa. Indikator asam basa merupakan suatu zat kimia yang warnanya tergantung pada keasaman atau kebasaan larutan. Indikator asam basa ini di bedakan menjadi dua yaitu indikator alami dan buatan (Brady, 1999). Indikator terbagi menjadi beberapa jenis yaitu indikator buatan, larutan indikator, dan indikator alami.

Indikator buatan dapat berupa kertas lakmus yang merupakan indikator terbuat dari kertas yang berpori dan direndam dalam larutan indikator, kemudian dikeringkan. Jika kertas ini dibasahi dengan larutan yang sedang diuji baik asam maupun basa maka, terjadi perubahan warna yang dapat digunakan sebagai penentu pH larutan (Petrucci, 1987). Apabila dicelupkan dalam larutan basa, kertas lakmus merah akan berubah warna menjadi biru, sedangkan kertas lakmus biru akan berwarna merah pada larutan asam. Semakin merah tua warna lakmus, semakin kecil nilai pH larutan. Sebaliknya semakin biru tua warna

lakmus, semakin besar nilai pH larutan (Oxtoby, 2001).

Indikator yang kedua adalah larutan indikator. Selain menggunakan kertas lakmus identifikasi sifat asam basa juga dapat menggunakan larutan indikator. Beberapa macam larutan indikator, trayek indikator (batas pH) dan perubahan warnanya disajikan pada **Tabel 2.1** (Brady, 1999):

Tabel 2.1 : Trayek Perubahan pH Indikator Asam Basa

Nama	Jangka pH dalam mana terjadi perubahan warna	Warna Asam	Warna Basa
Kuning metil	2-3	Merah	Kuning
Dinitrofenol	2.4-4.0	Tak berwarna	Kuning
Jingga metil	3-4.5	Merah	Kuning
Merah metil	4.4-6.6	Merah	Kuning
Lakmus	6-8	Merah	Biru
Fenolftalein	8-10	Tak berwarna	Merah
Timolftalein	10-12	Kuning	Ungu
Trinitrobenzena	12-13	Tak berwarna	Jingga

Indikator yang ketiga adalah indikator alami yang merupakan indikator terbuat dari bahan alami. Indikator alami dapat dibuat dari bagian tanaman yang berwarna baik itu bagian batang, daun, ataupun bunga. Sebenarnya hampir semua tumbuhan berwarna dapat dipakai sebagai indikator asam basa, tetapi terkadang perubahan warnanya tidak jelas perbedaannya. Oleh karena itu hanya beberapa saja yang sering dipakai karena menunjukkan perbedaan warna yang jelas saat berada di lingkungan asam dan saat berada di lingkungan basa. Beberapa contoh indikator alami asam basa disajikan pada **Tabel 2.2** :

Tabel 2.2 Hasil Pengamatan Beberapa Indikator Alami

Asam Basa

Warna bunga	Nama Bunga	Warna air bunga	Warna air bunga pada larutan asam	Warna air bunga pada larutan basa
Merah	Kembang sepatu	Ungu muda	Merah	Hijau tua
Kuning	Terompet	Kuning keemasan	Emas muda	Emas tua
Ungu	Anggrek	Ungu tua	Pink tua	Hijau kemerahan
Merah	Asoka	Coklat muda	Orange muda	Coklat
Kuning	Kunyit	Orange	Orange	Coklat

			cerah	kehitaman
Ungu	Bugenvil	Pink tua	Pink muda	Coklat teh
Pink	Euporbia	Pink keputih putihan	Pink muda	Hijau muda
Merah	Kamboja	Coklat tua	Coklat orange	Coklat kehitaman

Berdasarkan uraian tetapan kesetimbangan air dapat disimpulkan bahwa besarnya $[H^+]$ dalam suatu larutan merupakan salah satu ukuran untuk menentukan tingkat keasamaan suatu larutan. Pada tahun 1910, Soren Lautiz Sorenses dari Denmark menyatakan tingkat atau derajat keasamaan suatu larutan dapat ditunjukkan dengan bilangan yang sederhana. Bilangan ini diperoleh dari hasil logaritma konsentrasi H^+ . Bilangan ini kita kenal dengan skala pH. Harga PH berkisar antara 1-14 dan dituliskan seperti berikut:

$$pH = -\log [H^+]$$

$$pOH = -\log [OH^-]$$

hubungan pH dan pOH

$$pK_w = pH + pOH$$

pada suhu 25 °C $pK_w = pH + pOH = 14$

Dari uraian di atas dapat kita simpulkan bahwa :

- 1). Larutan bersifat netral jika $[H^+] = [OH^-]$ atau $pH = pOH = 7$.
- 2). Larutan bersifat asam jika $[H^+] > [OH^-]$ atau $pH < 7$.
- 3). Larutan bersifat basa jika $[H^+] < [OH^-]$ atau $pH > 7$.

Untuk menentukan pH suatu larutan dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain sebagai berikut:

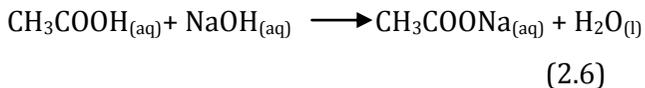
- a) Menggunakan beberapa larutan indikator kimia
- b) Menggunakan indikator universal
- c) Menggunakan pH-meter
- d) Perhitungan matematis menggunakan rumus

Selanjutnya adalah titrasi asam dan basa. Titrasi asam basa merupakan contoh analisis volumetri, yaitu suatu cara atau metode yang menggunakan larutan yang disebut titran dan dilepaskan dari perangkat gelas yang disebut buret. Titik dalam titrasi di mana titran yang telah ditambahkan cukup untuk bereaksi secara tepat dengan senyawa yang ditentukan disebut titik ekuivalen atau titik stoikhiometri. Titik ini sering

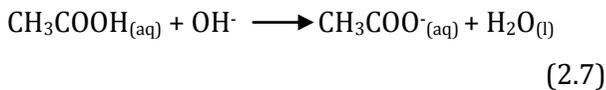
ditandai dengan perubahan warna senyawa yang disebut indikator (Sastrohamidjojo, 2012).

Tiga jenis reaksi titrasi asam dan basa yaitu (1) titrasi yang melibatkan asam kuat dan basa kuat, (2) titrasi yang melibatkan asam lemah dan basa kuat, (3) titrasi yang melibatkan asam kuat dan basa lemah.

Pertama, Titrasi yang terjadi pada asam lemah dan basa kuat. Perhatikan persamaan 2.6 reaksi penetralan antara asam asetat (asam lemah) dan natrium hidroksida (basa kuat)



Persamaan 2.6 ini dapat disederhanakan menjadi



Jadi pada titik ekuivalen, ketika hanya terdapat natrium asetat saja, pH akan lebih besar dari pada 7 sebagai akibat kelebihan pembentukan ion OH^- (Chang, 2005).

4. Materi Konsep Larutan Penyangga

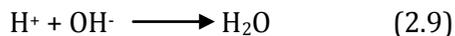
Larutan penyangga adalah semua larutan yang pH-nya dapat dikatakan tetap, walaupun

ditambahkan sedikit asam atau basa. Larutan penyangga mengandung suatu asam lemah dan suatu garam dari asam itu atau basa lemah dan suatu garam dari basa itu yang mempunyai kemampuan bereaksi baik dengan asam kuat maupun basa kuat. Larutan penyangga mempunyai peran dalam mengontrol kelarutan ion-ion dalam larutan sekaligus mempertahankan pH dalam proses biokimia dan fisiologis (Oxtoby, 2001).

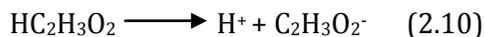
Komposisi larutan penyangga, misalnya jika sedikit asam klorida ditambahkan pada suatu larutan yang mengandung asam asetat dan natrium asetat, ion asetat yang bersifat basa itu bereaksi dengan ion hidrogen yang ditambahkan untuk membentuk lebih banyak molekul hidrogen asetat:



pH tersebut tidak berubah dengan nyata. Sebaliknya, jika ion hidrogen diambil dengan menambahkan natrium hidroksida yang bersifat basa



Hidrogen asetat yang berbentuk molekul akan mengion untuk membentuk lebih banyak ion hidrogen:



Suatu larutan jika ditambahkan lebih banyak asam atau basa akan mengubah harga pH lebih banyak. Akan tetapi jika yang ditambahkan hanya sedikit asam atau basa maka, harga pH relatif tetap atau sama.

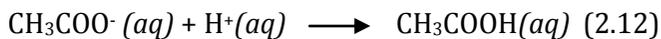
Prinsip kerja larutan penyangga sangat penting dalam sistem kimia dan biologi. pH dalam tubuh manusia sangat beragam dari satu cairan ke cairan yang lainnya. Misalnya, pH darah adalah sekitar 7,4, sementara pH cairan lambung sekitar 1,5. Nilai-nilai pH ini, yang penting agar enzim dapat bekerja dengan benar dan agar tekanan osmotik tetap seimbang, dalam banyak kasus dipertahankan oleh penyangga. Larutan penyangga harus mengandung konsentrasi asam yang cukup tinggi untuk bereaksi dengan ion OH^- yang ditambahkan kepadanya dan harus mengandung konsentrasi basa yang sama tingginya untuk bereaksi dengan ion OH^- yang ditambahkan. Selain itu, komponen asam dan basa dari penyangga tidak boleh saling menghabiskan dalam suatu reaksi penetralan.

Larutan penyangga dapat dibuat dengan menambahkan asam asetat (CH_3COOH) dan natrium asetat (CH_3COONa) dalam jumlah yang sama ke dalam

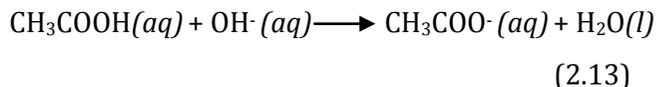
air. Konsentrasi kesetimbangan baik asam maupun basa konjugat (dari CH_3COONa) diasumsikan sama dengan konsentrasi awalnya. CH_3COOH adalah asam lemah dan hidrolisis ion CH_3COO^- sangat kecil dan keberadaan ion CH_3COO^- menekan ionisasi CH_3COOH , dan keberadaan CH_3COOH menekan hidrolisis ion CH_3COO^- . Larutan yang mengandung kedua zat ini mampu menetralkan asam atau basa yang ditambahkan. Natrium asetat, suatu elektrolit kuat, terionisasi sempurna dalam air.



Jika yang ditambahkan adalah asam, ion H^+ akan dikonsumsi oleh basa konjugat dalam penyangga, CH_3COO^- , berdasarkan persamaan



Jika yang ditambahkan ke dalam sistem penyangga adalah basa, ion OH^- akan dinetralkan oleh asam dalam penyangga :



Keefektifan larutan penyangga bergantung pada jumlah asam dan basa konjugat yang menyusun penyangga tersebut. Semakin besar jumlahnya,

semakin besar kapasitas penyangganya. Pada umumnya, sistem penyangga dapat dinyatakan sebagai garam/asam atau basa konjugat/asam. Jadi, sistem penyangga natrium asetat-asam asetat dapat dituliskan sebagai $\text{CH}_3\text{COONa}/\text{CH}_3\text{COOH}$ atau $\text{CH}_3\text{COOH}^-/\text{CH}_3\text{COOH}$ (Chang, 2005).

5. Materi Konsep Hidrolisis Garam

Hidrolisis berasal dari kata hidro yang berarti air dan lisis yang berarti penguraian. Hidrolisis adalah reaksi penguraian garam oleh air atau reaksi antara kation dan atau anion dari garam dengan air. Garam adalah senyawa elektrolit yang dihasilkan dari reaksi netralisasi antara asam dengan basa. Sebagai elektrolit, garam akan terionisasi dalam larutannya menghasilkan kation dan anion. Kation yang dimiliki garam adalah kation dari basa asalnya, sedangkan anion yang dimiliki oleh garam adalah anion yang tersusun dari asam pembentuknya. Kedua ion inilah yang nantinya akan menentukan sifat dari suatu garam jika dilarutkan dalam air. Hidrolisis garam merupakan suatu reaksi suatu zat dengan air dimana PH berubah dari 7 pada saat pelarutan suatu garam dalam air. Hidrolisis tidak terjadi untuk semua ion,

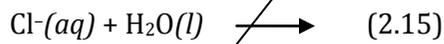
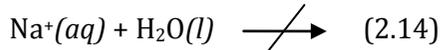
hanya dengan ion-ion yang merupakan asam konjugat dari basa lemah atau basa konjugat dari asam lemah. (Sastrohamodjojo, 2008)

Jenis-jenis garam yang terhidrolisis dalam air yaitu garam yang terhidrolisis dalam air akan bersifat asam atau bersifat basa. Garam yang tersusun dari reaksi asam kuat dan basa lemah akan menghasilkan ion H^+ dan bersifat asam, sedangkan garam yang tersusun dari reaksi basa kuat dan asam lemah akan menghasilkan ion OH^- dan bersifat basa. Adapun garam yang tersusun dari asam kuat dan basa kuat tidak mengalami hidrolisis atau netral. Untuk mengetahui apakah suatu garam terhidrolisis atau tidak terhidrolisis, dapat dilakukan analisis menggunakan kertas lakmus. Jika garam tersebut bersifat asam (memerahkan lakmus) atau bersifat basa (membirukan lakmus), berarti mengalami hidrolisis. Adapun garam yang bersifat netral (tidak mengubah warna kertas lakmus), terdapat dua kemungkinan. Kemungkinan pertama, tidak mengalami hidrolisis untuk garam yang tersusun dari asam kuat dan basa kuat, dan kemungkinan kedua mengalami hidrolisis untuk garam yang tersusun dari

asam lemah dan basa lemah yang memiliki harga K_a dan K_b sama.

Reaksi hidrolisis pada garam yang tersusun dari asam kuat dan basa kuat adalah garam jenis ini jika dilarutkan ke dalam air, baik kation maupun anionnya tidak bereaksi dengan air karena ion-ion yang dilepaskan segera terionisasi kembali secara sempurna. Contoh: NaCl , K_2SO_4 , $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$

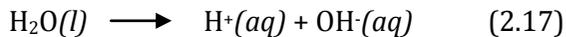
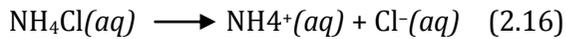
NaCl di dalam air akan terionisasi sempurna membentuk ion Na^+ dan Cl^- . Kation maupun anion tersebut tidak bereaksi dengan air, menurut reaksi sebagai berikut:



Pelarutan garam ini sama sekali tidak akan mengubah jumlah $[\text{H}^+]$ dan $[\text{OH}^-]$ dalam air, sehingga larutannya bersifat netral ($\text{pH}=7$). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa garam yang tersusun dari asam kuat dan basa kuat tidak mengalami hidrolisis dalam air.

Kemudian reaksi hidrolisis terjadi garam yang tersusun dari asam kuat dan basa lemah. Garam jenis ini bersifat asam dalam air karena kationnya terhidrolisis (memberikan proton kepada air),

sedangkan anionnya tidak. Contoh: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, AgNO_3 , CuSO_4 , NH_4Cl , AlCl_3 .

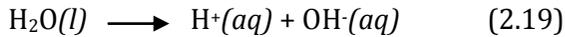


Kation dari basa lemah (NH_4^+) bereaksi dengan air membentuk kesetimbangan, sedangkan anion dari asam kuat (Cl^-) tidak akan bereaksi dengan air.

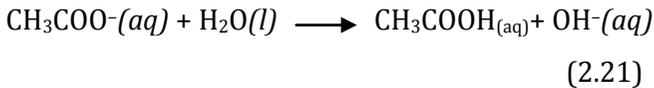
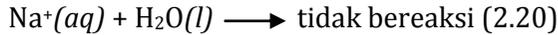
Adanya ion H^+ yang dihasilkan dari reaksi kesetimbangan tersebut menyebabkan konsentrasi ion H^+ di dalam air lebih banyak daripada konsentrasi ion OH^- , sehingga larutan akan bersifat asam ($\text{pH} < 7$). Jika diuji keasamannya dengan menggunakan kertas lakmus biru, warna kertas lakmus akan berubah menjadi merah. Adapun ion Cl^- yang tersusun dari asam kuat tidak bereaksi dengan air (terhidrolisis). Dengan demikian, garam yang tersusun dari asam kuat dan basa lemah mengalami hidrolisis sebagian (parsial) di dalam air dan larutannya bersifat asam (Petrucci, 1987).

Selanjutnya adalah reaksi terjadi garam yang tersusun dari asam lemah dan basa kuat. Garam jenis ini bersifat basa dalam air karena anionnya terhidrolisis (memberikan proton kepada air),

sedangkan kationnya tidak. Contoh: CH_3COONa , NaF , Na_2CO_3 , KCN , CaS . Perhatikan reaksi berikut ini.

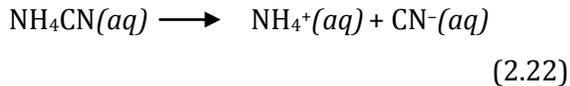


Anion CH_3COO^- dari asam lemah akan bereaksi dengan air (terhidrolisis), sedangkan kation Na^+ tidak akan bereaksi dengan air, sesuai dengan persamaan reaksi berikut.

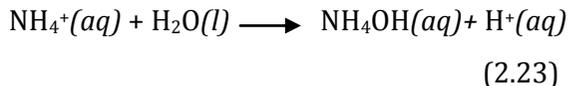


Adanya ion OH^- yang dihasilkan dari reaksi kesetimbangan tersebut menyebabkan konsentrasi ion OH^- di dalam air lebih banyak daripada konsentrasi ion H^+ sehingga larutan akan bersifat asam ($\text{pH} > 7$). Jadi, garam yang tersusun dari asam kuat dan basa lemah mengalami hidrolisis sebagian (parsial) di dalam air dan larutannya bersifat basa (Sastrohamidjojo, 2008).

