

**PENGEMBANGAN ALAT PENENTUAN TITIK BEKU LARUTAN
DENGAN MEMODIFIKASI SISTEM PENDINGIN**

(Skripsi)

Oleh

RAHMALITA TIARI PUTRI



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

ABSTRAK

PENGEMBANGAN ALAT PENENTUAN TITIK BEKU LARUTAN DENGAN MEMODIFIKASI SISTEM PENDINGIN

Oleh

Rahmalita Tiari Putri

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat praktikum penurunan titik beku larutan. Desain pada penelitian ini menggunakan desain R&D (*Research and Development*). Tahapan yang digunakan yaitu penelitian dan pengumpulan informasi, perencanaan, pengembangan format produk awal, uji coba produk awal, dan revisi produk. Pengembangan ini memperhatikan enam aspek yang dilakukan dalam pengembangan alat yaitu aspek keterkaitan dengan bahan ajar, nilai pendidikan, ketahanan alat, efisiensi penggunaan alat, keamanan bagi siswa dan ketepatan pengukuran. Hasil penilaian validator terhadap desain alat praktikum yang dilakukan memiliki kriteria rata-rata sangat tinggi yaitu 95,83%, sehingga pengembangan alat praktikum ini dinyatakan valid. Semua komponen alat memiliki fungsi yang baik berdasarkan hasil uji keberfungsian terhadap mahasiswa semester awal pendidikan kimia Universitas Lampung dan tanggapan 2 orang guru kimia kelas XII di SMAN 8 Bandar Lampung.

Berdasarkan hasil, dapat disimpulkan bahwa alat yang dikembangkan layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran.

Kata kunci : modifikasi alat praktikum, sifat koligatif, penurunan titik beku larutan, modifikasi sistem pendingin.

**PENGEMBANGAN ALAT PENENTUAN TITIK BEKU LARUTAN
DENGAN MEMODIFIKASI SISTEM PENDINGIN**

Oleh

RAHMALITA TIARI PUTRI

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PENDIDIKAN

pada

Program Studi Pendidikan Kimia
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

Judul Skripsi : **PENGEMBANGAN ALAT PENENTUAN
TITIK BEKU LARUTAN DENGAN
MEMODIFIKASI SISTEM PENDINGIN**

Nama Mahasiswa : **Rahmalita Tiari Putri**

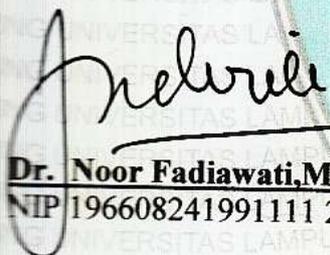
Nomor Pokok Mahasiswa : 1213023054

Program Studi : Pendidikan Kimia

Jurusan : Pendidikan MIPA

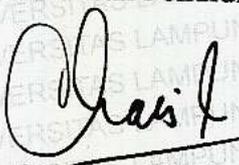
Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan




Dr. Noor Fadiawati, M.Si.
NIP 196608241991111 2 001


Lisa Tania, S.Pd., M.Sc
NIP 19860728200812 2 001

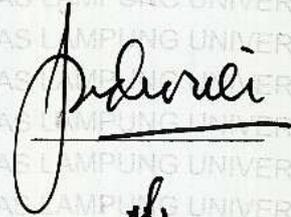
2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA


Dr. Caswita, M.Si.
NIP 19671004 199303 1 004

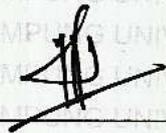
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

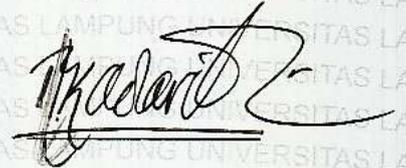
Ketua : Dr. Noor Fadiawati, M.Si.



Sekretaris : Lisa Tania, S.Pd., M.Sc



**Penguji
Bukan Pembimbing : Dra. Nina Kadaritna, M.Si.**



Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Dr. H. Muhammad Fuad, M.Hum.
NIP 19590722 198603 1 003



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 29 September 2016

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rahmalita Tiari Putri

NPM : 1213023054

Fakultas/ Jurusan : KIP/ Pendidikan MIPA

Program Studi : Pendidikan Kimia

Alamat : Jl.H.Komarudin Perum Sejahtera G.28 Natar, Lampung

Selatan

dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang dituliskan atau diterbitkan orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu saya menyatakan pula, bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila terdapat pernyataan tidak sesuai, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 30 September 2016

Yang Menyatakan



[Handwritten Signature]
Rahmalita Tiari Putri
1213023054

RIWAYAT HIDUP

Rahmalita Tiari Putri lahir di Padang Cermin pada tanggal 21 Juni 1995, merupakan anak kedua dari dua bersaudara pasangan Bapak Sugeng Riyadi dan Ibu Ratna Prihatin Ningsih.

Pendidikan yang ditempuh penulis adalah pendidikan dasar di SDN 4 Padang Cermin yang diselesaikan pada tahun 2006. Pendidikan tingkat pertama ditempuh di SMPN 4 Padang Cermin yang diselesaikan pada tahun 2009. Kemudian pendidikan dilanjutkan pada tingkat atas di SMA UTAMA 2 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2012. Selanjutnya dilanjutkan kembali pada tahun ke Perguruan Tinggi pada tahun 2012, dan terdaftar pada Program Studi Pendidikan Kimia (S1) Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung melalui jalur Ujian Mandiri.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah mengikuti organisasi Himpunan Mahasiswa Eksakta (HIMASAKTA) 2013 dan juga telah mengikuti Kuliah Kerja Nyata Kependidikan Terintegrasi (KKN-KT) pada bulan Juli hingga September 2015 yang dilaksanakan di Pekon Pugung Penengahan dan SMA Negeri 1 Lemong Kabupaten Pesisir Barat.

Persembahan

Ucapan syukur yang tak pernah berhenti terucap atas segala rahmat, karunia, dan nikmat yang telah Tuhan YME berikan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, karya ini kupersembahkan untuk:

Bapak Sugeng Riyadi dan Ibu tercinta Ratna Prihatin Ningsih yang dimuliakan oleh Allah SWT

Terima kasih atas segala doa, upaya, waktu dan materi yang telah diberikan karena berkat semua yang kalian berikan, saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik meskipun dengan penuh perjuangan.