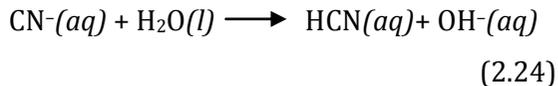
Kemudian reaksi yang terjadi pada garam yang tersusun dari asam lemah dan basa lemah adalah garam jenis ini jika dilarutkan ke dalam air, maka baik kation maupun anionnya mengalami hidrolisis. Contoh: NH_4CN , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, $\text{CH}_3\text{COONH}_4$.



Ion NH_4^+ bereaksi dengan air membentuk kesetimbangan:



Ion CN^- bereaksi dengan air membentuk kesetimbangan:



Kedua reaksi kesetimbangan tersebut menghasilkan ion H^+ dan ion OH^- . Jadi, dapat disimpulkan bahwa garam yang tersusun dari asam lemah dan basa lemah mengalami hidrolisis sempurna (total) di dalam air (Oxtoby, 2001). Semakin banyak jumlah zat yang mengion, maka semakin besar nilai derajat ionisasi (α). Besarnya derajat ionisasi ini akan mempengaruhi nilai tetapan kesetimbangan asam (K_a) maupun tetapan kesetimbangan basa (K_b). Sifat larutannya ditentukan oleh harga tetapan kesetimbangan asam (K_a) dan tetapan kesetimbangan basa (K_b) dari kedua reaksi tersebut. Harga K_a dan K_b menyatakan kekuatan relatif dari asam dan basa yang bersangkutan.

B. Kajian Pustaka

Husniyah (2016) dan Septiana (2016) mengembangkan buku petunjuk praktikum kimia berbasis *green chemistry* untuk meminimalisir banyaknya limbah hasil praktikum dan meningkatkan keselamatan kerja di laboratorium. Buku petunjuk praktikum keduanya dapat mengarahkan peserta didik untuk melaksanakan praktikum dengan menerapkan *green chemistry*. Namun, buku petunjuk praktikum yang dikembangkan oleh Husniyah (2016) dan Septiana (2016) tidak mengarahkan kepada guru untuk memastikan bahwa peserta didik benar-benar membaca, memperhatikan tata tertib praktikum. Oleh karena itu perlu adanya arahan dan kontrol dari guru misalnya dalam bentuk lembar kontrak keselamatan kerja di setiap praktikum yang harus ditanda tangani oleh peserta didik. Ditambah pula pengembangan keduanya tidak ada bimbingan kepada peserta didik untuk berhati-hati dalam melaksanakan praktikum. Oleh karena itu, perlu adanya kolom peringatan praktikum dan intruksi *green chemistry* dalam prosedur kerja. Pengembangan keduanya juga tidak membimbing peserta didik dalam menyimpulkan konsep yang telah dipelajarinya. Oleh karena itu, perlu adanya bimbingan pengamatan dan pertanyaan yang

dapat menstimulasi peserta didik dan membuat kesimpulan atau menemukan konsep yang sedang dipelajarinya secara mandiri.

Kemudian, penelitian Husniyah (2016) dan Septiana (2016) memberikan saran kepada peneliti selanjutnya untuk mengembangkan buku petunjuk praktikum kimia dengan materi pokok yang berbeda dan tingkat kelas yang sama/ berbeda agar dihasilkan produk baru yang lebih baik. Penulis melakukan pengembangan buku petunjuk praktikum bernuansa *green chemistry* dengan tiga materi pokok kelas XI IPA SMA yaitu asam basa, larutan penyangga, dan hidrolisis garam, lembar kontrak keselamatan kerja di setiap praktikum, kolom peringatan praktikum, intruksi *green chemistry* dalam prosedur kerja, dan lembar pengamatan peserta didik, serta penyusunan kolom-kolom untuk menerapkan *green chemistry*.

C. Kerangka Berpikir

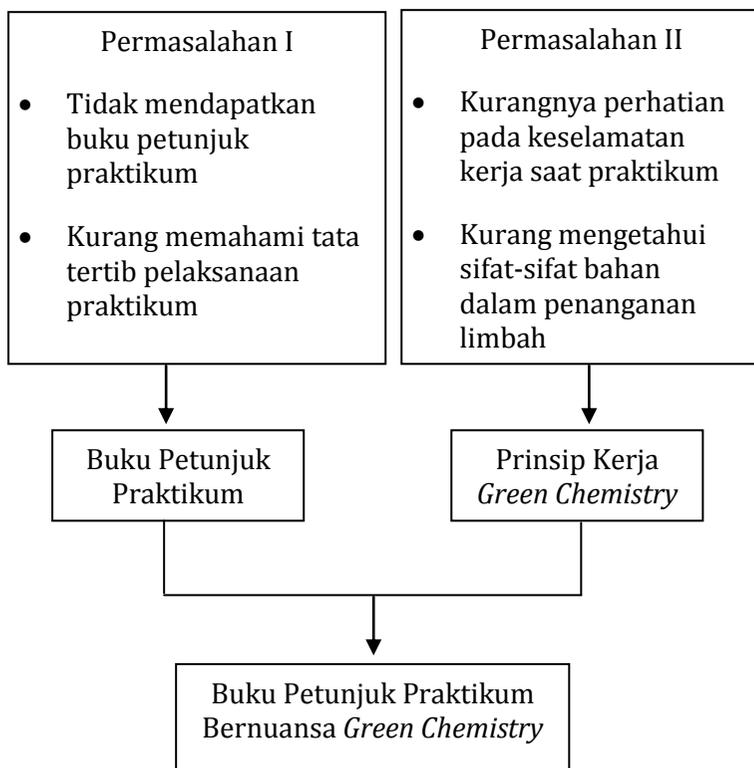
Kegiatan praktikum di sekolah dapat melatih keterampilan berfikir ilmiah dan sikap disiplin peserta didik. Pada pelaksanaan kegiatan praktikum seorang guru harus memberikan arahan atau petunjuk kepada peserta didik sebelum kegiatan praktikum dimulai supaya

kegiatan praktikum berjalan dengan baik dan dapat meminimalisir terjadinya kecelakaan kerja di laboratorium. Jenis arahan atau petunjuk yang diberikan kepada peserta didik dapat berupa buku petunjuk praktikum yang berfungsi sebagai bahan ajar untuk mencapai tujuan pelaksanaan praktikum sekaligus tujuan pembelajaran.

Pelaksanaan praktikum kimia di SMA Istitut Indonesia Semarang memiliki beberapa permasalahan di antaranya peserta didik tidak mendapatkan buku petunjuk praktikum kimia. Di samping itu, pelaksanaan praktikum kurang memberi penekanan terhadap tata tertib pelaksanaan praktikum. Di dalam melaksanakan praktikum peserta didik juga kurang memahami materi praktikum dan merasa kebingungan dengan prosedur kerja yang tersedia. Selain itu, pembuangan limbah hasil praktikum dan keselamatan kerja di dalam laboratorium kurang diindahkan. Akan tetapi, peserta didik juga kurang mengetahui sifat-sifat bahan dalam praktikum dan penanganan hasil limbah praktikum. Oleh karena itu, perlu adanya pengembangan buku petunjuk praktikum bernuansa *green chemsitry* sebagai suatu solusi untuk mengatasi permasalahan-permasalahan yang ada. Dengan adanya buku petunjuk praktikum bernuansa *green*

chemistry, diharapkan peserta didik mampu mengkonstruksi konsep melalui kegiatan praktikum dengan mengindahkan nilai-nilai yang terdapat dalam prinsip *green chemistry*. Kerangka berfikir terdapat pada skema sebagai berikut **Gambar 2.1**.

Gambar 2.1. Kerangka Berfikir



BAB III

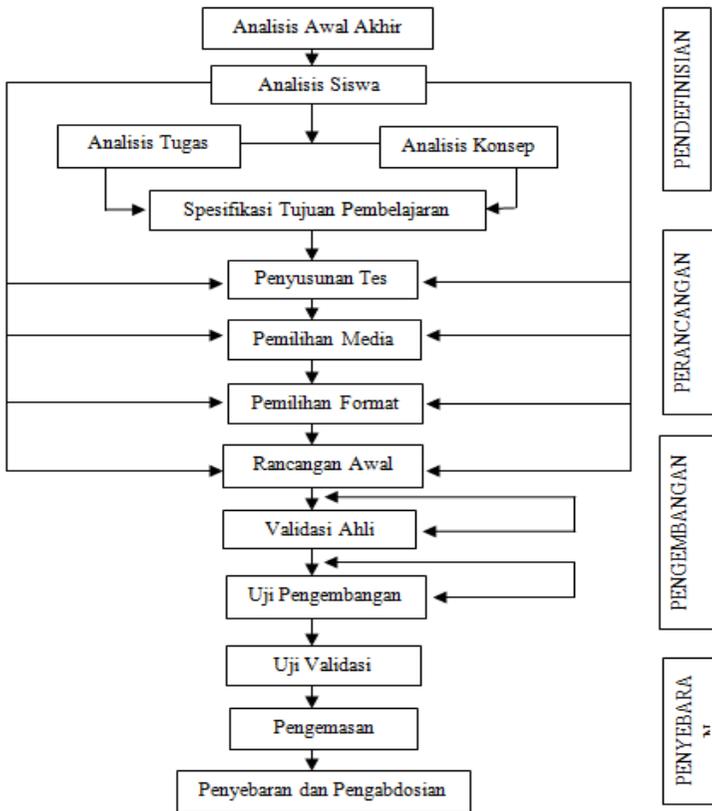
METODOLOGI PENELITIAN

Pada metode penelitian ini akan dipaparkan mengenai model yang digunakan dalam penelitian dan pengembangan, prosedur dalam pengembangannya, subjek yang menjadi penelitian, teknik pengumpulan data, dan teknis analisis data dari data yang diperoleh pada penelitian ini.

A. Model Pengembangan

Jenis penelitian ini merupakan penelitian pengembangan untuk menghasilkan produk berupa buku petunjuk praktikum kimia bernuansa *green chemistry* untuk SMA/MA Kelas XI pada materi asam basa, larutan penyangga, dan hidrolisis garam. Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model pengembangan 4-D (*Four D*). Penggunaan model pengembangan 4-D didasarkan pada langkah-langkah pengembangan yang sesuai dengan kebutuhan bahan ajar yang akan dilakukan dalam penelitian ini. Pengembangan yang dilakukan untuk menghasilkan buku petunjuk praktikum kimia yang sesuai karakteristik, kebutuhan peserta didik, dan materi yang dipelajari. Model pengembangan 4-D merupakan model pengembangan perangkat pembelajaran yang dikembangkan oleh S. Thiagarajan, Semmel, dan Semmel (1974). Model

pengembangan 4-D terdiri atas 4 tahap utama yaitu : (1) *define* (pendefinisian), (2) *design* (perancangan), (3) *develop* (pengembangan) (4) *disseminate* (penyebaran) (, 2007). Langkah-langkah yang ditempuh pada penelitian ini disesuaikan dengan kebutuhan pengembangan di lapangan tersaji pada **Gambar 3.1**



Gambar 3.1 : Langkah-langkah Pengembangan 4-D

Tetapi pada penelitian ini, hanya dilakukan 3 tahap yaitu (1) *define* (pendefinisian), (2) *design* (perancangan), dan (3) *develop* (pengembangan) karena keterbatasan dari peneliti.

B. Prosedur Pengembangan

Prosedur pengembangan dalam penelitian ini terdiri dari empat tahap sebagai berikut:

1. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dalam model R&D adalah *define* (pendefinisian). Pada tahap ini terdapat lima jenis kegiatan yang dilakukan :

a. Analisis ujung depan (*Front-end Analysis*)

Pada tahap awal penelitian pengembangan diperlukan analisis ujung depan yang bertujuan untuk memunculkan dan menetapkan masalah dasar yang dihadapi peserta didik pada pembelajaran kimia. Analisis ujung depan dimulai dari pengetahuan, keterampilan, dan sikap awal peserta didik untuk mencapai tujuan yang sudah tercantum pada kurikulum. Pengidentifikasi masalah dilakukan dengan wawancara langsung dengan guru kimia, wawancara dengan peserta didik, dan pengisian angket kebutuhan oleh peserta didik SMA Institut Indonesia kelas XI IPA. Hal tersebut

bertujuan untuk mengetahui kebermanfaatan produk yang dikembangkan oleh peneliti dalam dunia pendidikan. Adapun daftar pertanyaan dan angket kebutuhan terdapat pada **Lampiran 1** dan **Lampiran 2**.

b. Analisis Karakteristik Peserta Didik (*Leaner Analysis*)

Pada tahap ini analisis karakteristik peserta didik di setiap pembelajaran harus disesuaikan dengan karakteristik peserta didiknya. Begitu pula buku petunjuk praktikum yang digunakan sebagai panduan pelaksanaan praktikum di laboratorium. Analisis ini bertujuan mendapatkan gambaran karakteristik peserta didik.

c. Analisis Tugas (*Task Analysis*)

Menurut Thiagarajan (1974) analisis tugas memiliki tujuan untuk mengidentifikasi keterampilan utama yang akan dikaji oleh peneliti dan menganalisisnya ke dalam keterampilan tambahan yang mungkin diperlukan. Pada tahap ini, dilakukan analisis standar kompetensi dan kompetensi dasar pada materi asam basa, larutan penyangga, dan hidrolisis garam berdasarkan pelaksanaan praktikum peserta didik.

d. Analisis Konsep (*Concept Analysis*)

Pada tahap ini dilakukan analisis pada materi pokok, standar kompetensi, kompetensi dasar, dan indikator pencapaian dari mata pelajaran yang akan dijadikan sebagai praktikum. Analisis terhadap empat hal ini dirasa penting karena untuk mengidentifikasi konsep pokok dari materi yang akan dijadikan praktikum untuk memenuhi suatu prinsip dalam membangun konsep materi yang digunakan sebagai pencapaian standar kompetensi dan kompetensi dasar.

e. Merumuskan Tujuan (*Specifying Instructional Objectives*)

Pada tahap ini dilakukan perumusan tujuan untuk menentukan indikator pencapaian pembelajaran yang disesuaikan dengan analisis konsep dan analisis kurikulum, supaya sesuai dengan tujuan awal dalam mengembangkan buku petunjuk praktikum.

2. Pengembangan Prototipe

Model pengembangan prototipe dalam model penelitian R&D adalah :

a. *Design* (perancangan)

Pada tahap ini terdapat tiga jenis kegiatan yang dilakukan :

- 1) Mengumpulkan referensi mengenai percobaan- percobaan yang terkait dengan materi yang akan dijadikan materi praktikum penelitian.
- 2) Memilih format kriteria buku petunjuk praktikum kimia yang bernuansa *green chemistry*.
- 3) Membuat rancangan awal buku petunjuk praktikum kimia bernuansa *green chemistry* sesuai dengan indikator pencapaian hasil belajar.

b. Develop (pengembangan)

Pada tahap pengembangan ini, buku petunjuk praktikum kimia bernuansa *green chemistry* draft awal selesai dibuat. Setelah itu, dilanjutkan validasi produk dan uji kualitas.

1) Validasi produk

Validasi buku petunjuk praktikum kimia bernuansa *green chemistry* bertujuan untuk menilai kelayakan rancangan produk. Aspek validasi yang dinilai meliputi validasi kontens (isi buku petunjuk praktikum kimia) terdiri dari konstruktivisme apersepsi, kebenaran konsep, kedalaman materi, muatan *green chemistry*, tingkat keterlaksanaan praktikum, serta penilaian laporan praktikum. Adapun validasi media terdiri

dari aspek tampilan fisik buku petunjuk praktikum kimia, penulisan dan organisasi buku, serta kejelasan kalimat dan tingkat keterbacaan. Instrumen validasi dapat dilihat pada **Lampiran 6**. Validator produk pada pengembangan ini terdiri dari satu guru kimia SMA Institut Indonesia Semarang, dan tiga orang dosen ahli materi dan media.

2) Uji lapangan

Uji lapangan ialah uji implementasi pada peserta didik kelompok kecil. Uji lapangan ini dilakukan pada kelompok kecil yaitu sembilan peserta didik yang terdiri dari tiga peserta didik dengan pemahaman tingkat tinggi, tiga peserta didik dengan pemahaman tingkat sedang, dan tiga peserta didik dengan pemahaman tingkat rendah). Sembilan peserta didik tersebut melaksanakan praktikum kimia bernuansa *green chemistry*. Setelah itu, peserta didik diminta untuk mengisi angket berkaitan dengan desain produk dan respon peserta didik terhadap buku petunjuk praktikum kimia bernuansa *green chemistry*. Angket tersebut meliputi aspek sebagai berikut : aspek tampilan fisik buku petunjuk praktikum kimia, aspek kejelasan kalimat dan tingkat

keterbacaan, aspek tingkat keterlaksanaan kegiatan praktikum, dan aspek *green chemistry*, dan penilaian laporan praktikum.

Kisi-kisi instrumen penilaian buku petunjuk praktikum kimia bernuansa *green chemistry* oleh guru kimia dan peserta didik SMA Insitut Indonesia terdapat pada **Lampiran**.

C. Subjek Penelitian

Subjek dari penelitian ini adalah peserta didik kelas XI IPA SMA Institut Indonesia Semarang. Uji coba produk diterapkan pada skala kecil yaitu mengambil sembilan peserta didik yang terdiri dari tiga peserta didik dengan pemahaman tingkat tinggi, tiga peserta didik dengan pemahaman tingkat sedang, dan tiga peserta didik dengan tingkat pemahaman rendah.

D. Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan untuk mengetahui validitas produk pengembangan yaitu:

1. Teknik Observasi

Observasi merupakan suatu cara yang dilakukan oleh peneliti untuk mengetahui pemahaman peserta didik dalam melaksanakan praktikum kimia, ketertarikan peserta didik terhadap praktikum kimia serta

penggunaan buku petunjuk praktikum kimia yang terdapat di SMA Institut Indonesia Semarang. Observasi ini bertujuan untuk menentukan tingkat pemahaman peserta didik tentang *green chemistry* dalam melaksanakan praktikum kimia sehingga dari pengembangan buku petunjuk praktikum ini, diukur kualitas buku petunjuk praktikum kimia yang digunakan oleh peserta didik. Data yang didapatkan dari hasil observasi adalah pelaksanaan praktikum yang dilakukan masih ada peserta didik yang tidak mematuhi tata tertib praktikum, kurangnya pemahaman peserta didik terhadap prosedur kerja, dan kurangnya perhatian terhadap keselamatan kerja.

2. Teknik Wawancara

Wawancara digunakan sebagai teknik pengumpulan data. Apabila peneliti melakukan studi pendahuluan untuk menemukan permasalahan yang harus diteliti dan juga apabila peneliti ingin mengetahui hal-hal dari responden yang lebih mendalam dan jumlah responden sedikit (kecil) (Sugiyono, 2011). Data yang didapatkan adalah pengalaman peserta didik terhadap pelaksanaan praktikum. Hasil wawancara terdapat pada **Lampiran 3.**

3. Teknis Dokumentasi

Teknik dokumentasi dalam penelitian ini digunakan sebagai penunjang teknik observasi dan wawancara. Dokumentasi yang dihasilkan berupa foto pada saat observasi dan wawancara di SMA Institut Indonesia Semarang serta rekaman wawancara.

4. Teknik Angket

Pengajuan angket diberikan kepada peserta didik untuk studi pendahuluan (analisis kebutuhan buku petunjuk praktikum kimia) dan respon peserta didik terhadap produk buku petunjuk praktikum kimia bernuansa *green chemistry* serta kepada validator sebagai uji kelayakan buku. Teknik pengumpulan data yang digunakan salah satunya adalah kuesioner atau angket dengan bentuk *check list*. Angket validasi produk yaitu angket yang digunakan untuk penilaian produk pengembangan buku petunjuk praktikum kimia bernuansa *green chemistry*.

Angket yang digunakan terdiri dari dua bagian, yaitu kolom *check list* yang meliputi daftar penilaian dan skala penilaiannya serta lembar komentar, tanggapan, kritik, dan saran dari validator. Skala pengukuran yang digunakan pada penelitian ini adalah skala *Likert* yang digunakan untuk mengukur sikap, pendapat, dan

persepsi seseorang. Skala *Likert* merupakan suatu skala psikomotorik yang umum digunakan dalam penelitian yang menggunakan angket sebagai instrumen pengambilan data.

Variabel yang dijadikan sebagai landasan penyusun item-item instrumen dapat berbentuk pernyataan atau pertanyaan. Jawaban yang diperoleh dari setiap item instrumen dengan menggunakan skala *Likert* mempunyai gradasi dari sangat positif sampai sangat negatif (Widoyoko, 2011). Instrumen angket inilah yang nantinya dapat digunakan oleh peneliti untuk mendapatkan respon peserta didik dan ahli terhadap buku petunjuk praktikum kimia bernuansa *green chemistry* yang dikembangkan. Metode angket ini digunakan untuk mengetahui tingkat kebutuhan peserta didik terhadap buku petunjuk praktikum kimia bernuansa *green chemistry* sebagai panduan untuk melaksanakan praktikum pada materi kelas XI IPA.

E. Teknik Analisis Data

1. Data Validasi

Data validasi diperoleh dari hasil validasi produk dan validasi instrumen, berupa data deskriptif sesuai dengan prosedur pengembangan produk yang meliputi tahap pendefinisian, perancangan, dan pengembangan.

Validasi dilakukan oleh dosen pembimbing, 1 guru SMA, 1 dosen ahli media, dan 2 dosen ahli materi. Data validasi yang ada dikumpulkan kemudian dicermati untuk dijadikan acuan perbaikan produk.

2. Data Penilaian Produk

a. Data penilaian produk

Hasil penilaian oleh dosen ahli dan guru kimia yang berupa nilai kualitatif diubah menjadi nilai kuantitatif kemudian dihitung dan diubah kembali menjadi nilai kualitatif sehingga diperoleh nilai kualitas buku petunjuk praktikum kimia, langkah-langkah yang ditempuh adalah:

- 1) Hasil penilaian oleh dosen ahli dan guru kimia SMA yang masih dalam bentuk huruf diubah menjadi skor sesuai dengan ketentuan yang dapat dilihat pada **Tabel 3.2**

Tabel 3.2 : Aturan pemberian skor skala 5

Keterangan	Skor
SK (Sangat Kurang)	1
K (Kurang)	2
C (Cukup)	3
B (Baik)	4
SB (Sangat Baik)	5

(Sugiyono, 2011)

- 2) Setelah data dari validasi produk guru kimia SMA Institut Indonesia terkumpul selanjutnya

menghitung skor rata-rata dari hasil penilaian yang dinilai dengan rumus :

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

Dimana :

\bar{X} : Skor rerata tiap indikator

$\sum X$: Jumlah skor total setiap indikator

n : Jumlah *reviewer*

- 3) Mengubah skor rata-rata menjadi nilai kualitatif sesuai dengan kriteria kategori penilaian. Adapun acuan pengubahan skor menjadi skala lima tersebut menjadi kriteria penilaian kualitas adalah sebagai berikut lihat pada **Tabel 3.3**

Tabel 3.3 : Kriteria Penilaian Kualitas

Rentang Skor (i)	Kategori Kualitas
$\bar{X} > X_i + 1,8 S_{bi}$	Sangat Baik (SB)
$X_i + 0,6 S_{bi} < \bar{X} \leq X_i + 1,8 S_{bi}$	Baik (B)
$X_i - 0,6 S_{bi} < \bar{X} \leq X_i + 0,6 S_{bi}$	Cukup (C)
$X_i - 1,8 S_{bi} < \bar{X} \leq X_i - 0,6 S_{bi}$	Kurang (K)
$\bar{X} \leq X_i - 1,8 S_{bi}$	Sangat Kurang (SK)

Keterangan :

\bar{X} : Skor akhir rerata

Xi : Rerata ideal, yang dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Xi = \frac{1}{2} (\text{Skor tertinggi} + \text{skor terendah})$$

SBi : Simpangan Baku Ideal, yang dihitung dengan menggunakan rumus :

$$SBi = \frac{1}{6} (\text{Skor tertinggi} - \text{skor terendah})$$

Dimana:

$$\text{Skor tertinggi} = \sum \text{ butir kriteria} \times 5$$

$$\text{Skor terendah} = \sum \text{ butir kriteria} \times 1$$

- 4) Menghitung presentase keidealan kualitas buku petunjuk praktikum kimia pada setiap aspek dengan rumus :

$$\% \text{ keidealan tiap aspek} = \frac{\text{skor rata-rata tiap aspek} \times 100 \%}{\text{Skor maksimal ideal tiap aspek}}$$

- 5) Menghitung presentase keidealan kualitas buku petunjuk praktikum kimia secara keseluruhan dengan rumus :

$$\% \text{ keidealan keseluruhan} = \frac{\text{skor rata-rata seluruh aspek} \times 100 \%}{\text{Skor maksimal ideal seluruh aspek}}$$

- b. Data hasil penilaian (respon) peserta didik

Hasil penelitian (respon) dari peserta didik yang berupa nilai kualitatif diubah menjadi nilai kuantitatif kemudian dihitung dan diubah kembali menjadi nilai kualitatif sehingga diperoleh nilai kualitas buku petunjuk praktikum kimia berupa presentase keidealan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- 1) Data hasil respon sembilan peserta didik yang masih dalam bentuk huruf kemudian dikonversi menjadi skor dengan menggunakan skala *Guttman* seperti yang ditunjukkan dalam **Tabel 3.4** (Sugiyono, 2011).

Tabel 3.4 : Skala *Guttman* respon peserta didik terhadap produk buku petunjuk praktikum

Nilai	Skor
Ya	1
Tidak	0

- 2) Setelah data terkumpul dari sembilan orang peserta didik sebagai responden kemudian menghitung skor rata-rata dari hasil penilaian yang dinilai dengan rumus :

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

Dimana :

\bar{X} : Skor rerata tiap indikator

$\sum X$: Jumlah skor total setiap indikator

n : Jumlah *reviewer*

- 3) Data yang diperoleh kemudian ditabulasi dan untuk mengetahui respon peserta didik terhadap buku petunjuk praktikum kimia dengan cara menghitung :

Skor maksimal ideal = skor tertinggi x jumlah
butir kriteria

- 4) Menghitung presentase keidealan kualitas buku petunjuk praktikum kimia berbasis green chemistry pada setiap aspek dengan rumus :

$$\% \text{ keidealan tiap aspek} = \frac{\text{skor rata-rata tiap aspek} \times 100 \%}{\text{skor maksimal ideal tiap aspek}}$$

- 5) Menghitung presentase keidealan kualitas buku petunjuk praktikum kimia secara keseluruhan dengan rumus :

$$\% \text{ keidealan keseluruhan} = \frac{\text{skor rata-rata seluruh aspek} \times 100 \%}{\text{skor maksimal ideal seluruh aspek}}$$

BAB IV

DESKRIPSI DAN ANALISIS DATA

Dalam bab ini akan diuraikan perkembangan penelitian yang telah dilakukan. Perkembangan dari penelitian ini dimulai dengan deskripsi rancangan prototipe produk, hasil uji lapangan terbatas. Pembahasan yang diuraikan selanjutnya adalah analisis data, permasalahan dan produk yang dikembangkan, serta prototipe hasil pengembangan dalam penelitian ini.

A. Deskripsi Rancangan Awal Prototipe Produk

Penelitian dan pengembangan ini menghasilkan sebuah produk berupa buku petunjuk praktikum kimia bernuansa *green chemistry* pada materi asam-basa, larutan penyangga, dan hidrolisis garam sehingga peserta didik dapat belajar dua hal sekaligus yaitu melaksanakan praktikum kimia dan menerapkan prinsip *green chemistry*.

Desain buku petunjuk praktikum kimia yang dikembangkan pada penelitian bernuansa *green chemistry* pada materi asam-basa, larutan penyangga, dan hidrolisis garam adalah sebagai berikut: kata pengantar, daftar isi, tata tertib praktikum di laboratorium, kompetensi dasar, gambar alat-alat praktikum, lambang dan peringatan simbol bahaya, selayang pandang buku praktikum, lembar

kontrak keselamatan kerja praktikum, lembar pengamatan, dan aspek *green chemistry* praktikum.

Pada buku petunjuk praktikum yang dikembangkan ini berisi beberapa prinsip *green chemistry* yang bertujuan untuk meminimalisir banyaknya limbah hasil praktikum dan meningkatkan keselamatan kerja peserta didik. Selain itu, di dalam buku petunjuk praktikum terdapat apersepsi dan lembar pengamatan dengan tujuan mengarahkan pemahaman konsep yang dibangun peserta didik ke arah yang tepat dalam melaksanakan praktikum kimia.

Pendeskripsian prototipe produk buku petunjuk praktikum kimia bernuansa *green chemistry* dalam penelitian ini dikembangkan melalui beberapa tahap sesuai dengan model pengembangan *Thiagarajan* (yang dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan) yaitu 4 D (*definition, design, development, dan disseminate*). Akan tetapi pada tahap *disseminate* tidak dilakukan.

B. Pengembangan dan Hasil Uji

Hasil dari penelitian dan pengembangan prototipe produk yang melalui prosedur menggunakan model 4-D pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Studi Pendahuluan (*Define*)

Studi pendahuluan dilakukan untuk menetapkan dan mendefinisikan kebutuhan-kebutuhan pembelajaran. Penetapan kebutuhan bagi peserta didik dilakukan dengan memperhatikan dan menyesuaikan pembelajaran yang tepat bagi peserta didik SMA dengan menganalisis tujuan dan batasan materi. Pada tahap ini dilakukan diagnosa awal yang meliputi kegiatan studi literatur dan studi lapangan. Tahap *define* dapat diartikan sebagai tahap analisis kebutuhan. Terdapat lima tahap dalam studi *define* yaitu:

a. Analisis Ujung Depan (*Front-end analysis*)

Analisis ujung depan diperoleh dari hasil wawancara guru digunakan untuk menetapkan masalah dasar yang dialami peserta didik dalam proses pelaksanaan praktikum. Masalah yang dialami peserta didik dalam pelaksanaan praktikum diantaranya:

- 1) Peserta didik tidak mendapatkan buku petunjuk praktikum kimia.
- 2) Peserta didik kurang mengetahui tata tertib pelaksanaan praktikum kimia.
- 3) Peserta didik tidak mengetahui beberapa sifat bahan yang digunakan dalam pelaksanaan

praktikum serta Peserta didik kurang memperhatikan banyaknya limbah yang dihasilkan dalam praktikum.

- 4) Peserta didik mengalami kebingungan dalam melaksanakan praktikum, karena kurang memahami materi praktikum.
- 5) Peserta didik tidak mengetahui penerapan dengan prinsip-prinsip *green chemistry* dalam praktikum.

Tahap analisis ujung depan peserta didik diperoleh bahwa fasilitas yang terdapat di SMA Institut Indonesia yang lengkap dan memadai untuk dilaksanakan praktikum, sikap mandiri peserta didik saat melaksanakan praktikum, serta hasil angket kebutuhan peserta didik (**Lampiran 4**) diketahui bahwa peserta didik sebagian besar tidak memakai alat keselamatan kerja ketika melaksanakan praktikum kimia. Akan tetapi, sebagian besar dari peserta didik sudah mengetahui tata tertib pelaksanaan praktikum, tujuan dari pelaksanaan praktikum kimia, dan cara menggunakan alat-alat praktikum dengan benar.

Sebagian besar peserta didik sudah mengetahui penggunaan bahan-bahan kimia dengan tepat dan hanya sebesar 52 % saja yang sudah

mengetahui sifat bahan dari bahan yang digunakan dalam praktikum. Kemudian, 56% dari peserta didik sudah memiliki pengetahuan tentang bahaya yang ditimbulkan dari bahan kimia. Selama pelaksanaan praktikum di sekolah, terdapat 96% peserta didik yang sudah menggunakan bahan-bahan di kehidupan sehari-hari dalam pelaksanaan praktikum. Peserta didik sudah mengetahui simbol peringatan bahaya dalam bahan kimia dan pernah mengalami kecelakaan kerja di dalam laboratorium. Sebesar 64 % peserta didik sudah memahami arahan pelaksanaan praktikum yang disampaikan oleh guru kimia namun sebagian peserta didik belum mengetahui pembuangan limbah yang tepat dan tidak mengetahui penerapan prinsip-prinsip *green chemistry* dalam pelaksanaan praktikum.

Selain angket kebutuhan peserta didik, peneliti juga melakukan wawancara kepada peserta didik untuk mendapatkan informasi pelaksanaan praktikum kimia di sekolah yang lebih jelas. Hasil informasi yang didapat peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami kertas panduan praktikum yang diberikan oleh guru.

Kurangnya pemahaman konsep dan penguasaan terhadap panduan tersebut menjadikan peserta didik mengalami kesulitan dalam melaksanakan praktikum. Kebanyakan peserta didik kurang memakai alat keselamatan kerja, mengetahui sifat-sifat bahan yang digunakan dalam praktikum, mengetahui arti simbol peringatan bahaya pada bahan, mengetahui cara membuang limbah dengan tepat, dan terjadinya kecelakaan kerja di laboratorium. Beberapa peserta didik sudah mengetahui penerapan kimia ramah lingkungan dalam pelaksanaan praktikum.

b. Analisis Karakteristik Peserta Didik (*Learner analysis*)

Pada analisis karakteristik peserta didik ini dihasilkan bahwa peserta didik lebih menyukai praktikum di laboratorium dari pada metode ceramah atau pembelajaran di dalam kelas (Lampiran 3) sehingga membutuhkan buku petunjuk praktikum supaya dapat meminimalisir kecelakaan kerja dan kurangnya pemahaman terhadap materi praktikum.

c. Analisis Tugas (*Task analysis*)

Pada analisis tugas ini dilihat berdasarkan standar kompetensi atau kompetensi dasar pada materi yang akan digunakan pada produk yang dikembangkan. Pada tahap ini, peneliti menganalisis standar kompetensi atau kompetensi dasar pada materi asam-basa, larutan penyangga, dan hidrolisis garam berdasarkan pelaksanaan praktikum peserta didik. Pada pelaksanaan praktikum peserta didik melakukan pengamatan, menganalisis data, dan menyimpulkan hasil praktikum di antaranya :

- 1) Peserta didik dapat menguji dan mengelompokkan bahan-bahan alam di kehidupan sehari-hari dalam sifat asam, basa, dan netral menggunakan indikator alami dan kertas lakmus.
- 2) Peserta didik dapat melakukan penyelidikan dan perhitungan kadar cuka dengan titrasi asam dan basa.
- 3) Peserta didik dapat menyelidiki sifat larutan penyangga berdasarkan penambahan sedikit asam kuat atau sedikit basa kuat.
- 4) Peserta didik dapat menyelidiki sifat larutan garam berdasarkan nilai pH-nya melalui pengionan molekul

air atau senyawa lain sehingga dihasilkan ion-ion yang berbeda sifatnya yaitu netral, basa, atau garam.