Terima kasih untuk semua semangat dan nasihat yang selalu kalian ucapkan disetiap saya merasa bosan, lelah dan jenuh akan semua yang saya sedang lakukan

Semoga karya saya dapat memberikan senyum kebahagiaan untuk ibu dan bapak, dan semoga Allah SWT selalu memberikan kesehatan, kemudahan, dan semua hal baik untuk ibu dan bapak baik itu di dunia maupun akhirat, Aamiin.

Kakakku tercinta dan ter ter semuanya Hafidz Randi Julihandita

Terima kasih atas doa dan dukungan kakak yang sudah membuat saya banyak belajar dan banyak mengerti bagaimana cara bersahabat, bersosialisasi dan berfikir lebih maju.

Terima kasih juga karna kakak selalu memenuhi apa yang saya inginkan serta memberikan banyak nasihat dalam kehidupan pribadi saya. Semoga Allah SWT Membalas semua hal baik yang sudah kakak ajarkan kepada saya.

Keluarga dan semua sahabat-sahabatku, dan orang-orang yang kusayangi yang tak dapat aku sebutkan satu persatu.

Almamaterku tercinta Universitas Lampung

MOJJO

Kesulitan itu ibarat seorang bayi. Hanya bisa berkembang dengan cara merawatnya (Douglas Jerrold)

Keberhasilan adalah kemampuan untuk melewati dan mengatasi dari satu kegagalan ke kegagalan berikutnya tanpa kehilangan semangat (Winston Churchill)

“The formulas of a success are a hard work and never give up (Albert Einstein)

Dalam hidup kita, kitalah pemeran utamanya (Hafidz Randi)

Selagi kamu masih bisa mengerjakannya sendiri, maka lakukanlah semua itu dengan sendiri (Rahmalita)

SANWACANA



Puji Syukur penulis hanturkan kehadiran Allah S.W.T, karena berkat rahmat dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengembangan Alat Penentuan Titik Beku Larutan Dengan Memodifikasi Sistem Pendingin” ini sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Sarjana Pendidikan Kimia Universitas Lampung dan dapat diselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan ini secara tulus penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada mereka yang penuh kesabaran dan dedikasi membantu penulis dalam proses menyelesaikan skripsi ini :

1. Ibu Dr. Noor Fadiawati, M.Si., Ibu Lisa Tania, S.Pd. M.Sc., dan Ibu Dra. Nina Kadaritna, M.Si., terima kasih atas waktu, saran, kritik, dukungan dan kesabarannya selama proses bimbingan sehingga, skripsi ini dapat dibuat dan diselesaikan dengan baik serta penulis juga belajar arti disiplin dan kerja keras.
2. Ayahku Tercinta Sugeng Riyadi, Ibuku Tercinta Ratna Prihatin Ningsih dan Kakakku Hafidz Randi Juli Handita terima kasih untuk cinta yang tiada tara, doa-doanya dan material yang diberikan, keluarga besar yang telah memberikan cinta dan kasih sayang serta dorongan material dan spiritual dalam menyelesaikan kuliah di Program Studi Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung.

3. Teman seperjuanganku Nova Dwi Pantara (zombie) yang sama-sama menjadi korban php alat pengembangan terima kasih untuk semua dukungannya.
4. Teman-teman rumpi, kreatif, jahil, susah dan senang didunia perkuliahan dan kehidupan yang kadang bisa jadi emak, kakak, sahabat, kawan seototan Elmina Indah Oktaviani, Lusia Tiara Arumsari, Emanuella Ayu Pratisa, Siti Nur Halimah yang suka ngajak cuci mata kalau sudah mulai penat dengan skripsi dan suka jalan walaupun kondisi keuangan terbatas.
5. Teman seangkatan kimia 2012 yang selalu memberi arahan dan motivasi bagi penulis baik di dalam maupun di luar kampus.
6. Sahabat-sahabat SMA Atika Tri Wulandari, Dwi Anggraini, Wen Ardi Baramega, Yati octavia, Eryn Tria, Yongki Lavia Foda, Sinta Amalia, Dewi mawarni, juni febriyanto yang selalu memberi support dan mendengarkan curhatan penulis dalam hidup dan mengejar gelar S.Pd. di Universitas Lampung.

Penulis menyadari akan keterbatasan pengetahuan dan kemampuan yang dimiliki penulis, untuk kesempurnaan penulisan skripsi ini penulis mengharapkan saran dan kritik dari semua pihak yang berkepentingan dengan topik ini. Penulis berharap hasil dan penulisan skripsi ini dapat memberi manfaat bagi yang memerlukan.

Bandar Lampung, September 2016

Penulis

Rahmalita Tiari Putri

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	7
D. Manfaat Penelitian	8
E. Ruang Lingkup	8
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Sarana dan Prasarana	9
B. Alat Praktikum/Alat Peraga	10
C. Penelitian Yang Relevan.....	12
D. Penurunan Titik Beku Larutan.....	15
III. METODOLOGI PENELITIAN	
A. Metode Penelitian	18
B. Instrument penelitian	25
C. Teknik Pengumpulan Data	28
D. Teknik Analisis Data	29
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Penelitian dan Pengumpulan Data	33
B. Perencanaan	36
C. Pengembangan Format Produk Awal	37
D. Uji Coba Lapangan Awal.....	56
V. SIMPULAN DAN SARAN	
A. Simpulan	60
B. Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
1. Analisis Kebutuhan Guru	66
2. Analisis Kebutuhan Siswa	73
3. Instrumen Validasi Desain kelayakan	78
4. Rekapitulasi Hasil Validasi Desain	81
5. Pedoman wawancara analisis kebutuhan pada guru	84

6. Deskripsi komponen-komponen Penyusun Alat.....	85
7. Desain Pengembangan Alat	93
8. Instrumen Validasi Desain Aspek Kelayakan Alat Ke-1	96
9. Instrumen Validasi Desain Aspek Kelayakan Alat Ke-2.....	100
10. Rekapitulasi Hasil Validasi Aspek Kelayakan.....	104
11. Instrumen Uji Keberfungsian Alat	105
12. Rekapitulasi Hasil Uji Keberfungsian	108
13. Instrumen Validasi Aspek Kelayakan Alat Ke-1	109
14. Instrumen Validasi Aspek Kelayakan Alat Ke-2.....	113
15. Rekapitulasi Hasil Validasi Aspek Kelayakan.....	117
16. Penuntun Praktikum.....	118
17. Petunjuk Penggunaan Alat.....	122
18. Hasil Pengujian Alat yang diKembangkan	129

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Skala Guttman.....	30
2. Tafsiran persentase skor jawaban angket.....	31
3. Data hasil percobaan menggunakan alat penentuan titik beku larutan dengan memodifikasi sistem pendingin.....	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Rangkaian alat Beckman.....	13
2. Rangkaian alar Marzacco.....	14
3. Rangkaian alat Singman.....	15
4. Grafik Penurunan titik beku larutan	16
5. Langkah-langkah penelitian dan pengembangan menurut Borg and Gall and Gall	18
6. Alur pengembangan alat praktikum.....	24
7. Desain pertama alat praktikum penurunan titik beku larutan.....	38
8. Desain kedua alat praktikum penurunan titik beku larutan.....	40
9. Desain ketiga alat praktikum penurunan titik beku larutan.....	41
10. Desain keempat alat praktikum penurunan titik beku larutan.....	43
11. Desain pertama wadah pendingin	44
12. Desain kedua wadah pendingin.....	45
13. Diagram hasil validasi ahli terhadap desain alat.....	46
14. Alat praktikum penurunan titik beku larutan.....	49
15. Grafik uji coba modifikasi alat penurunan titik beku larutan	50
16. Wadah penahan sistem pendingin.....	51
17. Diagram hasil validasi ahli terhadap desain alat praktikum penurunan titik beku larutan.....	52
18. Diagram hasil uji coba keberfungsian alat praktikum.....	55
19. Cover depan petunjuk penggunaan alat praktikum penurunan titik beku larutan.....	58
20. Cover depan penuntun praktikum penurunan titik beku larutan	58
21. Diagram hasil tanggapan guru terhadap kelayakan alat praktikum.	59

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sains terbagi atas beberapa cabang ilmu, salah satunya adalah ilmu kimia.

Hakikat ilmu kimia mencakup dua hal, yaitu kimia sebagai produk dan kimia sebagai proses. Kimia sebagai produk meliputi sekumpulan pengetahuan yang terdiri atas fakta-fakta, konsep-konsep, dan prinsip-prinsip kimia. Kimia sebagai proses meliputi keterampilan-keterampilan dan sikap-sikap yang dimiliki oleh para ilmuwan untuk memperoleh dan mengembangkan pengetahuan kimia (Susiwi, 2007).

Konten ilmu kimia yang berupa konsep, hukum, dan teori pada dasarnya merupakan produk dari rangkaian proses menggunakan sikap ilmiah. Oleh sebab itu, pembelajaran kimia harus memperhatikan karakteristik kimia sebagai proses, produk dan sikap (Fadiawati, 2011). Ilmu kimia juga didasarkan pada hasil pengamatan fenomena alam yang berkaitan erat dengan fakta, sehingga untuk memperolehnya diperlukan suatu metode yang dinamakan dengan metode ilmiah.

Metode ilmiah merupakan suatu cara untuk memperoleh pengetahuan dengan menggunakan penalaran. Penalaran tersebut dilaksanakan melalui prosedur logika deduksi dan induksi dan pengetahuannya dapat digunakan untuk berbagai keperluan, seperti halnya pengembangan pengetahuan dan teknologi, perencanaan

pembangunan serta untuk pemecahan masalah-masalah dalam kehidupan manusia (Jailani, 2012). Terkait hal tersebut, dalam pembelajaran kimia sebaiknya siswa tidak hanya disugahi hasil dari pengamatan saja tetapi juga harus diarahkan untuk melakukan proses atau kerja praktikum, sehingga mereka mempunyai keterampilan atau sikap yang dimiliki para ilmuwan dalam memperoleh dan mengembangkan pengetahuannya (Semiawan dalam Copriady, 2015).

Praktikum adalah suatu metode mendidik untuk belajar dan mempraktikkan segala aktivitas atau kegiatan dalam proses belajar mengajar untuk memahami atau menguasai suatu keahlian (Ibrahim, 2011). Praktikum juga merupakan pusat pembelajaran dan pengajaran dalam ilmu dan kualitas kerja yang baik yang dapat membantu mengembangkan pemahaman siswa tentang proses ilmiah dan konsep (Dillon, 2008). Kegiatan praktikum penting untuk dilakukan karena dapat membangkitkan motivasi belajar IPA, mengembangkan keterampilan keterampilan dasar melaksanakan eksperimen, menjadi wahana belajar pendekatan ilmiah, dan mempermudah pemahaman materi pada kegiatan pembelajaran (Woolnough dan Allsop, 1985).

Salah satu Kompetensi Dasar Kimia kelas XII yaitu KD 3.1 Menganalisis penyebab adanya fenomena sifat koligatif larutan pada penurunan tekanan uap, kenaikan titik didih, penurunan titik beku dan tekanan osmosis. KD 4.1 Menyajikan hasil analisis berdasarkan data percobaan terkait penurunan tekanan uap, kenaikan titik didih, penurunan titik beku, dan tekanan osmosis larutan. KD 3.1 dan 4.1 kelas XII berkaitan dengan hasil analisis berdasarkan data percobaan. Untuk mencapai KD 3.1 dan KD 4.1 kelas XII tersebut siswa harus melakukan kegiatan praktikum.

Agar kegiatan praktikum dalam materi sifat koligatif khususnya penurunan titik beku larutan dilakukan, sekolah harus menyediakan alat praktikum penurunan titik beku larutan. Hal ini sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional (Permendiknas) No.24 tahun 2007 tentang sarana dan prasarana pendidikan diantaranya adalah adanya ruang laboratorium dan adanya alat praktikum dalam kegiatan belajar.

Faktanya berdasarkan hasil studi penelitian pendahuluan melalui kegiatan wawancara terhadap 5 guru kimia dan 20 siswa SMA kelas XII IPA serta penyebaran angket analisis kebutuhan terhadap 88 siswa SMA Kelas XII IPA Negeri di Lampung menyatakan bahwa hanya 60% responden guru yang menerapkan kegiatan praktikum dalam pembelajaran materi penurunan titik beku larutan.