- 5) Peserta didik dapat mengetahui dan menerapkan prinsip-prinsip green chemistry pada setiap praktikum asam basa, titrasi asam basa, larutan penyangga, dan hidrolisis garam. Dan peserta didik mematuhi seluruh tata tertib dengan dibuktikan dengan mengisi lembar kontrak keselamatan kerja sebelum melaksanakan praktikum.

d. Analisis Konsep (*Concept analysis*)

Pada tahap ini dilakukan analisis pada empat hal yaitu materi pokok, standar kompetensi, kompetensi dasar, dan indikator pencapaian dari mata pelajaran yang akan dijadikan praktikum. Analisis terhadap empat hal ini dirasa penting karena untuk mengidentifikasi konsep pokok dari materi yang akan dijadikan praktikum dan untuk memenuhi suatu prinsip dalam membangun konsep materi yang digunakan sebagai pencapaian standar kompetensi dan kompetensi dasar. Konsep-konsep dasar pada materi asam basa, larutan penyangga, dan hidrolisis garam harus dikuasi oleh peserta didik adalah :

- 1) Asam memiliki ciri-ciri diantaranya dapat memerahkan kertas lakmus biru dan basa

memiliki ciri-ciri diantaranya dapat membirukan kertas lakmus merah.

- 2) Titrasi asam basa dilakukan sebagai dasar penyelidikan dan perhitungan untuk menguji kecocokan kadar suatu zat yang terdapat pada label produk dengan konsentrasi zat tersebut melalui percobaan.
- 3) Sistem di dalam larutan penyangga dapat menjaga harga pH suatu larutan relatif tetap ketika ditambahkan sedikit asam ataupun sedikit basa.
- 4) Proses hidrolisis melibatkan pengionan molekul air atau senyawa lain. Larutan garam dalam air dapat menghasilkan ion-ion yang berbeda sifatnya yaitu netral, basa, dan garam.
- 5) Prinsip green chemistry meliputi beberapa hal yaitu penggunaan bahan alam yang bersifat aman dan ramah lingkungan, penggunaan pelarut yang aman ketika digunakan dalam konsentrasi yang kecil, dan meminimalan potensi kecelakaan kerja dengan mematuhi tata tertib pelaksanaan praktikum.

Kemudian guru dan peserta didik saling melakukan konfirmasi atas pemahaman konsep yang didapatkan setelah melaksanakan praktikum.

e. Merumuskan Tujuan (*Specifying Instructional Objectives*)

Pada tahap ini untuk mencapai tujuan akhir pelaksanaan praktikum yang diinginkan, maka buku petunjuk praktikum yang dikembangkan disesuaikan dengan silabus dan kurikulum KTSP serta kebutuhan peserta didik. Tujuan pembelajaran terdapat pada **Lampiran 13.**

2. Perancangan (*Design*)

Pada tahap *design* ini, pengembangan buku petunjuk praktikum kimia bernuansa *green chemistry* meliputi:

- a. Mengumpulkan referensi mengenai percobaan-percobaan yang terkait dengan materi yang dijadikan dalam materi buku petunjuk praktikum bernuansa *green chemistry*. Referensi tersebut didapatkan dari beberapa buku dan jurnal ilmiah.
- b. Memilih format kriteria buku petunjuk praktikum kimia yang bernuansa *green chemistry*. Format tersebut meliputi lembar judul praktikum, apersepsi, tujuan praktikum, konsep kunci materi, alat dan bahan, cara kerja, lembar pengamatan, contoh format

laporan praktikum, dan contoh format penilaian laporan praktikum.

- c. Membuat rancangan awal buku petunjuk praktikum kimia bernuansa *green chemistry* disesuaikan dengan indikator pencapaian pelaksanaan praktikum. Prinsip-prinsip *green chemistry* disesuaikan dengan materi praktikum yang akan dilaksanakan.

3. Pengembangan (*Develop*)

Pada tahap *develop*, langkah yang dilakukan adalah membuat buku petunjuk praktikum bernuansa *green chemistry* yang disesuaikan dengan tujuan pembelajaran dan kebutuhan peserta didik. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam pengembangan buku petunjuk praktikum adalah mendesain buku petunjuk praktikum dengan mengidentifikasi pelaksanaan praktikum kimia dan konten apa saja yang akan disajikan dan dilaksanakan di dalam laboratorium. Pada tahap ini dihasilkan draft sebelum materi praktikum yang terdiri dari: kata pengantar, daftar isi, tata tertib praktikum, persiapan praktikum, kompetensi dasar, gambar alat dan kegunaannya, arti lambang dan simbol peringatan bahaya, selang pandang buku petunjuk praktikum bernuansa *green chemistry*.

Setelah itu, peneliti mendesain isi materi praktikum dengan mengidentifikasi materi dan penerapan beberapa prinsip *green chemistry* yang akan dicantumkan di dalam buku petunjuk praktikum kimia yang mencakup empat praktikum. Pada tahap ini peneliti menghasilkan hal-hal sebagai berikut :

- a. Praktikum penentuan sifat asam dan basa, penentuan kadar pada asam cuka, sifat-sifat larutan penyangga, dan hidrolisis garam, kemudian lembar kontrak keselamatan kerja di dalam laboratorium dan penerapan praktikum yang bernuansa *green chemistry*.
- b. Apersepsi, tujuan praktikum, konsep kunci materi, alat keselamatan praktikum, alat dan bahan, cara kerja, lembar pengamatan, dan kolom prinsip *green chemistry* di masing-masing pelaksanaan praktikum.
- c. Contoh format laporan praktikum, contoh format penilaian laporan praktikum, daftar pustaka, dan tentang penulis.

Setelah dilakukan pengembangan produk dilakukan uji validasi produk dan uji lapangan yaitu implementasi pada peserta didik.

a. Validasi Ahli

Hasil validasi diperoleh dengan memvalidasi produk awal kepada dosen ahli materi dan ahli media pembelajaran serta guru kimia untuk mengetahui kelayakan buku petunjuk praktikum kimia yang akan dikembangkan secara terbatas. Validator ahli materi adalah Atik Rahmawati, S.Pd., M.Si. dan Wirda Udaibah, M.Si. serta satu guru kimia SMA Institut Indonesia yaitu Ardiyana Pratono, S.Pd. Sedangkan validator ahli media pembelajaran adalah Teguh Wibowo, M.Pd. dan satu guru kimia SMA Institut Indonesia yaitu Ardiyana Pratono, S.Pd.

Penilaian kualitas produk yang dilakukan oleh validator ahli materi dan ahli media menggunakan instrumen penilaian, yaitu lembar validasi yang berisi aspek-aspek kriteria yang telah ditentukan sehingga diperoleh data kuantitatif serta data proses pengembangan yang berupa saran atau masukan di setiap indikator penilaian. Saran atau masukan dari validator ahli yang digunakan sebagai dasar untuk melakukan perbaikan sehingga diperoleh produk akhir. Hasil validasi kualitas buku petunjuk praktikum kimia

bernuansa *green chemistry* pada materi asam basa, larutan penyangga, dan hidrolisis garam oleh validator ahli materi dan ahli media dapat dilihat pada **Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.**

Tabel 4.1. Hasil Penilaian Validator Ahli Materi

Aspek Penilaian	Jumlah Indikator	Skor rerata	Skor maksimal	% Keidealan	Kategori Kualitas
Konstruktivisme Apersepsi	1	4.3	5	86 %	SB
Kebenaran Konsep	2	7.6	10	76 %	B
Kedalaman Materi	1	3.6	5	72 %	B
Muatan <i>Green Chemistry</i>	7	32.3	35	92 %	SB
Tingkat Keterlaksanaan Praktikum	2	9.3	10	93 %	SB
Penilaian Laporan Praktikum	2	9.3	10	93 %	SB
Jumlah	15	66,4	75	85,3 %	SB

Tabel 4.2. Hasil Penilaian Validator Ahli Media

Aspek Penilaian	Jumlah Indikator	Skor rerata	Skor maksimal	% Keidealan	Kategori Kualitas
Tampilan fisik buku	3	12,5	15	83 %	SB
Penulisan dan organisasi buku	3	13	15	86 %	SB
Kejelasan kalimat dan tingkat keterbacaan	3	11	15	73 %	B
Jumlah	9	32.3	35	80,6 %	B

Selain **Tabel 4.1** dan **Tabel 4.2** di atas, validator memberi saran perbaikan secara tertulis yang dapat dilihat pada **Tabel 4.3**

Tabel 4.3. Revisi, Saran dan Masukan Validator Ahli Materi dan Validator Ahli Media

Validator	Revisi/Saran/Masukan
Ahli materi	1. Pencemaran udara di bumi diganti dengan pencemaran lingkungan dan pada kalimat memaksimalkan penggunaan diganti dengan

	<p>meminimalkan atau efisien</p> <ol style="list-style-type: none">2. Praktikum I, pada kebenaran konsep pada kandungan asam di buah jeruk3. Praktikum I, perbaiki redaksi kalimat pada konsep asam dan basa4. Praktikum I, pada tujuan praktikum untuk menentukan pH indikator universal, disesuaikan dengan petunjuk kerja yaitu kertas lakmus5. Praktikum I, konsistensi kulit buah naga atau buah naga6. Praktikum I, petunjuk praktikum dari 7 tetes diganti 2 tetes7. Praktikum I, penggantian bahan lain pada pembersih lantai8. Praktikum I, bahan alam sama dengan bahan kimia, sebaiknya pada alat dan bahan sediakan kolom untuk bahan dan peralatan saja9. Praktikum I menggunakan bahan yang lebih dekat dengan manusia misalnya: soda kue10. Praktikum II, konsistensi pada larutan NaOH bukan
--	--

	<p>padatan NaOH</p> <ol style="list-style-type: none"> 11. Praktikum II cuka yang digunakan disebut larutan cuka buka air cuka 12. Praktikum III bagian cara kerja tidak perlu memberi informasi bahwa NaCl bukan larutan penyangga 13. Praktikum III bagian apersepsi tentang infus 14. Praktikum IV bagian apersepsi pH tanaman diganti dengan pH tanah 15. Praktikum IV menggunakan bahan dipilih dengan massa molar rendah
Ahli media pembelajaran	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kejelasan intruksi pada cara kerja praktikum

Saran dari validator kemudian dilakukan perbaikan atau revisi, berikut pada **Gambar 4.1 – 4.32.**

1. Pencemaran udara di bumi diganti dengan pencemaran lingkungan dan memaksimalkan bahan kimia diganti dengan efisien yang tertera **Gambar 4.1 dan Gambar 4.2.**



Selayang Pandang Tentang Buku Petunjuk Praktikum Kimia Bernuansa *Green Chemistry*

Buku petunjuk praktikum kimia bernuansa *green chemistry* ini dikembangkan berdasarkan dua belas prinsip *green chemistry* yang telah dikemukakan oleh Anastas dan Warner (1998). Buku ini berisi praktikum-praktikum kimia sederhana dengan pengefisienan penggunaan bahan kimia. Sejalan dengan kesadaran akan bahaya bahan kimia berbahaya dan semakin tinggi **polusi udara di bumi**, maka, muncul suatu gagasan untuk mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya. Gagasan tersebut tertuang dalam *green chemistry* yang merupakan suatu konsep teknologi kimia inovatif yang mengurangi penggunaan maupun produksi bahan kimia berbahaya, pembuatan dan penggunaan produk kimia. Tujuan dari *green chemistry* adalah mengurangi limbah, meminimalkan penggunaan bahan-bahan yang berbahaya, mengurangi penggunaan energi dan sumber daya alam tidak terbarukan, dan **memaksimalkan penggunaan suatu bahan dalam proses kimia**. Terdapat dua belas prinsip umum yang mendasari teknologi *green chemistry* yaitu:

Gambar 4.1 : Selayang Pandang Sebelum Revisi



Selayang Pandang Tentang Buku Petunjuk Praktikum Kimia Bernuansa *Green Chemistry*

Buku petunjuk praktikum kimia bernuansa *green chemistry* ini dikembangkan berdasarkan dua belas prinsip *green chemistry* yang telah dikemukakan oleh Anastas dan Warner (1998). Buku ini berisi praktikum-praktikum kimia sederhana dengan menggunakan bahan kimia secara tepat. Sejalan dengan kesadaran akan bahaya bahan kimia berbahaya dan semakin tinggi **polusi lingkungan**, maka muncul suatu gagasan untuk mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya. Gagasan tersebut tertuang dalam *green chemistry* yang merupakan suatu konsep teknologi kimia inovatif dengan mengurangi penggunaan maupun produksi bahan kimia berbahaya, pembuatan dan penggunaan produk kimia. Tujuan dari *green chemistry* adalah mengurangi limbah, meminimalkan penggunaan bahan-bahan yang berbahaya, mengurangi penggunaan energi dan sumber daya alam tidak terbarukan, dan **menggunakan bahan kimia secara efisien**. Terdapat dua belas prinsip umum yang mendasari teknologi *green chemistry* yaitu:

1. Mencegah produksi limbah berbahaya.

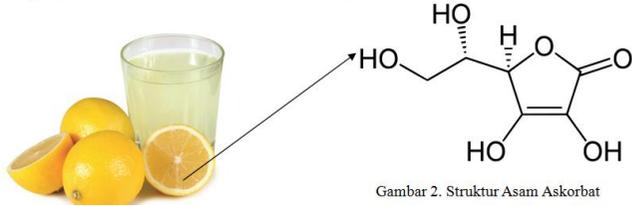
Gambar 4.2 : Selayang Pandang Setelah Revisi

2. Pada praktikum I kebenaran konsep pada kandungan asam di buah jeruk terdapat pada

Gambar 4.3 dan Gambar 4.4.

PRAKTIKUM I
PENENTUAN SIFAT ASAM BASA PADA BAHAN ALAM
DI KEHIDUPAN SEHARI-HARI

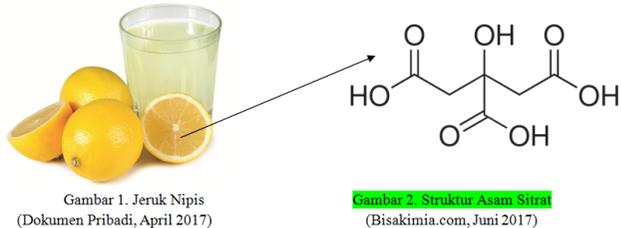
Dalam kehidupan sehari-hari kita menjumpai berbagai macam rasa makanan. Ada yang rasanya manis, asin, pahit, asam, dan lain-lain. Perhatikan gambar 1 dibawah ini bagaimana rasanya ketika kalian makan jeruk nipis? asam bukan? Mengapa? Karena di dalam jeruk nipis terkandung asam askorbat yang menyebabkan rasa masam. Asam askorbat merupakan salah satu contoh senyawa yang bersifat asam. Struktur asam askorbat lihat gambar 2.



Gambar 4.3 : Kebenaran Konsep Sebelum Revisi

PENENTUAN SIFAT ASAM BASA PADA BAHAN ALAM
DI KEHIDUPAN SEHARI-HARI

Dalam kehidupan sehari-hari kita menjumpai berbagai macam rasa makanan. Ada yang rasanya manis, asin, pahit, asam, dan lain-lain. Perhatikan gambar 1 di bawah ini, bagaimana rasanya ketika kalian makan jeruk nipis? asam bukan? Mengapa? Karena di dalam jeruk nipis diantaranya terkandung asam sitrat yang menyebabkan rasa masam. Asam sitrat merupakan salah satu contoh senyawa yang bersifat asam. Struktur asam sitrat lihat gambar 2.



Gambar 4.4 : Kebenaran Konsep Setelah Revisi

3. Praktikum I, perbaiki redaksi kalimat pada konsep asam dan basa



Dapatkah kalian mencicipinya? Perlu kalian ketahui bahwa tidak semua senyawa asam dan basa dapat dicicipi secara langsung oleh indra perasa. Untuk menentukan sifat asam dan basa, suatu larutan dapat diuji dengan menggunakan indikator. Bagaimana cara menentukan sifat asam dan basa? Untuk menentukan sifat asam dan basa mari kita lakukan praktikum berikut ini.

A. Tujuan Praktikum

Untuk menguji dan mengelompokkan bahan-bahan alam di kehidupan sehari-hari dalam sifat asam, basa, dan netral menggunakan indikator alami dan universal

B. Konsep Kunci

Setelah peserta didik melaksanakan praktikum diharapkan peserta didik memiliki pemahaman konsep:

Asam adalah zat yang dapat memerahkan kertas lakmus biru.

Basa adalah zat yang dapat membirukan kertas lakmus merah

Gambar 4.5 : Konsep Asam dan Basa Sebelum

Revisi



A. Tujuan Praktikum

Untuk menguji dan mengelompokkan bahan-bahan alam di kehidupan sehari-hari dalam sifat asam, basa, dan netral menggunakan indikator alami dan kertas lakmus

B. Konsep Kunci

Setelah peserta didik melaksanakan praktikum diharapkan peserta didik memiliki pemahaman konsep :

Asam memiliki ciri-ciri diantaranya dapat memerahkan kertas lakmus biru.

Basa memiliki ciri-ciri diantaranya dapat membirukan kertas lakmus merah.

C. Alat dan Bahan

No.	Bahan	Peralatan Laboratorium
1.	5 mL larutan cuka	1 Rak tabung reaksi
2.	5 mL air kapur	8 Pipet
3.	5 mL air tomat	1 Batang pengaduk

Gambar 4.6 : Konsep Asam Basa Setelah Revisi

4. Praktikum I, pada tujuan praktikum untuk menentukan pH indikator universal, disesuaikan dengan petunjuk kerja yaitu kertas lakmus terdapat pada **Gambar 4.7** dan **Gambar**

4.8.