Sebanyak 60% responden guru yang menerapkan kegiatan praktikum penurunan titik beku larutan, hanya 20% responden guru yang merancang kegiatan praktikum menggunakan alat yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari seperti bas-kom plastik, sendok dan termometer dan sebanyak 40% responden guru menggunakan alat-alat yang terdapat di laboratorium. Namun, dari praktikum yang telah dilakukan, praktikum tersebut tidak sesuai dengan teori penurunan titik beku larutan. Ketidaksesuaian ini dibuktikan pada hasil observasi salah seorang guru yang melakukan demonstrasi penurunan titik beku larutan hanya dengan mencampurkan garam di dalam wadah yang berisi es batu tanpa menggunakan larutan, dan tanpa memperhatikan banyaknya garam yang dicampurkan dalam proses penurunan suhu. Cara tersebut dinilai salah dan tidak sesuai dengan teori dan fenomena penurunan titik beku larutan. Seharusnya, suatu larutan dapat dikatakan mengalami penurunan titik beku larutan jika titik beku larutan lebih rendah dari

titik beku pelarutnya sehingga, titik beku larutan dapat diamati pada keadaan atau pada suhu dimana kristal-kristal pertama kali mulai terbentuk yaitu, pada saat kesetimbangan dengan larutan. Dalam pelarut encer, penurunan titik beku berbanding lurus dengan banyaknya molekul zat terlarut dalam massa tertentu pelarut (Rosenberg, 1996). Hasil studi penelitian pendahuluan juga menyatakan bahwa 40% responden guru tidak melakukan kegiatan praktikum. Kegiatan praktikum yang tidak dilakukan disekolah, alasannya adalah kurangnya waktu dalam kegiatan pembelajaran, laboratorium yang digunakan sebagai ruang kelas pengganti, dan juga kurangnya ketepatan alat praktikum.

Kurangnya ketepatan alat praktikum dalam menentukan titik beku larutan dibuktikan juga dari salah satu siswa yang mengatakan bahwa, ia mengalami kesulitan dalam menggunakan alat praktikum penurunan titik beku larutan, dimana alat tersebut belum mampu menyediakan suhu di bawah titik beku larutan, sehingga proses pembekuan larutan sulit teramati. Salah satu cara untuk mengatasi hal tersebut, maka perlu dilakukan suatu inovasi atau pengembangan alat dalam membuat alternatif alat praktikum yang dapat menyediakan suhu di bawah titik beku larutan, konsentrasi sistem pendingin telah ditentukan, dan suhu negatif dapat terbaca pada alat pengukur suhu.

Alat praktikum penurunan titik beku larutan, sebelumnya telah dibuat oleh Ernst Otto Beckman yang dinamakan dengan alat Beckman. Rangkaian alat Beckman ini terdiri atas tabung yang dikelilingi tabung lain untuk mencegah pendinginan yang terlalu cepat. Larutan yang akan dimasukkan kedalam alat ini diaduk, dan diukur suhunya dengan menggunakan termometer Beckman. Hasil yang terbaca

pada alat pengukur suhu, kemudian dicatat sebagai hasil dari penurunan titik beku larutan yang ditentukan (Sukardjo,1997). Proses pengadukan pada alat Beckman ini dilakukan dengan menggunakan bahan sederhana berupa batang kawat.

Kelemahan pengadukan dengan menggunakan batang kawat ini adalah kurangnya konsisten dalam proses pengadukan sehingga kemungkinan besar hasil yang terbentuk tidak sesuai dengan yang direncanakan.

Pengembangan alat dari miliknya Beckman pernah dilakukan oleh Marzacco (1981) dengan menggunakan labu erlenmeyer serta menggantikan batang kawat pengaduk menggunakan *stirrer*. Singman (1982) mengembangkan kembali alat Marzacco dengan menggunakan peralatan analog dan *stirrer* sebagai pengaduknya. Permasalahannya, tidak semua sekolah memiliki peralatan analog seperti yang digunakan Singman sehingga, praktikum penurunan titik beku sulit untuk dilakukan.

Kelemahan-kelemahan yang terdapat pada alat yang telah dikembangkan dapat diperbaiki yaitu dengan mengembangkan alat dan sistem pendingin pada praktikum penurunan titik beku larutan. Komponen alat yang akan digunakan akan dipilih dengan menggunakan alat-alat yang mudah diperoleh, sehingga dapat mempermudah dan memungkinkan untuk digunakan sebagai bahan pengembangan alat. Berdasarkan fakta-fakta dan penjelasan yang telah dipaparkan diatas, maka dilakukanlah penelitian mengenai “ Pengembangan Alat Penentuan Titik Beku Larutan dengan Memodifikasi Sistem Pendingin.”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, Adapun rumusan masalahnya adalah :

1. Bagaimana produk alat praktikum penurunan titik beku pada modifikasi sistem pendingin yang dikembangkan?
2. Bagaimana kelayakan alat praktikum penurunan titik beku pada modifikasi sistem pendingin yang dikembangkan yang meliputi aspek keakuratan, kebernilaian pendidikan, kepraktisan, efisiensi penggunaan alat, inovatif dan kreatif, keamanan, dan ketahanan alat?
3. Bagaimana respon guru mengenai alat praktikum penurunan titik beku pada modifikasi sistem pendingin yang dikembangkan yang meliputi aspek keakuratan, kebernilaian pendidikan, kepraktisan, efisiensi penggunaan alat, inovatif dan kreatif, keamanan, dan ketahanan alat?
4. Bagaimana keberfungsian alat praktikum penurunan titik beku pada modifikasi sistem pendingin yang dikembangkan?
5. Apa saja kendala-kendala yang dihadapi selama proses pengembangan alat praktikum penurunan titik beku dengan memodifikasi sistem pendingin?
6. Apa saja faktor-faktor pendukung yang membantu dalam proses pengembangan alat praktikum penurunan titik beku larutan dengan memodifikasi sistem pendingin?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dilakukannya penelitian dan pengembangan ini adalah sebagai berikut :

1. Menghasilkan produk pengembangan berupa alat praktikum penurunan titik beku dengan bahan dan alat yang mudah diperoleh.
2. Mendeskripsikan kelayakan alat praktikum penurunan titik beku pada modifikasi sistem pendingin yang dikembangkan yang meliputi aspek keakuratan, kebernilaian pendidikan, kepraktisan, efisiensi penggunaan alat, inovatif dan kreatif, keamanan, dan ketahanan alat.
3. Mendeskripsikan respon guru mengenai alat praktikum praktikum penurunan titik beku dengan modifikasi sistem pendingin yang dikembangkan yang meliputi aspek keakuratan, kebernilaian pendidikan, kepraktisan, efisiensi penggunaan alat, inovatif dan kreatif, keamanan, dan ketahanan alat.
4. Mendeskripsikan keberfungsian alat praktikum penurunan titik beku dengan memodifikasi sistem pendingin.
5. Mendeskripsikan kendala-kendala yang dihadapi selama proses pengembangan alat praktikum penurunan titik beku larutan dengan memodifikasi sitem pendingin.
6. Mendeskripsikan faktor-faktor pendukung yang membantu dalam proses pengembangan alat praktikum penurunan titik beku dengan modifikasi sistem pendingin yang dikembangkan.

D. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yaitu :

1. Guru

Mempermudah guru dalam memahami dan menjelaskan kepada siswa terkait materi penurunan titik beku larutan.

2. Sekolah

Memberikan informasi dan pemikiran dalam upaya meningkatkan mutu pembelajaran kimia di sekolah yang berguna untuk meningkatkan penguasaan konsep siswa.

E. Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup pokok bahasan ini adalah sebagai berikut:

1. Pengembangan merupakan suatu proses yang dipakai untuk mengembangkan dan memvalidasi produk pendidikan yang dapat berupa proses, produk, dan rancangan (Setyosari, 2015).
2. Penelitian pengembangan (*Research and Development*) adalah desain penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2013).
3. Alat yang akan dikembangkan adalah alat praktikum penurunan titik beku larutan dengan memodifikasi sistem pendingin, dimana konsentrasi dari sistem pendingin telah ditentukan dan suhu negatif yang ditunjukkan pada alat pengukur suhu dapat terbaca dengan baik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sarana dan Prasarana

Menurut Arikunto (2013) sarana pendidikan (sarana material) dibedakan menjadi 3 macam yaitu alat pelajaran, alat peraga, dan media pendidikan. Perbedaan pengertian tentang alat pelajaran, alat peraga, dan media pendidikan masih sukar untuk dibedakan. Alat pelajaran adalah alat yang digunakan secara langsung dalam proses belajar mengajar. Alat ini dapat berupa buku, alat peraga, alat tulis, dan alat praktek. Alat peraga menurut Yasiin (1998) adalah alat pembantu pendidikan dan pengajaran, dapat berupa perbuatan atau benda-benda yang sudah memberi pengertian kepada anak didik secara berturut-turut dari yang abstrak sampai kepada yang konkret. Media pendidikan merupakan sarana pendidikan yang digunakan sebagai perantara dalam proses belajar mengajar, untuk lebih mempertinggi efektivitas dan efisiensi dalam mencapai tujuan pendidikan (Suwito, 1983).

Sarana dan prasarana belajar merupakan salah satu faktor yang turut mempengaruhi pertimbangan guru dalam memilih dan menggunakan strategi pembelajaran. Sarana dan prasarana yang dimaksudkan lebih banyak merujuk pada sarana dan prasarana pendidikan sebagaimana dimaksudkan dalam Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 24 Tahun 2007. Permendiknas tersebut mengartikan

bahwa, sarana pendidikan sebagai perlengkapan pembelajaran yang dapat dipindah-pindah, sedangkan prasarana pendidikan diartikan sebagai fasilitas dasar untuk menjalankan fungsi sekolah/ madrasah (Suryosubroto, 2015).

Manajemen sarana dan prasana pendidikan sangatlah dibutuhkan. Manajemen sarana dan prasarana pendidikan merupakan keseluruhan proses pengadaan, pendaaygunaan dan pengawasan terhadap prasarana dan peralatan yang digunakan untuk menunjang terselenggaranya pendidikan yang bermutu di sekolah. Werang (2015) mengatakan bahwa manajemen sarana dan prasarana pendidikan di sekolah meliputi (1) perencanaan sarana dan prasarana pendidikan sekolah, (2) pengadaan sarana dan prasarana pendidikan di sekolah, (3) inventarisasi/penyenggaraan sarana dan prasarana pendidikan di sekolah (4) penyimpanan dan pemeliharaan sarana dan prasarana pendidikan, (5) penghapusan sarana dan prasarana pendidikan, dan (6) pengawasan sarana dan prasarana.

B. Alat Praktikum/Alat Peraga

Menurut Kerr dalam bukunya *Science Work in School Science* seperti dikutip oleh Sudomo (1966), kegiatan praktikum merupakan percobaan yang ditampilkan oleh guru dalam bentuk demonstrasi, demonstrasi secara kooperatif oleh sekelompok peserta didik maupun percobaan dan observasi oleh peserta didik. Kegiatan tersebut dapat berlangsung di laboratorium atau di tempat lain. Bentuk kegiatan praktikum di sekolah bervariasi, mulai dari yang sangat sederhana sampai pada yang lebih kompleks. Salirawati (2011) mengatakan bahwa kegiatan praktikum dapat diklasifikasikan menjadi 4 kelompok, yaitu :

- 1) Eksperimen standar, kegiatan ini dilakukan oleh peserta didik dimana langkah kerjanya telah tersedia dan disusun secara lengkap.
- 2) Eksperimen penemuan (*discovery experiment*), pada kegiatan ini pendekatan percobaan diarahkan oleh guru, tetapi langkah kerjanya dikembangkan sendiri oleh peserta didik.
- 3) Demonstrasi, pada kegiatan ini percobaan dilakukan oleh guru untuk sekelompok peserta didik dimana peserta didik mungkin dilibatkan maupun tidak dalam diskusi tentang langkah kerja atau dalam pelaksanaan percobaan.
- 4) Proyek, pada kegiatan ini peserta didik dihadapkan pada problem/masalah. Masalah tersebut merupakan hal yang baru bagi peserta didik dan untuk menyelesaikannya perlu penelitian yang mendalam, untuk melakukannya diperlukan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan 3 jenis kegiatan terdahulu.

1. Peranan kegiatan praktikum dalam pembelajaran kimia

Kegiatan praktikum dalam pembelajaran kimia memiliki peranan yang sangat penting diantaranya : (a) memotivasi peserta didik dalam belajar, (b) memberikan kesempatan untuk mengembangkan sejumlah keterampilan, dan (c) meningkatkan kualitas belajar peserta didik (Salirawati, 2011).