Buku Petunjuk Praktikum Bernuansa *Green Chemistry*
Materi Asam-Basa, Larutan Penyangga, dan Hidrolisis Garam



Dapatkah kalian mencicipinya? Perlu kalian ketahui bahwa tidak semua senyawa asam dan basa dapat dicicipi secara langsung oleh indra perasa. Untuk menentukan sifat asam dan basa, suatu larutan dapat diuji dengan menggunakan indikator. Bagaimana cara menentukan sifat asam dan basa? Untuk menentukan sifat asam dan basa mari kita lakukan praktikum berikut ini.

A. Tujuan Praktikum

Untuk menguji dan mengelompokkan bahan-bahan alam di kehidupan sehari-hari dalam sifat asam, basa, dan netral menggunakan indikator alami dan universal

B. Konsep Kunci

Setelah peserta didik melaksanakan praktikum diharapkan peserta didik memiliki pemahaman konsep :

Asam adalah zat yang dapat memerahkan kertas lakmus biru.

Basa adalah zat yang dapat membirukan kertas lakmus merah.

Gambar 4.7 : Tujuan Praktikum Sebelum Revisi

Buku Petunjuk Praktikum Bernuansa *Green Chemistry*
Materi Asam-Basa, Larutan Penyangga, dan Hidrolisis Garam



A. Tujuan Praktikum

Untuk menguji dan mengelompokkan bahan-bahan alam di kehidupan sehari-hari dalam sifat asam, basa, dan netral menggunakan indikator alami dan kertas lakmus

B. Konsep Kunci

Setelah peserta didik melaksanakan praktikum diharapkan peserta didik memiliki pemahaman konsep :

Asam memiliki ciri-ciri diantaranya dapat memerahkan kertas lakmus biru.

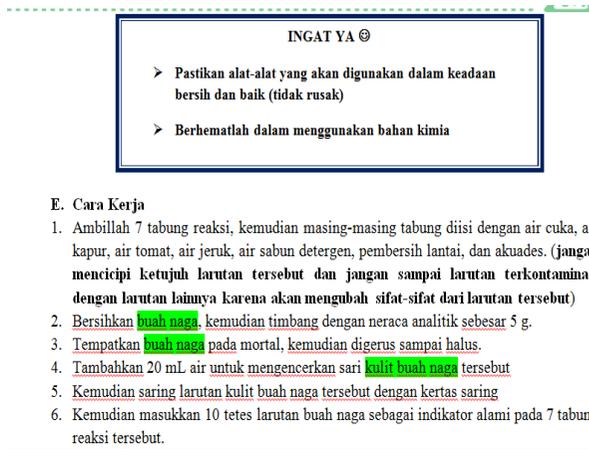
Basa memiliki ciri-ciri diantaranya dapat membirukan kertas lakmus merah.

C. Alat dan Bahan

No.	Bahan	Peralatan Laboratorium
1.	5 mL larutan cuka	1 Rak tabung reaksi
2.	5 mL air kapur	8 Pipet
3.	5 mL air tomat	1 Batang pengaduk

Gambar 4.8 : Tujuan Praktikum Setelah Revisi

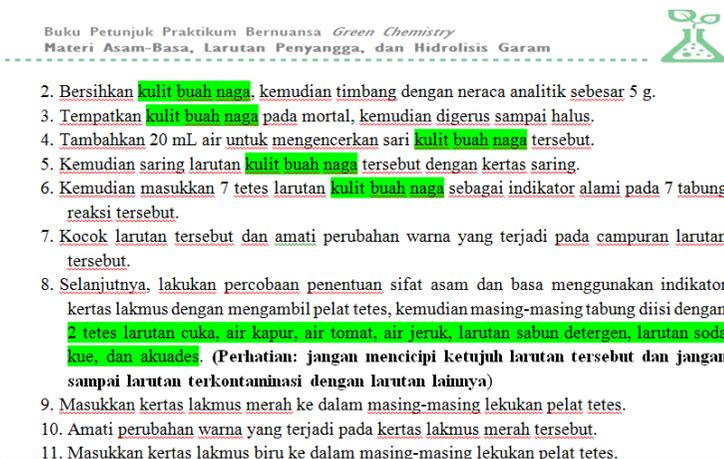
5. Praktikum I, konsistensi pada prosedur kerja yaitu kulit buah naga atau buah naga terdapat pada **Gambar 4.9** dan **Gambar 4.10**.



E. Cara Kerja

1. Ambillah 7 tabung reaksi, kemudian masing-masing tabung diisi dengan air cucu, air kapur, air tomat, air jeruk, air sabun detergen, pembersih lantai, dan akuades. (**jangan mencicipi ketujuh larutan tersebut dan jangan sampai larutan terkontaminasi dengan larutan lainnya karena akan mengubah sifat-sifat dari larutan tersebut**)
2. **Bersihkan buah naga, kemudian timbang** dengan neraca analitik **sebesar 5 g**.
3. Tempatkan **buah naga** pada mortal, kemudian digerus sampai halus.
4. **Tambahkan 20 mL air untuk mengencerkan sari kulit buah naga tersebut**
5. Kemudian saring larutan kulit buah naga tersebut dengan kertas saring
6. Kemudian masukkan 10 tetes larutan buah naga sebagai indikator alami pada 7 tabung reaksi tersebut.

Gambar 4.9 : Prosedur Kerja Sebelum Revisi

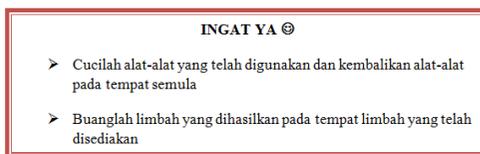


Gambar 4.10 : Prosedur Kerja Setelah Revisi

6. Praktikum I, prosedur kerja praktikum dari 7 tetes diganti 2 tetes terdapat pada **Gambar 4.11** dan **Gambar 4.12**.

tersebut.

7. Kocok larutan tersebut dan amati perubahan warna yang terjadi pada campuran larutan tersebut.
8. Ambillah pelat tetes, kemudian masing-masing tabung diisi dengan 7 tetes air cuka, air kapur, air tomat, air jeruk, air sabun detergen, pembersih lantai, dan akuades (Perhatian: jangan mencicipi ketujuh larutan tersebut dan jangan sampai larutan terkontaminasi dengan larutan lainnya)
9. Masukkan kertas lakmus merah ke dalam masing-masing lekukan pelat tetes.
10. Amati perubahan warna yang terjadi pada kertas lakmus merah tersebut.
11. Masukkan kertas lakmus biru ke dalam masing-masing lekukan pelat tetes.
12. Amati perubahan warna yang terjadi pada kertas lakmus biru tersebut.



Gambar 4.11 : Prosedur Kerja Sebelum Revisi

Buku Petunjuk Praktikum Bernuansa *Green Chemistry*
Materi Asam-Basa, Larutan Penyangga, dan Hidrolisis Garam



2. Bersihkan kulit buah naga, kemudian timbang dengan neraca analitik sebesar 5 g.
3. Tempatkan kulit buah naga pada mortal, kemudian digerus sampai halus.
4. Tambahkan 20 mL air untuk mengencerkan sari kulit buah naga tersebut.
5. Kemudian saring larutan kulit buah naga tersebut dengan kertas saring.
6. Kemudian masukkan 7 tetes larutan kulit buah naga sebagai indikator alami pada 7 tabung reaksi tersebut.
7. Kocok larutan tersebut dan amati perubahan warna yang terjadi pada campuran larutan tersebut.
8. Selanjutnya, lakukan percobaan penentuan sifat asam dan basa menggunakan indikator kertas lakmus dengan mengambil pelat tetes, kemudian masing-masing tabung diisi dengan 2 tetes larutan cuka, air kapur, air tomat, air jeruk, larutan sabun detergen, larutan soda kue, dan akuades. (Perhatian: jangan mencicipi ketujuh larutan tersebut dan jangan sampai larutan terkontaminasi dengan larutan lainnya)
9. Masukkan kertas lakmus merah ke dalam masing-masing lekukan pelat tetes.
10. Amati perubahan warna yang terjadi pada kertas lakmus merah tersebut.
11. Masukkan kertas lakmus biru ke dalam masing-masing lekukan pelat tetes.

Gambar 4.12 : Prosedur Kerja Sesudah Revisi

7. Praktikum I, penggantian bahan lain pada pembersih lantai terdapat pada **Gambar 4.13** dan **Gambar 4.14**.

B. Konsep Kunci
Setelah peserta didik melaksanakan praktikum diharapkan peserta didik memiliki pemahaman konsep :
Asam adalah zat yang dapat memerahkan kertas lakmus biru.
Basa adalah zat yang dapat membirukan kertas lakmus merah.

C. Alat dan Bahan

No.	Bahan Alam	Peralatan Laboratorium	Bahan Kimia
1.	5 mL air cuka	7 lembar kertas lakmus merah	Akuades
2.	5 mL air kapur	7 lembar kertas lakmus biru	-
3.	5 mL air tomat	1 Rak tabung reaksi	-
4.	5 mL air jeruk	8 Pipet	-
5.	5 mL larutan sabun detergen	1 Batang pengaduk	-
6.	5 mL larutan pembersih lantai	2 Gelas beker 100 mL	-
7.	5 gram buah naga	1 Mortal dan alu	-
8.	-	1 Spatula	-
9.	-	1 lembar Kertas saring	-
10.	-	8 tabung reaksi	-

Gambar 4.13 : Penggantian Bahan Sebelum Revisi

B. Konsep Kunci

Setelah peserta didik melaksanakan praktikum diharapkan peserta didik memiliki pemahaman konsep :

Asam memiliki ciri-ciri diantaranya dapat memerahkan kertas lakmus biru.

Basa memiliki ciri-ciri diantaranya dapat membirukan kertas lakmus merah.

C. Alat dan Bahan

No.	Bahan	Peralatan Laboratorium
1.	5 mL larutan cuka	1 Rak tabung reaksi
2.	5 mL air kapur	8 Pipet
3.	5 mL air tomat	1 Batang pengaduk
4.	5 mL air jeruk	2 Gelas beker 100 mL
5.	5 mL larutan sabun detergen	1 Mortal dan alu
6.	5 mL larutan soda kue	1 Spatula
7.	5 gram kulit buah naga	1 lembar Kertas saring
8.	Akuades	8 tabung reaksi
9.	7 lembar kertas lakmus biru	Neraca analitik
10.	7 lembar kertas lakmus merah	-

Gambar 4.14 : Penggantian Bahan Setelah Revisi

8. Praktikum I, bahan alam sama dengan bahan kimia, sebaiknya pada alat dan bahan sediakan kolom untuk bahan dan peralatan saja terdapat pada **Gambar 4.15 dan Gambar 4.16**

B. Konsep Kunci

Setelah peserta didik melaksanakan praktikum diharapkan peserta didik memiliki pemahaman konsep :

Asam adalah zat yang dapat memerahkan kertas lakmus biru.

Basa adalah zat yang dapat membirukan kertas lakmus merah.

C. Alat dan Bahan

No.	Bahan Alam	Peralatan Laboratorium	Bahan Kimia
1.	5 mL air cuka	7 lembar kertas lakmus merah	Akuades
2.	5 mL air kapur	7 lembar kertas lakmus biru	-
3.	5 mL air tomat	1 Rak tabung reaksi	-
4.	5 mL air jeruk	8 Pipet	-
5.	5 mL larutan sabun detergen	1 Batang pengaduk	-
6.	5 mL larutan pembersih lantai	2 Gelas beker 100 mL	-
7.	5 gram buah naga	1 Mortal dan alu	-

Gambar 4.15 : Kolom Alat dan Bahan Sebelum Revisi

Buku Petunjuk Praktikum Bernuansa *Green Chemistry*
Materi Asam-Basa, Larutan Penyangga, dan Hidrolisis Garam

**A. Tujuan Praktikum**

Untuk menguji dan mengelompokkan bahan-bahan alam di kehidupan sehari-hari dalam sifat asam, basa, dan netral menggunakan indikator alami dan kertas lakmus

B. Konsep Kunci

Setelah peserta didik melaksanakan praktikum diharapkan peserta didik memiliki pemahaman konsep :

Asam memiliki ciri-ciri diantaranya dapat memerahkan kertas lakmus biru.

Basa memiliki ciri-ciri diantaranya dapat membirukan kertas lakmus merah.

C. Alat dan Bahan

No.	Bahan	Peralatan Laboratorium
1.	5 mL larutan cuka	1 Rak tabung reaksi
2.	5 mL air kapur	8 Pipet
3.	5 mL air tomat	1 Batang pengaduk
4.	5 mL air jeruk	2 Gelas beker 100 mL
5.	5 mL larutan sabun detergen	1 Mortal dan alu

Gambar 4.16 : Kolom Alat dan Bahan Setelah Revisi

9. Praktikum I menggunakan aperepsi dan bahan yang lebih dekat dengan manusia misalnya: soda kue atau busa sabun terdapat pada **Gambar 4.17** dan **Gambar 4.18**.

Gambar 1. Jeruk Nipis
(Dokumen Pribadi, April 2017)

Jika kalian mandi dan memasukan sedikit sabun ke dalam mulut, bagaimana rasanya? Pahit bukan? Mengapa? Karena di dalam sabun terkandung senyawa basa yang menyebabkan rasa pahit. Salah satu bahan kimia untuk membuat sabun adalah NaOH. Sabun merupakan salah satu senyawa yang bersifat basa. Pernahkah kalian melihat cairan pembersih lantai? Sifat apakah yang dimiliki oleh cairan pembersih lantai?



Gambar 3. Cairan Pembersih Lantai (Umni.com, Mei 2017)

Gambar 4.17 : Apersepsi Sebelum Revisi

Gambar 4.18 : Apersepsi Setelah Revisi

Gambar 1. Jeruk Nipis
(Dokumen Pribadi, April 2017)

Jika kalian mandi dan memasukan sedikit sabun ke dalam mulut, bagaimana rasanya? Pahit bukan? Mengapa? Karena di dalam sabun terkandung senyawa basa yang menyebabkan rasa pahit. Lihat gambar 3 berikut ini.

Gambar 2. Struktur Asam Sitrat
(Bisakimia.com, Juni 2017)



Gambar 3. Sabun Mandi

(Nationalgeographic.co.id, Mei 2017)

Salah satu bahan kimia untuk membuat sabun adalah NaOH. Sabun merupakan salah satu senyawa yang bersifat basa. Namun perlu kalian ketahui bahwa tidak semua senyawa asam dan basa dapat diecici secara langsung oleh indra perasa. Karena, hal tersebut dapat merusak indra perasa. Bagaimana cara menentukan sifat asam dan basa? Untuk mengetahui sifat asam dan basa, suatu larutan dapat diukur derajat keasamannya menggunakan indikator universal, pH meter, indikator

10. Praktikum II, konsistensi pada larutan NaOH

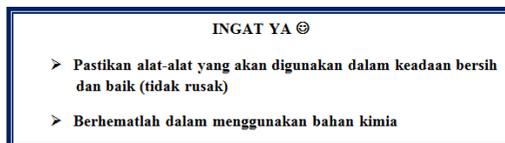
bukan padatan NaOH terdapat pada **Gambar**

4.19 dan Gambar 4.20.

E. Cara Kerja

1. Catat kadar cuka yang akan diuji sesuai dengan yang tertera pada label.
2. Ambil 5 mL air cuka dengan pipet volum dan masukkan ke dalam labu ukur 50 mL. (Perhatian : **Berhati-hatilah dalam mengambil air cuka, karena cuka memiliki bau khas merangsang**)
3. Kemudian encerkan dengan 45 mL akuades sampai tanda batas. (Perhatian : **gunakan pipet tetes dalam pengenceran dan berhati-hatilah jangan sampai melebihi tanda batas**)
4. Ambillah larutan cuka yang telah diencerkan ini sebanyak 30 mL dan masukkan ke dalam 3 labu erlenmeyer masing-masing berisi 10 mL kemudian tambahkan 3 tetes indikator PP.
5. Rangkailah alat titrasi dalam praktikum ini.
6. Masukkan **50 mL larutan NaOH 0,1 M** pada buret. (Perhatian : **berhati-hatilah dalam menuangkan NaOH, karena mempunyai sifat higroskopis**)

Gambar 4.19 : Prosedur Kerja NaOH Sebelum Revisi



E. Cara Kerja

1. Catatlah kadar cuka yang akan diuji sesuai dengan yang tertera pada label.
2. Ambil 5 mL air cuka dengan gelas ukur dan masukkan ke dalam labu ukur 50 mL. (Perhatian : Berhati-hatilah dalam mengambil air cuka, karena cuka memiliki bau khas merangsang)
3. Kemudian encerkan dengan akuades sampai tanda batas. (Perhatian : gunakan pipet tetes dalam pengenceran dan berhati-hatilah jangan sampai melebihi tanda batas)
4. Ambillah larutan cuka yang telah diencerkan sebanyak 10 mL dan masukkan ke dalam labu erlenmeyer, kemudian tambahkan 3 tetes indikator PP.
5. Rangkailah alat titrasi dalam praktikum ini.
6. **Masukkan 50 mL larutan NaOH 0,1 M pada buret. (Perhatian : berhati-hatilah dalam menuangkan larutan NaOH, karena dapat menyebabkan iritasi)**
7. Kemudian lakukan titrasi pada 10 mL larutan cuka dalam labu erlenmeyer dengan larutan NaOH 0,1 M. Hentikan titrasi apabila larutan sudah berubah warnanya menjadi merah

Gambar 4.20 : Prosedur Kerja NaOH Setelah Revisi

11. Praktikum II cuka yang digunakan disebut larutan cuka buka air cuka terdapat pada **Gambar 4.21** dan **Gambar 4.22**.