Mengajarkan kimia di sekolah, guru harus selektif dalam menentukan jenis kegiatan praktikum di sekolah, sehingga keterampilan proses yang diharapkan berkembang pada diri peserta didik dapat terwujud. Sastrawijaya (1998) mengatakan bahwa melalui pengalaman langsung (*first-hand experiences*), peserta didik dapat belajar lebih mudah dibandingkan dengan belajar melalui sumber sekunder, misalnya buku. Hal tersebut sangat sesuai dengan pendapat Bruner yang menyatakan bahwa anak belajar dengan pola *inactive* melalui perbuatan (*learning by doing*) akan dapat mentransfer ilmu pengetahuan yang dimilikinya pada berbagai situasi. Selain itu juga, dengan melakukan praktikum peserta didik dapat memiliki

banyak pengalaman baik berupa pengamatan langsung atau bahkan melakukan percobaan sendiri dengan objek tertentu.

2. Kreativitas menciptakan praktikum

Metode praktikum sangat dianjurkan dalam pembelajaran kimia, karena sesuai dengan tujuan pendidikan yang meliputi 3 aspek, yaitu mengembangkan pengetahuan, menanamkan sikap ilmiah, dan melatih keterampilan. Melalui praktikum peserta didik memperoleh pemahaman yang mendalam tentang suatu konsep, sebab mereka melakukan dan melihat sendiri. Seseorang belajar 90% dari apa yang dikatakan dan dilakukan (Shell dkk, 1989).

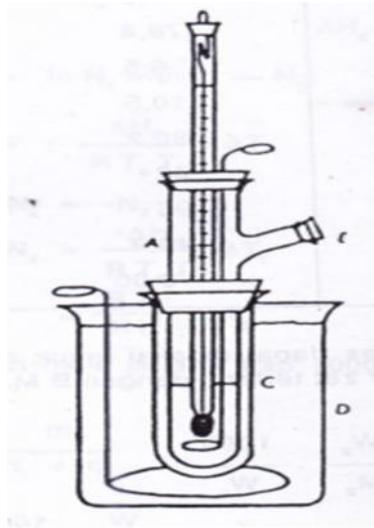
Pembelajaran kimia di SMA saat ini masih sangat kurang memberikan muatan empiris dalam bentuk praktikum. Padahal selain dapat memberikan kegembiraan dalam belajar, praktikum dapat meningkatkan motivasi mereka dalam belajar sekaligus memantapkan pemahaman konsep.

C. Penelitian Yang Relevan

Pada Tahun 1887 Ernst Otto Beckman mengembangkan alat penurunan titik beku larutan yang dikenal dengan alat beckman. Alat yang dikembangkan tersebut terdiri dari tabung A yang dikelilingi tabung C untuk mencegah pendinginan yang terlalu cepat. C dimasukan dalam campuran pendingin yang temperaturnya $\pm 5^{\circ}\text{C}$ lebih rendah daripada titik beku pelarut. Seberat tertentu pelarut dimasukan kedalam tabung A dan temperatur diturunkan $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ dibawah titik bekunya. Cairan diaduk hingga terjadi pembekuan dan temperatur yang dibaca dicatat.

Tabung A diambil dan di-panaskan, hingga zat padat mencair, kemudian ditambahkan zat yang ditentukan berat molekul (BM) nya melalui tabung B, hingga terlarut sempurna. Kemudian titik beku ditentukan lagi seperti cara sebelumnya dan ΔT_f pun mulai ditentukan.

Berikut adalah gambar dari alat Beckman (Sukardjo,1997) :

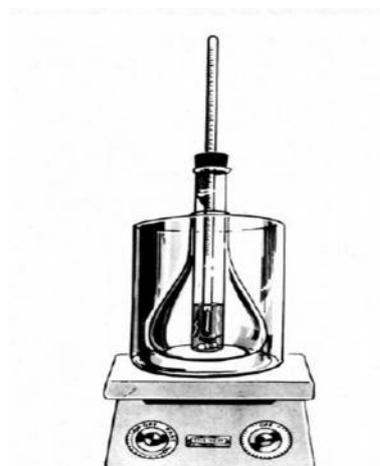


Gambar 1. Gambar rangkaian alat Beckman

Metode pengukuran rendahnya titik beku pada alat beckman ini dapat digunakan untuk mengukur konsentrasi jika sifat dari zat terlarut diketahui atau berat molekul dari zat terlarut diketahui konsentrasinya volumenya (Douglas, 1995).

Berkaitan dengan kemudahannya untuk mengukur titik beku, Marzzaco dan Collins (1981) mengembangkan alat dari miliknya Beckman. Pengembangan alat yang dilakukan dengan alasan karena Marzzaco dan Collins menganggap bahwa alat yang dikembangkan Beckman dalam pengadukan yang manual dengan kawat atau batang kaca yang melingkar sulit untuk menjaga pengadukan yang sifatnya konstan. Siswa sering mengabaikan dalam pengadukan terus-menerus dan

konsisten sehingga variasi suhu sering terjadi, dan sebagai hasilnya suhu terhadap waktu yang direncanakan tidak sesuai dengan yang diharapkan.

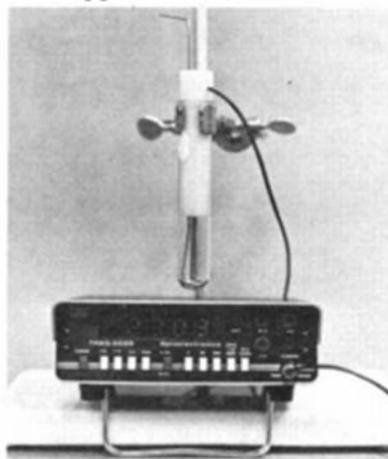


Gambar 2. Gambar rangkaian alat Marzacco

Kemudahan ditunjukkan dalam diagram yang menggunakan pengaduk magnetik. Wadah sampel yang digunakan adalah wadah silinder 100 ml dengan dasar heksagonal. Silinder ditempatkan dalam labu erlenmeyer 500 ml yang ditempatkan dalam larutan pendingin dalam gelas besar. Seluruh peralatan ditempatkan pada stirer magnetik.

Hasil yang diperoleh dengan alat ini sangat baik, untuk p-dichlorobenzene (m.p = $53,1^{\circ}\text{C}$), benzena (m.p = $5,5^{\circ}\text{C}$) dan air (m.p = $0,0^{\circ}\text{C}$). Kemudahan ini memiliki keuntungan dalam hal pengadukan yang sifatnya stabil dan membebaskan siswa untuk berkonsentrasi dalam menentukan suhu dan membaca waktu yang direncanakan, di samping itu ruang sampel benar-benar tertutup dan penentuan titik beku bahan kimia beracun seperti benzena dapat dilakukan (Marzzaco dan Collins, 1981).