PRAKTIKUM II
TITRASI ASAM BASA



Gambar 3. Air Cuka Dapur
(Dokumen Pribadi, April 2017)

Pernahkah kalian membeli cuka di pasar? Keterangan apa yang tertulis dalam label botol

Gambar 4.21 : Apersepsi Sebelum Revisi

Buku Petunjuk Praktikum Bernuansa *Green Chemistry*
Materi Asam-Basa, Larutan Penyangga, dan Hidrolisis Garam



PRAKTIKUM II
TITRASI ASAM BASA

Pernahkah kalian membeli cuka di pasar? Keterangan apa yang tertulis dalam label botol cuka tersebut? Apakah kalian pernah mengamati? Berapakah kadar cuka yang tertera dalam label? Seperti gambar 4 di samping, biasanya pada label produk cuka tertulis kadar cuka sebesar 25%. Tetapi, apakah benar bahwa produk cuka tersebut kadarnya 25%? Karena kadar zat yang tercantum pada label zat-zat kimia yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari atau diperdagangkan secara bebas seperti asam cuka tersebut bisa jadi tidak sesuai dengan kenyataan. Nah, untuk memastikan kadar cuka yang sebenarnya, kita dapat melakukan percobaan titrasi berikut.



Gambar 4. Larutan Cuka Dapur
(Dokumen Pribadi, April 2017)

A. Tujuan Praktikum

Untuk menentukan kadar cuka dengan titrasi asam basa

Gambar 4.22 : Apersepsi Setelah Revisi

12. Praktikum III bagian prosedur kerja tidak perlu memberi informasi bahwa NaCl bukan larutan penyangga terdapat pada **Gambar 4.23** dan **Gambar 4.24**.

E. Langkah Kerja

1. Campurkan 5 mL larutan CH_3COOH 0,1 M dengan 5 mL larutan CH_3COONa 0,1 M kemudian kocok hingga tercampur secara homogen. **(Perhatian : berhati-hatilah dalam mengkokok larutan tersebut, karena mempunyai bau khas merangsang)**
2. Ambil masing-masing 3 mL larutan campuran tersebut dalam 3 tabung reaksi kemudian ukur pH nya dengan indikator PP. Kemudian ke dalam tabung reaksi pertama tambahkan 1 mL larutan NaOH 0,1 M dan ukur pH-nya dengan indikator universal. **(Perhatian: Berhati-hatilah dalam mengambil larutan NaOH, karena bersifat higroskopis)**
3. Pada tabung kedua tambahkan 1 mL larutan HCl 0,1 M kemudian ukur pH-nya dengan indikator universal. **(Perhatian: Berhati-hatilah dalam mengambil larutan HCl, karena merupakan asam kuat)**
4. Pada tabung ketiga tambahkan 1 mL akuades kemudian ukur pH-nya.
5. Ulangi percobaan dengan mengganti larutan bukan penyangga NaCl 0,1 M.

Gambar 4.23 : Prosedur Kerja Praktikum III Sebelum Revisi

E. Langkah Kerja

1. Campurkan 5 mL larutan CH_3COOH 0,1 M dengan 5 mL larutan CH_3COONa 0,1 M kemudian kocok hingga tercampur secara homogen. **(Perhatian : berhati-hatilah dalam mengkokok larutan tersebut, karena mempunyai bau khas merangsang)**
2. Ambil masing-masing 3 mL larutan campuran tersebut dalam 3 tabung reaksi dan ukur pH nya dengan kertas indikator universal. Kemudian ke dalam tabung reaksi pertama tambahkan 1 mL larutan NaOH 0,1 M dan ukur pH-nya dengan indikator universal. **(Perhatian: Berhati-hatilah dalam mengambil larutan NaOH, karena dapat menyebabkan iritasi)**
3. Pada tabung kedua tambahkan 1 mL larutan HCl 0,1 M kemudian ukur pH-nya dengan indikator universal. **(Perhatian: Berhati-hatilah dalam mengambil larutan HCl, karena merupakan asam kuat dan dapat menyebabkan iritasi)**
4. Pada tabung ketiga tambahkan 1 mL akuades kemudian ukur pH-nya.
5. Ulangi percobaan dengan mengganti larutan CH_3COOH dan larutan CH_3COONa dengan larutan NaCl 0,1 M.
6. Kemudian ukur pH dan tambahkan larutan asam serta larutan basa seperti langkah kerja nomor 2 dan 3.

Gambar 4.24 : Prosedur Kerja Praktikum III Setelah Revisi

13. Praktikum III bagian apersepsi tentang infus diganti dengan apersepsi tetes mata terdapat pada **Gambar 4.25** dan **Gambar 4.26**.

PRAKTIKUM III
SIFAT-SIFAT LARUTAN PENYANGGA

Tahukah kalian tentang cairan infus? Kenapa orang yang sakit diberikan cairan infus? Apa manfaat dari cairan infus tersebut? Lalu, apa yang terjadi pada tubuh orang sakit setelah diberikan cairan infus? Bagaimana cara kerja cairan infus tersebut?



Gambar 4.25 : Apersepsi Praktikum III Sebelum Revisi

PRAKTIKUM III
SIFAT-SIFAT LARUTAN PENYANGGA

Pernahkah kalian mengalami iritasi mata? Apa yang kalian rasakan? Perih dan gatal bukan? Obat apa yang kalian gunakan untuk mengobati iritasi tersebut? Tahukah kalian sistem apa yang menyusun obat tersebut? Lihat pada gambar 5.

Obat tetes mata yang kalian gunakan dalam mengobati iritasi mata merupakan salah satu contoh sistem larutan penyangga. Penyusunan sistem larutan penyangga bertujuan supaya obat tetes mata yang diteteskan ke mata manusia dapat diterima oleh kondisi tubuh manusia. Suasana pH pada obat tetes mata tersebut disesuaikan dengan kondisi pH manusia supaya tidak menimbulkan bahaya. Komponen yang berfungsi sebagai penyangga di dalam tubuh manusia adalah komponen H_2PO_4^- dan $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$. Sistem penyangga ini berfungsi untuk mempertahankan harga PH sekitar 7,4 dalam tubuh manusia. Nah, untuk memahami sifat dari larutan penyangga maka mari kita melakukan percobaan berikut ini.



Gambar 5. Obat Tetes Mata

Gambar 4.26 : Apersepsi Praktikum IV Setelah Revisi

14. Praktikum IV bagian apersepsi pH tanaman diganti dengan pH tanah terdapat pada **Gambar 4.27** dan **Gambar 4.2.8**.

Pernahkah kalian pergi ke sawah? **Bagaimanakah kondisi tanaman yang kalian temui? Mengapa tanaman tersebut tumbuh dengan baik dan subur? Apa yang mempengaruhi kesuburan tanaman tersebut? Nah, supaya tanaman tumbuh dengan baik dan subur, pH suatu tanaman harus dijaga. pH tanah pada lahan pertanian harus disesuaikan dengan pH tanamannya.**



Gambar 4. Hasil pertanian
(hasilpanen.com, Mei 2017)



Gambar 5. Pupuk $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
(Dokumen Pribadi, Mei 2017)

Jika pH tanah tidak sesuai dengan pH tanaman akan berdampak pada sedikitnya ketersediaan unsur hara dalam tanah. Jadi, untuk menjaga pH tanah, maka diperlukan pupuk supaya tingkat keasaman dapat terjaga. Salah satu pupuk yang biasa digunakan petani adalah senyawa $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ yang berfungsi menurunkan pH seperti yang tertera pada gambar 5. Berasal dari komponen apakah

Gambar 4.27 : Apersepsi Praktikum IV Sebelum Revisi

Pernahkah kalian pergi ke sawah? Bagaimanakah kondisi tanaman yang kalian temui? Mengapa tanaman tersebut tumbuh dengan baik dan subur? Apa yang mempengaruhi kesuburan tanaman tersebut? Lihat hasil panen pada gambar 6, tanaman akan tumbuh subur jika ketersediaan unsur hara dalam tanah lebih banyak.



Gambar 6. Hasil pertanian
(Hasilpanen.com, Mei 2017)



Gambar 7. Pupuk NH_4Cl
(Lautan luas.com, Mei 2017)

Jadi, untuk kesuburan tanah maka diperlukan pupuk supaya ketersediaan unsur hara dalam tanah tetap ada. Salah satu pupuk yang biasa digunakan petani adalah senyawa NH_4Cl (lihat gambar 7, yang berfungsi menambah unsur nitrogen pada hara tanah. Sehingga akan mempercepat

Gambar 4.28 : Apersepsi Praktikum IV Setelah Revisi

15. Praktikum IV menggunakan bahan dipilih dengan massa molar rendah terdapat pada **Gambar 4.29** dan **Gambar 4.30**.

Buku Petunjuk Praktikum Bernuansa *Green Chemistry*
Materi Asam-Basa, Larutan Penyangga, dan Hidrolisis Garam



C. Alat dan Bahan

No.	Bahan Alam	Peralatan Laboratorium	Bahan Kimia
1.	-	7 Tabung reaksi	3 ml Larutan CH_3COONa 0,1 M
2.	-	1 Rak tabung reaksi	3 mL Larutan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0,1 M
3.	-	1 Neraca Analitik	Larutan KNO_3 0,1 M
4.	-	6 Pipet Tetes	3 mL Larutan AlCl_3 0,1 M
5.	-	6 lembar kertas lakmus merah	3 mL Larutan KCl 0,1 M
6.	-	6 lembar kertas lakmus biru	3 mL Larutan Na_2CO_3 0,1 M
7.	-	1 Batang pengaduk	-
8.	-	1 Spatula	-
9.	-	6 lembar kertas indikator Ph	-

Gambar 4.29 : Bahan Praktikum IV Sebelum Revisi

Buku Petunjuk Praktikum Bernuansa *Green Chemistry*
Materi Asam-Basa, Larutan Penyangga, dan Hidrolisis Garam



C. Alat dan Bahan

No.	Bahan	Peralatan Laboratorium
1.	3 ml Larutan CH_3COONa 0,1 M	7 Tabung reaksi
2.	3 mL Larutan NaCl 0,1 M	1 Rak tabung reaksi
3.	3 mL Larutan NH_4Cl	1 Neraca Analitik
4.	3 mL Larutan AlCl_3 0,1 M	6 Pipet Tetes
5.	3 mL Larutan Na_2CO_3 0,1 M	1 Batang pengaduk
6.	3 mL Larutan KCl 0,1 M	1 Spatula
6.	6 lembar kertas lakmus merah	-
7.	6 lembar kertas lakmus biru	-
8.	6 lembar kertas indikator pH	-

Gambar 4.30 : Bahan Praktikum IV Setelah Revisi

16. Kejelasan intruksi pada cara kerja praktikum.

Revisi kejelasan intruksi pada cara kerja

praktikum materi asam basa terdapat pada
Gambar 4.31 dan Gambar 4.32.

E. Cara Kerja

1. Ambillah 7 tabung reaksi, kemudian masing-masing tabung diisi dengan air cuka, air kapur, air tomat, air jeruk, air sabun detergen, pembersih lantai, dan akuades. (**jangan mencicipi ketujuh larutan tersebut dan jangan sampai larutan terkontaminasi dengan larutan lainnya karena akan mengubah sifat-sifat dari larutan tersebut**)
2. Bersihkan **buah naga**, kemudian timbang dengan neraca analitik sebesar 5 g.
3. Tempatkan **buah naga** pada mortal, kemudian digerus sampai halus.
4. Tambahkan 20 mL air untuk mengencerkan sari **kulit buah naga** tersebut
5. Kemudian saring larutan **kulit buah naga** tersebut dengan kertas saring
6. Kemudian masukkan 10 tetes larutan buah naga sebagai indikator alami pada 7 tabung reaksi tersebut.
7. Kocok larutan tersebut dan amati perubahan warna yang terjadi pada campuran larutan tersebut.
8. Ambillah pelat tetes, kemudian masing-masing tabung diisi dengan **7 tetes air cuka, air kapur, air tomat, air jeruk, air sabun detergen, pembersih lantai, dan akuades**. (**Perhatian: jangan mencicipi ketujuh larutan tersebut dan jangan sampai larutan terkontaminasi dengan larutan lainnya**)
9. Masukkan kertas lakmus merah ke dalam masing-masing lekukan pelat tetes.
10. Amati perubahan warna yang terjadi pada kertas lakmus merah tersebut.
11. Masukkan kertas lakmus biru ke dalam masing-masing lekukan pelat tetes.
12. Amati perubahan warna yang terjadi pada kertas lakmus biru tersebut.

Gambar 4.31 : Kejelasan Instruksi Sebelum Revisi

Buku Petunjuk Praktikum Bernuansa *Green Chemistry*
Materi Asam-Basa, Larutan Penyangga, dan Hidrolisis Garam



2. Bersihkan kulit buah naga, kemudian timbang dengan neraca analitik sebesar 5 g.
3. Tempatkan kulit buah naga pada mortal, kemudian digerus sampai halus.
4. Tambahkan 20 mL air untuk mengencerkan sari kulit buah naga tersebut.
5. Kemudian saring larutan kulit buah naga tersebut dengan kertas saring.
6. Kemudian masukkan 7 tetes larutan buah naga sebagai indikator alami pada 7 tabung reaksi tersebut.
7. Kocok larutan tersebut dan amati perubahan warna yang terjadi pada campuran larutan tersebut.
8. Selanjutnya, lakukan percobaan penentuan sifat asam dan basa menggunakan indikator kertas lakmus dengan mengambil pelat tetes, kemudian masing-masing tabung diisi dengan 2 tetes larutan cuka, air kapur, air tomat, air jeruk, larutan sabun detergen, larutan soda kue, dan akuades. (**Perhatian: jangan mencicipi ketujuh larutan tersebut dan jangan sampai larutan terkontaminasi dengan larutan lainnya**)
9. Masukkan kertas lakmus merah ke dalam masing-masing lekukan pelat tetes.
10. Amati perubahan warna yang terjadi pada kertas lakmus merah tersebut.
11. Masukkan kertas lakmus biru ke dalam masing-masing lekukan pelat tetes.
12. Amati perubahan warna yang terjadi pada kertas lakmus biru tersebut.

Gambar 4.32 : Kejelasan Intruksi Setelah Revisi

Revisi dan saran lebih lengkap dapat dilihat pada **Lampiran 9**.

b. Uji Lapangan Produk

Pada uji lapangan ini, produk hasil perbaikan diimplementasikan dalam kelas kecil pada pelaksanaan praktikum ini, dilaksanakan dengan satu kali pertemuan sebelum dilakukan praktikum, peserta didik diperkenalkan terlebih dahulu buku petunjuk praktikum kimia yang bernuansa *green chemistry*. Buku petunjuk praktikum kimia digunakan sebagai panduan untuk melaksanakan praktikum pada materi asam-basa, larutan penyangga, dan hidrolisis garam. Kemudian dilaksanakan praktikum kimia di laboratorium kimia dengan menerapkan prinsip-prinsip *green chemistry*. Peserta didik membaca tata tertib dan kesiapan pelaksanaan praktikum serta mengisi lembar kontrak keselamatan kerja di laboratorium yang terdapat di dalam buku petunjuk praktikum bernuansa *green chemistry*.

Setelah itu peneliti memberikan apersepsi kepada peserta didik. Peneliti membimbing peserta didik untuk melaksanakan praktikum kimia. Peserta didik dibentuk menjadi tiga

kelompok untuk melaksanakan empat praktikum penentuan sifat asam basa pada bahan alam di kehidupan sehari-hari. Peserta didik sangat antusias dalam menguji sifat asam dan basa pada air jeruk, air tomat serta indikator alami dari kulit buah naga. Kemudian melaksanakan praktikum penentuan kadar cuka dengan titrasi asam basa. Peserta didik melakukan titrasi dengan cermat dan penuh hati-hati dengan ditandai perubahan warna pada hasil titrasi. Selanjutnya peserta didik melaksanakan praktikum sifat-sifat larutan penyangga. Peserta didik sangat antusias ketika menambahkan larutan yang bersifat asam, basa, dan netral pada masing-masing tabung reaksi. Setelah itu peserta didik melaksanakan praktikum hidrolisis garam. Peserta didik mencelupkan kertas indikator universal ke masing-masing larutan dan mengamati perubahan warna dengan cermat.

Pada saat melaksanakan praktikum, peserta didik mampu menerapkan prinsip-prinsip *green chemistry* sesuai dengan buku petunjuk praktikum. Setelah melaksanakan praktikum, peserta didik menyajikan hasil pengamatan pada lembar

pengamatan yang sudah disediakan dalam buku petunjuk praktikum bernuansa *green chemistry* dan menjawab beberapa pertanyaan yang terdapat di dalam buku petunjuk praktikum bernuansa *green chemistry*. Kemudian peserta didik menyimpulkan hasil pengamatan dan peneliti memberi refleksi atau evaluasi terhadap penguasaan konsep materi yang telah dipelajari. Kemudian peneliti mengarahkan peserta didik untuk membaca kolom *green chemistry* dengan cermat untuk menambah pengetahuan dan keterampilan proses sains dalam praktikum.