Singman (1982) juga mengembangkan kembali alat Marzzaco dengan memanfaatkan peralatan Analog AC2626K, 6-in *display* baja pemeriksaan suhu bertempat di sebuah batang nilon buatan tangan yang berpusat pada pemeriksaan temperatur, dan memegang posisi yang sama untuk setiap percobaan serta berfungsi sebagai panduan untuk kawat pengadukan.



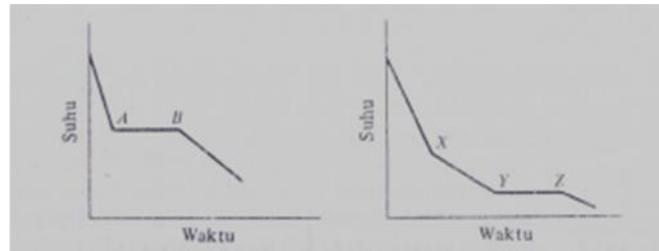
Gambar 3. Rangkaian alat Singman

Waktu respons dari pemeriksaan ini adalah 2 detik. Pemeriksaan kemudian dilampirkan ke optoelektronik (Spesifikasi alat : 5000 4 ½ digit multimeter/termometer).

D. Penurunan Titik Beku Larutan (T_f)

Titik beku suatu cairan adalah suhu atau temperatur pada saat tekanan uap cairan atau larutan sama dengan tekanan uap pelarut padat murni. Suatu larutan jika jumlah partikel terlarut semakin banyak, maka larutan tersebut titik bekunya akan turun (Braddy, 1990). Pada tekanan 1 atm, pelarut air akan membeku pada suhu 0°C (Soleman, 2011)). Suhu di mana kristal-kristal pertama berada dalam ke-

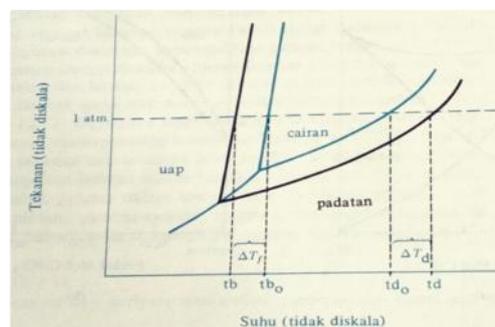
setimbangan dengan larutan disebut titik beku larutan. Hal ini dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Perbandingan kurva pelarut murni dan larutan

Kurva pendinginan untuk pelarut murni mempunyai satu garis datar A ke B di mana pembekuan sempurna terjadi. Kurva pendinginan untuk larutan mempunyai kelokan pada X, dimana pelarut murni mulai membeku dari larutannya (titik beku). Terdapat kelokan kedua yang diikuti oleh garis datar Y ke Z yang menyatakan pembekuan kedua komponen sebagai campuran padatan (suhu eutektik). Titik beku larutan yang dimaksud pada bagian ini adalah titik X.

Titik beku larutan selalu lebih rendah dari titik beku pelarut murni. Dalam pelarut encer, penurunan titik beku berbanding lurus dengan banyaknya molekul zat terlarut dalam massa tertentu pelarut (Rosenberg, 1996). Titik beku adalah suhu pada perpotongan garis tekanan tetap pada 1 atm dengan kurva peleburan. Grafik penurunan titik beku larutan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik penurunan titik beku larutan

Diagram fasa pelarut murni ditunjukkan dengan garis tebal, sedangkan untuk pelarut yang mengandung zat terlarut tak volatil ditunjukkan dengan garis biasa. Titik beku dan titik didih pelarut murni adalah t_{b_0} dan t_{d_0} , sedangkan untuk larutan adalah t_b dan t_d . Karena zat terlarut tidak volatil dan dianggap tidak larut dalam pelarut padatan maka, kurva sublimasi dari pelarut tidak dipengaruhi oleh adanya zat terlarut dalam fasa larutan (Petrucci, 1987). Menurut hukum Rault, besarnya penurunan titik beku sebanding dengan perkalian konstanta titik beku dengan molalitas larutan.

$$\text{Rumus : } T_f = T_f \text{ pelarut} - T_f \text{ larutan}$$

$$T_f = m \cdot K_f$$

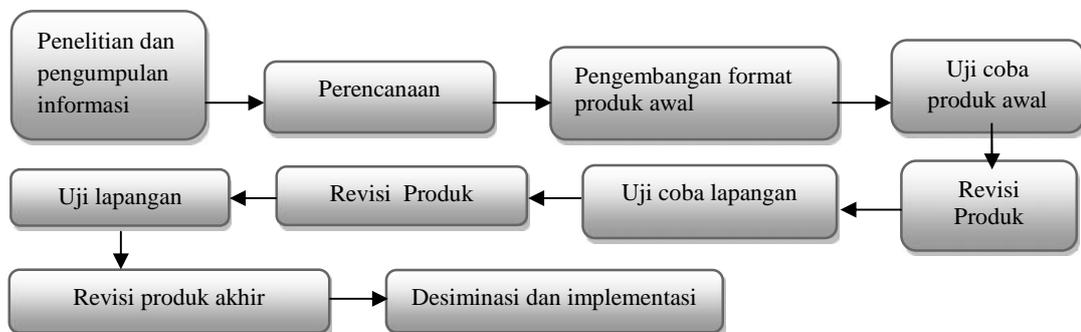
Harga K_f berbeda bagi pelarut yang berbeda. Dalam percobaan, penurunan titik beku diukur dengan mengamati titik leleh senyawa tersebut (Braddy, 1990).

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Metodologi Penelitian

Desain penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah desain penelitian Pengembangan atau R&D (*Research and Development*). Desain penelitian dan pengembangan (R & D) digunakan apabila peneliti bermaksud menghasilkan produk tertentu, dan sekaligus menguji keefektifan produk tersebut. Pada penelitian ini digunakan model prosedural, yaitu model yang bersifat deskriptif, menunjukkan langkah-langkah yang harus diikuti untuk menghasilkan produk.