Setelah praktikum selesai, peserta didik dimintai tanggapan terhadap buku petunjuk praktikum bernuansa *green chemistry* yang sudah digunakan. Peserta didik memberikan tanggapan atau respon berupa angket yang dibagikan setelah pelaksanaan praktikum. Hasil angket respon peserta didik terhadap buku petunjuk praktikum bernuansa *green chemistry* dapat dilihat pada **Tabel 4.4.**

Tabel 4.4. Angket Respon Peserta Didik Terhadap
Buku Petunjuk Praktikum Bernuansa *Green
Chemistry*

No.	Kriteria	Skor Total	Keidealan %	Kualitas
1.	Tampilan fisik buku	25	92 %	SB
2.	Kejelasan dan keterbacaan kalimat	18	66 %	B
3.	Konstruktivisme Apersepsi	9	100 %	SB
4.	Aspek <i>Green Chemistry</i>	63	100 %	SB
5.	Keterlaksanaan praktikum	14	77 %	B
6.	Penilaian Laporan Praktikum	18	100 %	SB
Persentase Keseluruhan			89 %	SB

Setelah mengisi angket, peserta didik memberikan beberapa tanggapan, kritik, dan saran. Sebagian besar peserta didik memberikan tanggapan bahwa buku petunjuk praktikum bernuansa *green chemistry* memiliki tampilan fisik dan desain *layout* yang bagus sehingga memotivasi peserta didik untuk membaca buku petunjuk

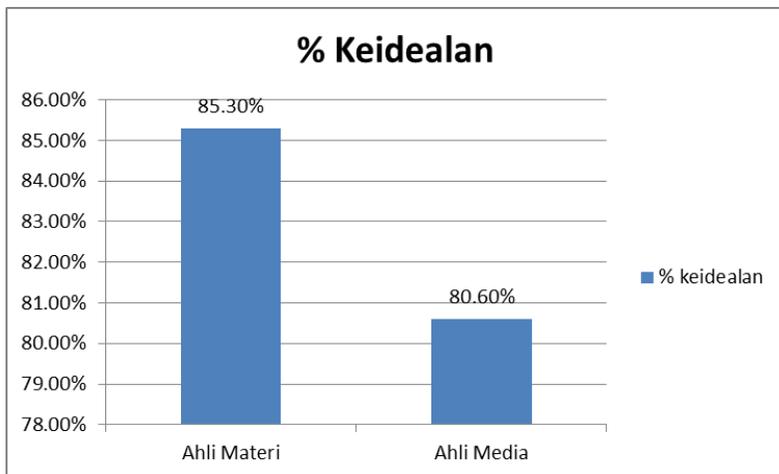
praktikum. Pada aspek kejelasan kalimat dan tingkat keterbacaan, beberapa peserta didik mengalami kesulitan dalam membaca karena tulisan dalam buku petunjuk praktikum terlalu kecil. Pada aspek konstruktivisme apersepsi peserta didik merasa penasaran, antusias dan ingin mengalami secara langsung beberapa praktikum dengan melakukan praktikum.

Pada aspek *green chemistry* peserta didik merasa senang karena mendapatkan pengetahuan baru tentang *green chemistry* pada penggunaan bahan, alat keselamatan kerja, tata tertib praktikum dan limbah yang dihasilkan. Pada aspek keterlaksanaan praktikum, beberapa peserta didik mengalami kesulitan karena sebelum melaksanakan praktikum harus memahami isi buku petunjuk praktikum dengan seksama. Namun ada beberapa peserta didik yang merasa senang dengan keterlaksanaan praktikum yang bernuansa *green chemistry* karena dapat memberi pengetahuan baru. Kemudian pada aspek penilaian laporan praktikum, peserta didik merasa terbantu dan mengetahui contoh format penulisan laporan praktikum yang tepat. Tanggapan peserta

didik terhadap buku petunjuk praktikum dapat dilihat pada **Lampiran 3**.

C. Analisis Data

Berdasarkan **Tabel 4.2**, **Tabel 4.3** dan **Tabel 4.5** selanjutnya dilakukan analisis untuk mengetahui persentase tentang keidealan dan kategori produk (**Gambar 4.5**). Hasil uji lapangan yang dihasilkan dari penilaian validator ahli materi dan validator ahli media pembelajaran berdasarkan kualitas produk secara keseluruhan dapat dilihat pada **Gambar 4.33**.

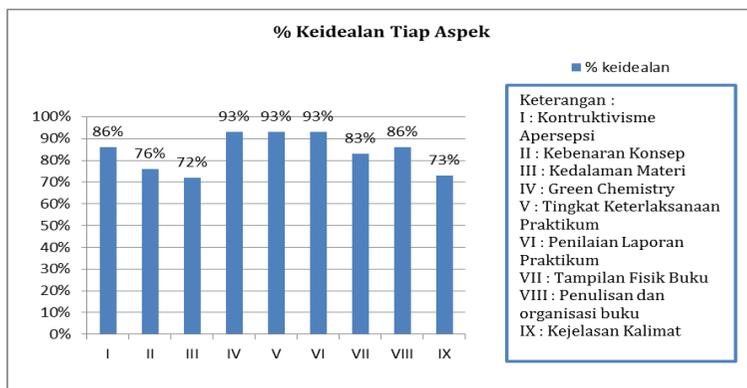


Gambar 4.33. Penilaian Validator Ahli Materi dan Ahli Media

Pada **Gambar 4.33** hasil analisis kualitas produk yang diperoleh dari validator ahli materi menghasilkan

skor rerata keseluruhan dan kategori kualitas produk yang dapat dilihat pada **Lampiran 3**.

Pada penilaian produk buku petunjuk praktikum yang dilakukan tidak hanya menentukan persentase keidealan, tetapi juga ditentukan kategori kualitas penilaian setiap aspek kriteria yang bertujuan untuk mengetahui kualitas produk secara spesifik. Berdasarkan penilaian kualitas buku petunjuk praktikum kimia bernuansa *green chemistry* pada materi asam-basa, larutan penyangga, dan hidrolisis garam yang diperoleh dari validator ahli materi dan validator ahli media pembelajaran disajikan pada **Tabel 4.1 dan Tabel 4.2** dapat digambarkan pada grafik persentase keidealan setiap aspek pada **Gambar 4.34**.

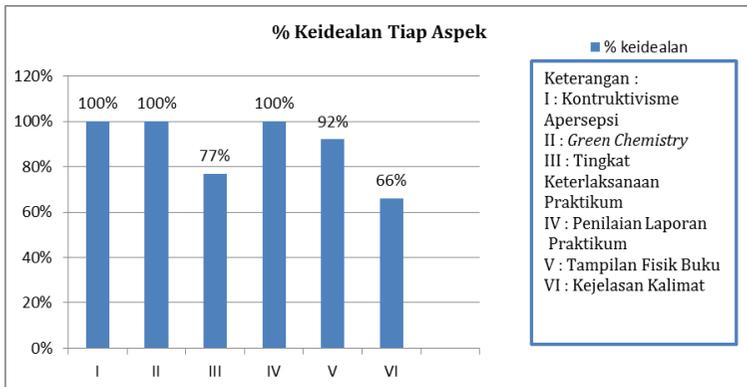


Gambar 4.34 : Kualitas Buku Petunjuk Praktikum Berdasarkan Persentase Keidealan Setiap Aspek

Pada **Gambar 4.34** hasil analisis kualitas produk yang diperoleh dari validator ahli materi menghasilkan skor rerata tiap aspek kriteria dan kategori kualitas produk yang dapat dilihat pada **Lampiran 5**.

Berdasarkan hasil penilaian dari validator ahli materi dan ahli media pembelajaran terhadap kualitas produk, baik kualitas buku petunjuk praktikum secara keseluruhan maupun tiap aspek, maka buku petunjuk praktikum layak diuji cobakan pada pengguna sebenarnya, yaitu peserta didik kelas kecil SMA Institut Indonesia Semarang. Hal ini dikarenakan bahwa buku petunjuk praktikum yang dikembangkan oleh peneliti sesuai dengan yang dikemukakan Arifah (2014), yang menyatakan bahwa buku petunjuk praktikum disusun dalam sebuah buku yang digunakan untuk menunjang ketercapaian suatu pembelajaran serta memuat judul percobaan, tujuan percobaan, dasar teori, alat dan bahan, prosedur kerja, serta pertanyaan-pertanyaan dengan disesuaikan kaidah penulisan ilmiah. Maka dapat diartikan bahwa materi yang tersaji sudah jelas dan tepat sesuai dengan apa yang diajarkan oleh guru mata pelajaran kimia.

Hasil kualitas buku petunjuk praktikum kimia berdasarkan tanggapan peserta didik dapat dilihat pada **Gambar 4.35**.



Gambar 4.35. Kualitas Buku Petunjuk Praktikum Berdasarkan Respon Peserta Didik

Berdasarkan gambar dapat dilihat, bahwa persentase aspek konstruktivisme apersepsi, *green chemistry*, dan penilaian laporan praktikum yaitu 100 %, ketiganya memiliki kategori sangat baik. Persentase keidealan aspek tampilan fisik buku mencapai 92 % dengan kategori sangat baik. Persentase tingkat keterlaksanaan praktikum dan keidealan kejelasan kalimat serta keterbacaan yaitu 77% dan 66 % yang masuk dalam kategori baik. Hal ini menunjukkan bahwa buku petunjuk praktikum kimia bernuansa *green chemistry* layak digunakan dalam pelaksanaan praktikum di laboratorium dikategorikan sangat baik.

Setelah dilakukan analisis data, pengembangan buku petunjuk praktikum kimia bernuansa *green chemistry* pada asam-basa, larutan penyangga, dan hidrolisis garam diharapkan menjadi solusi permasalahan yang dialami peserta didik SMA Institut Indonesia Semarang. Permasalahan tersebut sebagai berikut :

1. Peserta didik tidak mendapatkan buku petunjuk praktikum kimia.

Peneliti memberikan solusi dengan menyusun buku petunjuk praktikum kimia dengan harapan peserta didik dapat mempelajari materi praktikum kimia dan mendapatkan arahan ketika melaksanakan praktikum. Berdasarkan hasil respon peserta didik buku petunjuk praktikum mampu memberikan arahan dan informasi dalam melaksanakan praktikum. Buku petunjuk praktikum dapat dilihat pada **Gambar 4.36**.

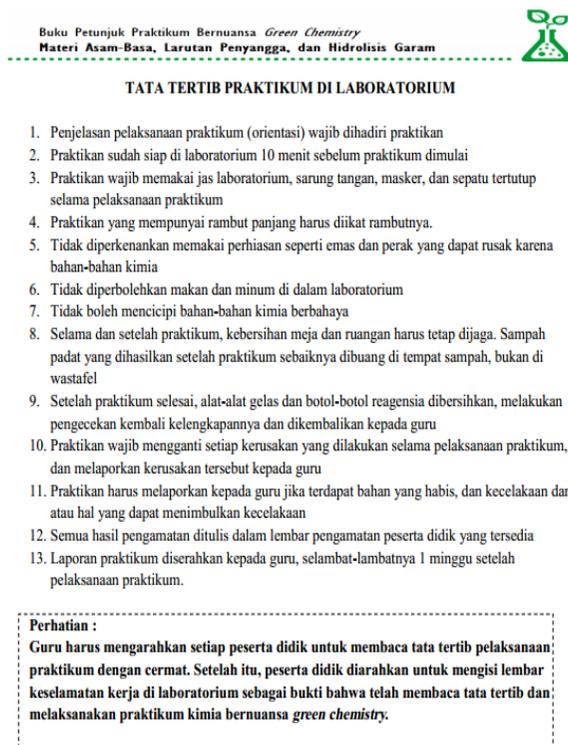


Gambar : 4.36 Buku Petunjuk Praktikum Kimia

2. Pembelajaran praktikum di sekolah kurang memberi penekanan terhadap tata tertib pelaksanaan praktikum.

Peneliti memberikan solusi untuk membuat tata tertib pelaksanaan praktikum kimia di laboratorium dan penyediaan lembar kontrak keselamatan kerja di laboratorium. Hal ini seorang guru seharusnya dapat memberi penekanan kepada peserta didik untuk membimbing dan mengarahkan tata tertib pelaksanaan

praktikum. Harapannya peserta didik disiplin untuk mematuhi tata tertib dan terbiasa melaksanakan praktikum. Berdasarkan hasil respon peserta didik buku petunjuk praktikum *green chemistry* mampu memberikan arahan dan intruksi dalam mematuhi tata tertib ketika praktikum. Tata tertib pelaksanaan dan kontrak keselamatan kerja tersebut terdapat pada **Gambar 4.37 dan Gambar 4.38.**



Gambar 4.37 Tata tertib Praktikum



**LEMBAR KONTRAK KESELAMATAN KERJA DAN PENERAPAN
 PRAKTIKUM PENENTUAN SIFAT ASAM DAN BASA BERNUANSA
 GREEN CHEMISTRY DI LABORATORIUM**

Saya telah membaca semua tata tertib pelaksanaan praktikum bernuansa *green chemistry* di atas dan saya menyetujui semua hal yang berhubungan dengan praktikum di dalam laboratorium ini.

Nama :
 No. Absen :
 Kelas :
 Judul Praktikum :
 Tgl. Praktikum :
 Rekan Kelompok :

Semarang,20..

()

Gambar 4.38 Lembar Kontrak Keselamatan Kerja

3. Peserta didik kurang memahami materi praktikum meliputi manfaat/aplikasi/ccontoh di kehidupan sehari-hari karena panduan pelaksanaan praktikum yang tersedia di sekolah hanya menyajikan prosedur kerja saja.

Peneliti memberikan apersepsi supaya peserta didik mempunyai gambaran, kemudian mengetahui manfaat dari sesuatu di sekitar sehingga termotivasi mau memahami materi serta prosedur kerja praktikum.

Hal ini menjadikan peserta didik dapat mengkontruksi pemahaman dengan hasil pengamatan. Berdasarkan respon peserta didik terhadap apersepsi adalah buku petunjuk praktikum mampu menarik perhatian peserta didik untuk memiliki gambaran awal mengenai materi yang akan dipelajarinya. Apersepsi terdapat pada **Gambar 4.39**.

PRAKTIKUM IV HIDROLISIS GARAM

Pemakah kalian pergi ke sawah? Bagaimanakah kondisi tanaman yang kalian temui? Mengapa tanaman tersebut tumbuh dengan baik dan subur? Apa yang mempengaruhi kesuburan tanaman tersebut? Lihat hasil panen pada gambar 6, tanaman akan tumbuh subur jika ketersediaan unsur hara dalam tanah lebih banyak.



Gambar 6. Hasil pertanian
(Hasilpanen.com, Mei 2017)

Gambar 7. Pupuk NH_4Cl
(Lautan luas.com, Mei 2017)

Gambar 4.11 : Bagian Apersepsi

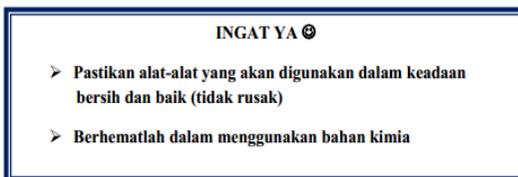
4. Peserta didik kurang mengetahui sifat dari bahan-bahan dalam praktikum.

Peneliti memberikan suatu solusi untuk menambahkan kolom peringatan dan intruksi kepada peserta didik dalam melaksanakan praktikum yang meminimalisir banyaknya limbah hasil praktikum dan pemerhatian terhadap keselamatan kerja. Harapannya,

perlu adanya penekanan seorang guru kepada peserta didik untuk mengarahkan dan memperhatikan bahan-bahan dalam praktikum. Respon peserta didik adalah mereka mau mendengarkan arahan dan intruksi dari peneliti, sehingga mampu menerapkan prinsip-prinsip *green chemistry* dalam pelaksanaan praktikum. Kolom intruksi dapat dilihat pada **Gambar 4.40**.

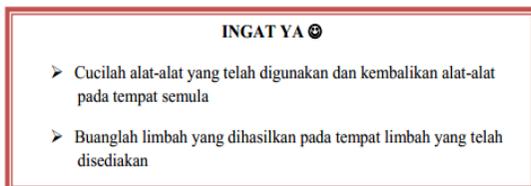
D. Alat Keselamatan Kerja

1. Masker
2. Sarung tangan
3. Jas laboratorium



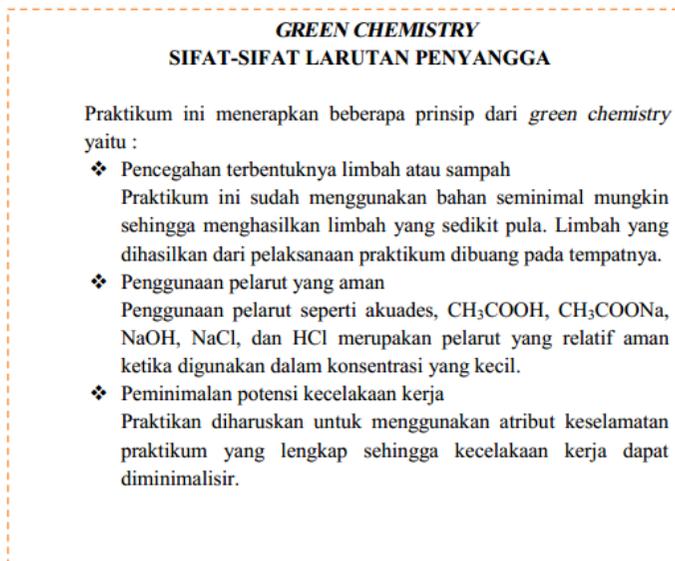
E. Cara Kerja

1. Sediakan 7 tabung reaksi yang bersih dan masing-masing diisi dengan 2 mL larutan-larutan CH_3COONa 0,1 M, NaCl 0,1 M, AlCl_3 0,1 M, KCl 0,1 M, NH_4Cl 0,1 M, dan Na_2CO_3 0,1 M yang telah dibuat. (**Perhatian: jangan sampai ke 6 larutan tersebut terkontaminasi, karena akan mengubah sifat dari larutan-larutan tersebut**)
2. Ukurlah pH tiap-tiap larutan dengan menggunakan kertas indikator universal kemudian catat hasil pengamatan.



Gambar 4.40. Kolom Instruksi Praktikum

5. Peserta didik tidak mengetahui penerapan prinsip-prinsip *green chemistry* dalam pelaksanaan praktikum. Oleh karena itu, peneliti memberikan kolom *green chemistry* di setiap praktikum supaya peserta didik mengetahui dan menerapkan beberapa prinsip dari *green chemistry*. Respon peserta didik adalah kolom *green chemistry* dapat memberikan pengetahuan baru dan meningkatkan kehati-hatian dalam melaksanakan praktikum sehingga, penerapan prinsip-prinsip *green chemistry* dapat tercapai dalam proses praktikum. Kolom *green chemistry* dapat dilihat pada **Gambar 4.41**.



Gambar 4.41. Kolom *Green Chemistry*

D. Prototipe Hasil Pengembangan

Setelah mendapat nilai dari validator dan tanggapan peserta didik maka hasil akhir desain buku petunjuk praktikum bernuansa *green chemistry* adalah sebagai berikut :

1. Halaman Depan Buku Petunjuk Praktikum

Pada bagian halaman depan tertulis buku petunjuk praktikum kimia bernuansa *green chemistry* pada asam-basa, larutan penyangga, dan hidrolisis

garam. Halaman depan buku petunjuk praktikum kimia dapat dilihat pada **Gambar 4.42**.



Gambar 4.42. Halaman Depan Buku Petunjuk Praktikum

2. Halaman Kompetensi Dasar

Pada halaman ini disebutkan kompetensi dasar dari materi asam-basa, larutan penyangga, dan hidrolisis garam pada buku petunjuk praktikum. Halaman kompetensi terdapat dalam **Gambar 4.43**.



KOMPETENSI DASAR

- 4.1 Mendeskripsikan teori-teori asam basa dengan menentukan sifat larutan dan menghitung pH larutan
- 4.2 Menghitung banyaknya pereaksi dan hasil reaksi dalam larutan elektrolit dari hasil titrasi asam basa
- 4.3 Mendeskripsikan sifat larutan penyangga dan peranan larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup
- 4.4 Menentukan jenis garam yang mengalami hidrolisis dalam air dan pH larutan garam tersebut

Gambar 4.43. Halaman Kompetensi Dasar

3. Selayang Pandang Buku Petunjuk Praktikum Kimia Bernuansa *Green Chemistry*

Pada halaman ini mendiskripsikan buku petunjuk praktikum kimia yang bernuansa *green chemistry*. Halaman selayang pandang buku petunjuk praktikum kimia bernuansa *green chemistry* dapat dilihat pada **Gambar 4.44.**

Selayang Pandang Tentang Buku Petunjuk Praktikum Kimia Bernuansa *Green Chemistry*

Buku petunjuk praktikum kimia bernuansa *green chemistry* ini dikembangkan berdasarkan dua belas prinsip *green chemistry* yang telah dikemukakan oleh Anastas dan Warner (1998). Buku ini berisi praktikum-praktikum kimia sederhana dengan menggunakan bahan kimia secara tepat. Sejalan dengan kesadaran akan bahaya bahan kimia berbahaya dan semakin tinggi pencemaran udara di muka bumi, maka muncul suatu gagasan untuk mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya. Gagasan tersebut tertuang dalam *green chemistry* yang merupakan suatu konsep teknologi kimia inovatif dengan mengurangi penggunaan maupun produksi bahan kimia berbahaya, pembuatan dan penggunaan produk kimia. Tujuan dari *green chemistry* adalah mengurangi limbah, meminimalkan penggunaan bahan-bahan yang berbahaya, mengurangi penggunaan energi dan sumber daya alam tidak terbarukan, dan menggunakan bahan kimia secara efisien. Terdapat dua belas prinsip umum yang mendasari teknologi *green chemistry* yaitu:

1. Mencegah produksi limbah berbahaya.
2. Memaksimalkan ekonomi atom.
3. Desain sintesis dan produk kimia yang aman untuk menghasilkan zat yang tidak beracun.
4. Desain bahan kimia yang tidak berbahaya.
5. Perancangan bahan kimia yang aman.
6. Penggunaan pelarut dan zat tambahan yang aman.
7. Meningkatkan efisiensi energi dalam proses kimia.
8. Penggunaan bahan kimia terbarukan (*renewable*).
9. Menghindari penggunaan bahan kimia yang bersifat derivatif.
10. Penggunaan katalis.
11. Menganalisis *real time* untuk mencegah polusi.
12. Meminimalkan potensi kecelakaan kerja di dalam laboratorium.

Gambar 4.44. Halaman Selayang Pandang Buku

Petunjuk Praktikum Bernuansa *Green Chemistry*

4. Halaman Lembar Kontrak Keselamatan Kerja

Pada halaman ini mengarahkan peserta didik untuk mengisi lembar tersebut sebagai bukti telah membaca tata tertib dengan cermat dan kesiapan menerapkan prinsip *green chemistry* dalam pelaksanaan praktikum. Lembar kontrak keselamatan kerja terdapat pada **Gambar 4.45**.



**LEMBAR KONTRAK KESELAMATAN KERJA DAN PENERAPAN
 PRAKTIKUM PENENTUAN SIFAT ASAM DAN BASA BERNUANSA
 GREEN CHEMISTRY DI LABORATORIUM**

Saya telah membaca semua tata tertib pelaksanaan praktikum bernuansa *green chemistry* di atas dan saya menyetujui semua hal yang berhubungan dengan praktikum di dalam laboratorium ini.

Nama :
 No. Absen :
 Kelas :
 Judul Praktikum :
 Tgl. Praktikum :
 Rekan Kelompok :

Semarang,20..

()

Gambar 4.45. Lembar Kontrak Keselamatan Kerja

5. Isi Materi Praktikum

Isi materi praktikum mencakup judul praktikum, apersepsi, tujuan praktikum, konsep kunci, alat dan bahan dalam praktikum. Isi materi praktikum terdapat pada **Gambar 4.46**.

**PRAKTIKUM II
TITRASI ASAM BASA**

Pernahkah kalian membeli cuka di pasar? Keterangan apa yang tertulis dalam label botol cuka tersebut? Apakah kalian pernah mengamati? Berapakah kadar cuka yang tertera dalam label? Seperti gambar 4 di samping, biasanya pada label produk cuka tertulis kadar cuka sebesar 25%. Tetapi, apakah benar bahwa produk cuka tersebut kadarnya 25%? Karena kadar zat yang tercantum pada label zat-zat kimia yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari atau diperdagangkan secara bebas seperti asam cuka tersebut bisa jadi tidak sesuai dengan kenyataan. Nah, untuk memastikan kadar cuka yang sebenarnya, kita dapat melakukan percobaan titrasi berikut.



Gambar 4. Larutan Cuka Dapur
(Dokumen Pribadi, April 2017)

A. Tujuan Praktikum

Untuk menentukan kadar cuka dengan titrasi asam basa

B. Konsep Kunci

Setelah peserta didik melaksanakan praktikum diharapkan peserta didik memiliki pemahaman konsep :

Titrasi sebagai dasar penyelidikan dan perhitungan untuk menguji kecocokan kadar suatu zat yang terdapat pada label produk dengan konsentrasi zat tersebut melalui percobaan.

C. Alat dan Bahan

No.	Bahan	Peralatan Laboratorium
1.	5 mL cuka dapur	1 Buret 50 mL
2.	60 mL NaOH 0,100 M	3 Labu erlenmeyer 250 mL
3.	Indikator PP	4 Pipet tetes
4.	Akuades	2 Gelas beaker 250 mL
5.	-	1 Labu ukur 50 mL
6.	-	1 Gelas ukur 10 mL
7.	-	1 Corong

Gambar 4.46. Isi Materi Praktikum

6. Lembar Pengamatan Peserta Didik

Pada lembar pengamatan peserta didik berupa data pengamatan, pertanyaan, dan komentar guru terhadap data hasil praktikum peserta didik. Lembar pengamatan peserta didik dapat dilihat pada **Gambar 4.47**.



**LEMBAR PENGAMATAN PESERTA DIDIK
 PRAKTIKUM TITRASI ASAM BASA**

Percobaan ke-	Perubahan warna pada larutan	Volume NaOH (mL)	Volume CH ₃ COOH (mL)
1			10 mL
2			10 mL
3			10 mL

Pertanyaan :

- Hitunglah konsentrasi CH₃COOH yang terkandung dalam cuka dapur berdasarkan :
 - Eksperimen,
 - Label pada botol (massa jenis : 0,95g/mL)
- Mengapa pada titrasi ini digunakan indikator fenolftalein ?
- Buatlah kesimpulan pada praktikum titrasi asam dan basa !

Komentar Guru

.....

Semarang,20..
 Guru Kimia

()

Gambar 4.47. Lembar Pengamatan Peserta Didik

7. Kolom *Green Chemistry* pada Setiap Materi Praktikum

Kolom green chemistry berisi beberapa prinsip yang terdapat dalam materi praktikum peserta didik.

Kolom green chemistry terdapat pada **Gambar 4.48**.

GREEN CHEMISTRY**HIDROLISIS GARAM**

Praktikum ini menerapkan beberapa prinsip dari *green chemistry* yaitu :

- ❖ Pencegahan terbentuknya limbah atau sampah
Praktikum ini sudah menggunakan bahan seminimal mungkin sehingga menghasilkan limbah yang sedikit pula. Limbah yang dihasilkan dari pelaksanaan praktikum dibuang pada tempatnya.
- ❖ Desain bahan dan produk yang aman
Penggunaan bahan alam yang digunakan adalah larutan garam yang bersifat aman dan ramah lingkungan.
- ❖ Penggunaan pelarut yang aman
Penggunaan pelarut seperti akuades, CH_3COONa , NaCl , KCl , AlCl_3 , NH_4Cl , dan Na_2CO_3 merupakan pelarut yang relatif aman karena digunakan pada konsentrasi yang kecil.
- ❖ Peminimalan potensi kecelakaan kerja
Praktikan diharuskan untuk menggunakan atribut keselamatan praktikum yang lengkap sehingga kecelakaan kerja dapat diminimalisir.

Gambar 4.48. Kolom *Green Chemistry*

Setelah dilakukan uji validasi ke ahli materi dan ahli media, serta respon oleh peserta didik maka peneliti mengembangkan prototipe tersebut dengan beberapa tahapan yaitu pendefisian yang terdiri dari analisis ujung depan, analisis karakteristik peserta didik, analisis tugas, analisis konsep, dan merumuskan tujuan. Kemudian dilakukan tahapan perancangan

produk dan pengembangan produk buku petunjuk praktikum bernuansa *green chemistry*. Setelah dilakukan validasi produk oleh beberapa validator ahli materi, ahli media, dan uji coba lapangan menunjukkan bahwa buku petunjuk praktikum layak diterapkan dalam pembelajaran kimia kelas besar karena produk hasil pengembangan telah dilengkapi dengan arahan kepada guru untuk memastikan atau benar-benar mengontrol pelaksanaan praktikum bernuansa *green chemistry* (lembar kontrak keselamatan kerja dan kolom instruksi *green chemistry*) dan juga dilengkapi stimulan kepada peserta didik untuk membuat kesimpulan atau menemukan konsep yang sedang dipelajarinya secara mandiri. (lembar pengamatan dan pertanyaan). Selain itu, produk hasil pengembangan membuka peluang dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui tingkat keefektifan buku petunjuk praktikum kimia terhadap variabel lainnya seperti hasil belajar dan keterampilan proses sains peserta didik.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Cara penyusunan buku petunjuk praktikum bernuansa *green chemistry* dengan melakukan tahapan sebagai berikut:
 - a. Pendahuluan yang meliputi analisis ujung depan, analisis karakteristik peserta didik, analisis tugas, analisis konsep, dan perumusan tujuan pelaksanaan praktikum.
 - b. Perancangan meliputi pengumpulan referensi, pemilihan format kriteria, pembuatan rancangan buku petunjuk praktikum,
 - c. Pengembangan dengan membuat buku petunjuk praktikum bernuansa *green chemistry* yang disesuaikan dengan tujuan pembelajaran dan kebutuhan peserta didik.
2. Kualitas buku petunjuk praktikum kimia bernuansa *green chemistry* berdasarkan penilaian ahli materi mendapatkan kategori sangat baik dengan persentase 85,3 % , penilaian ahli media

mendapatkan kategori baik dengan persentase 80,6 %. Sedangkan berdasarkan respon peserta didik buku petunjuk praktikum mendapatkan kategori sangat baik dengan persentase 89 %. Hal ini menunjukkan bahwa buku petunjuk praktikum kimia bernuansa *green chemistry* layak digunakan dalam pelaksanaan praktikum di laboratorium dikategorikan sangat baik.

B. Saran

Adapun saran pemanfaatan pada pengembangan produk sebagai berikut :

1. Buku petunjuk praktikum kimia bernuansa *green chemistry* perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui tingkat keefektifan terhadap variabel lainnya seperti hasil belajar dan keterampilan proses sains peserta didik.
2. Buku petunjuk praktikum bernuansa *green chemistry* perlu diuji cobakan dalam kelas besar dalam tahap *disseminate*.
3. Buku petunjuk praktikum bernuansa *green chemistry* perlu dikembangkan lebih lanjut dengan materi pokok yang berbeda dan tingkat kelas yang berbeda pula supaya dihasilkan produk baru.

DAFTAR PUSTAKA

- Adimiharja, Mintarsih. 2011. *Penyelenggaraan Praktikum, Peningkatan Mutu Pembelajaran Higher Education Development Support*. Lokakarya. Lampung. UNILA.
- Arsyad, Azhar. 2010. *Media Pembelajaran*. Jakarta : Rajawali Press.
- Brady, JE. 1999. *Kimia Universitas Asas dan Struktur*. Bandung: Binarupa Aksara.
- Chang, Raymond. 2005. *Kimia Dasar Konsep-Konsep Inti Edisi Ketiga Jilid II*. Jakarta : Erlangga.
- Djamarah, Syaiful B. & Aswan Zain. 1997. *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: Rineka Cipta.
- EPA. 2013. *Green Chemistry*. Diakses pada 20 November 2016 pukul 16.06 , dari <http://www.epa.gov/greenchemistry/>
- Husniyah, Fatihah. 2016. *Pengembangan Buku Petunjuk Praktikum Kimia Berbasis Green Chemistry Materi Laju Reaksi Untuk SMA/MA Kelas XI Semester 1*. Skripsi. Yogyakarta: Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga.
- Iqbal, Syed Aftab dan Neelofar Iqbal. 2011. *Textbook of Green Chemistry*. New Delhi : Discovery Publishing House PVT. LTD.
- Khamidinal. 2012. *Teknik Laboratorium Kimia*. Yogyakarta : Pustaka Pelajar.

- Lancaster, Mike. 2010. *Green Chemistry: An Introductory Text, 2nd Edition*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- Majid. 2013. *Strategi Pembelajaran*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Moran, Lisa & Masciangioli, Tina. 2010. *Keselamatan dan Keamanan Laboratorium Kimia: Panduan Pengelolaan Bahan Kimia dengan Bijak*. Washington: The National Academi Press.
- Mulyono HAM. 2012. *Membuat Reagen Kimia di Laboratorium*. Jakarta : Bumi Aksara
- Oxtoby, dkk. 2001. *Prinsip-Prinsip Kimia Modern*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Sanjaya, Wina. 2007. *Kajian Kurikulum dan Pembelajaran, Bandung* : Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia.
- Sastrohamidjojo, Hardjono. 2012. *Kimia Dasar*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Septiana, Nurul. 2016. *Pengembangan Buku Petunjuk Praktikum Berbasis Green Chemistry untuk SMA/MA Kelas XI Semester 2*. Skripsi. Yogyakarta: Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga.
- Sitorus, Marham dan Ani Sutiani. 2012. *Laboratorium Kimia Pengelolaan dan Manajemen*. Yogyakarta : Graha Ilmu
- Sivasailan, Thiagarajan. 1974. *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children*. Washington DC: Indiana Univ. Blomington.

- Slameto. 2015. *Belajar dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung : Alfabeta.
- Sugiyono. 2011. *Statistika Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Thobroni, Muhammad & Arif Mustofa. 2011. *Belajar dan Pembelajaran Pengembangan Wacana dan Praktik Pembelajaran dalam Pembangunan Nasional*. Yogyakarta : Ar-Ruz Media.
- Widoyoko, Eko Putro. 2010. *Evaluasi Progam Pembelajaran*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama : Ummi Azizah
2. TTL : Pati, 17 Agustus 1995
3. Jenis Kelamin : Perempuan
4. Agama : Islam
5. NIM : 133711027
6. Alamat Rumah : Desa Sambilawang RT.01 RW.02
Kec.Trangkil Kab.Pati
7. No HP : 085770723327
8. E-mail : uumazizah@rocketmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal
 - a. TK Pertiwi Sambilawang (Lulus Tahun 2001)
 - b. SDN Sambilawang (Lulus Tahun 2007)
 - c. Madin Darul Ulum Sambilawang (Lulus Tahun 2007)
 - d. MTs Raudlatul Ulum Guyangan (Lulus Tahun 2010)
 - e. MA Raudlatul Ulum Guyangan (Lulus Tahun 2013)
 - f. UIN Walisongo Semarang
2. Pendidikan non Formal

Semarang, 12 Juni 2017

Ummi Azizah

133711027