Langkah-langkah penelitian dan pengembangan tersebut adalah sebagai berikut:



Gambar 6. Langkah-langkah penelitian dan pengembangan menurut Borg and Gall (Setyosari, 2015).

Penelitian ini hanya dilakukan hingga tahap lima, yaitu revisi produk setelah dilakukannya tahap uji coba awal. Hal ini bertujuan untuk mengetahui validitas dan keterlaksanaan dari alat praktikum yang telah dikembangkan serta keterbatasan

waktu yang dimiliki dalam melakukan pengembangan. Adapun kelima tahap yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dan Pengumpulan Informasi Awal

Penelitian pengumpulan informasi awal dilakukan melalui studi pustaka dan studi lapangan atau pengamatan kelas untuk melihat kondisi riil/fakta lapangan.

a. studi pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan mengkaji teori dari buku, jurnal dan informasi-informasi yang diperoleh dari internet. Literatur yang dicari meliputi KI dan KD materi sifat koligatif larutan khususnya alat praktikum penurunan titik beku larutan yang sudah ada, serta kriteria pengembangan alat yang baik.

b. studi lapangan

Studi lapangan dilakukan melalui kegiatan wawancara langsung kepada 5 guru bidang studi kimia kelas XII dan 25 siswa kelas XII IPA serta penyebaran angket penelitian pendahuluan kepada 83 siswa kelas XII IPA di 5 sekolah yang terdapat di Lampung yaitu SMA Negeri 8 Bandar Lampung, SMA Negeri 1 Kotabumi, SMA Negeri 3 Kotabumi, SMA Negeri 4 Kotabumi, dan SMA Negeri 1 Padang Cermin. Studi lapangan awal ini bertujuan untuk mengetahui apakah sekolah tersebut melakukan kegiatan praktikum pada materi penurunan titik beku larutan dan untuk mengetahui alat seperti apa yang digunakan pada penurunan titik beku larutan serta kelemahan dan kelebihan dari alat tersebut.

2. Perencanaan

Pada tahap perencanaan ini dilakukan beberapa kegiatan, seperti : merumuskan kemampuan, merumuskan tujuan khusus untuk menentukan bahan yang akan digunakan. Bahan yang akan digunakan adalah bahan yang mudah diperoleh, dan tujuan khususnya adalah memberikan informasi dalam mengembangkan produk, sehingga produk yang diujicobakan sesuai dengan tujuan khusus yang ingin dicapai yaitu mengembangkan alat penentuan titik beku larutan yang konsentrasi dari sistem pendinginnya diketahui dan dapat membaca suhu dibawah 0 °C.

3. Pengembangan Draf/Format Produk Awal

Pada tahap pengembangan produk dilakukan beberapa tahap yang dijabarkan sebagai berikut:

a. desain alat

Pada tahap ini dilakukan penentuan rancangan alat atau desain alat yang akan dikembangkan dengan menggunakan bahan yang telah ditentukan. Penentuan ini mempertimbangkan aspek-aspek yang akan dicapai.

b. validasi desain

Validasi desain merupakan proses untuk menilai apakah rancangan desain produk sesuai dengan kriteria alat yang akan dikembangkan. Desain produk awal divalidasi terlebih dahulu sebelum dilakukan uji coba. Validasi desain dilakukan oleh tenaga ahli yaitu dosen Pendidikan Kimia Universitas Lampung.

Validasi ini dilakukan untuk mengetahui kelemahan dan kelebihan produk yang

dikembangkan.

c. revisi desain alat

Setelah dilakukan validasi desain oleh dosen pembimbing, desain produk kemudian direvisi sesuai dengan masukan dari dosen pembimbing untuk menghasilkan desain produk yang lebih baik. Setelah desain produk direvisi, desain produk tersebut kembali divalidasi oleh dosen pembimbing hingga diperoleh desain alat hasil validasi yang sesuai dengan aspek-aspek yang akan dicapai.

d. pengembangan alat

Pada tahap pengembangan alat ini, dilakukan pembuatan alat praktikum menggunakan bahan dan desain yang sudah ditentukan dan mudah diperoleh.

e. validasi ahli

Produk yang telah dibuat selanjutnya divalidasi oleh validator yaitu dua orang dosen Pendidikan Kimia Universitas Lampung. Validator diminta untuk menilai kesesuaian produk dengan aspek-aspek yang ingin dicapai.

f. revisi alat

Setelah dilakukan validasi oleh ahli, produk tersebut direvisi sesuai dengan masukan dari ahli untuk menghasilkan produk yang lebih baik. Setelah produk direvisi, produk kembali di validasi oleh ahli hingga diperoleh alat hasil validasi ahli yang sesuai dengan aspek-aspek yang dinilai.

g. uji keberfungsian

Setelah diperoleh produk hasil validasi ahli, dilakukan uji keberfungsian alat yang melibatkan mahasiswa pendidikan kimia Universitas Lampung. Uji ini bertujuan untuk mengetahui keberfungsian alat yang dikembangkan serta kelemahan dari alat tersebut.

h. revisi alat hasil uji keberfungsian

Setelah dilakukan uji keberfungsian produk, produk direvisi sesuai dengan masukan untuk menghasilkan produk yang lebih baik. Setelah produk direvisi, produk kembali diuji keberfungsian hingga diperoleh alat hasil uji keberfungsian yang sesuai dengan aspek-aspek yang akan dicapai.

4. Uji coba produk awal

Uji coba produk dilakukan di salah satu sekolah hasil observasi yaitu SMA Negeri 8 Bandar Lampung dengan objek penelitiannya adalah guru kimia kelas XII. Uji coba produk awal dilakukan dengan cara menampilkan hasil produk yang diperoleh melalui video. Tujuan dari dilakukannya uji coba produk awal ini adalah untuk mengetahui respon guru dan siswa mengenai hasil alat yang telah dikembangkan dan yang telah divalidasi oleh validator.

5. Revisi alat hasil uji coba lapangan awal

Berdasarkan hasil uji coba lapangan awal, jika respon guru dan siswa baik mengenai alat yang sudah dikembangkan dan divalidasi, maka penelitian pengembangan alat sudah tercapai. Namun, jika respon guru mengenai pengembangan alat

tersebut masih kurang atau masih terdapat kelemahan, maka akan dilakukan revisi, sehingga nantinya akan diperoleh produk pengembangan akhir berupa alat praktikum penurunan titik beku larutan dengan memodifikasi sistem pendingin.

6. Subjek dan lokasi penelitian

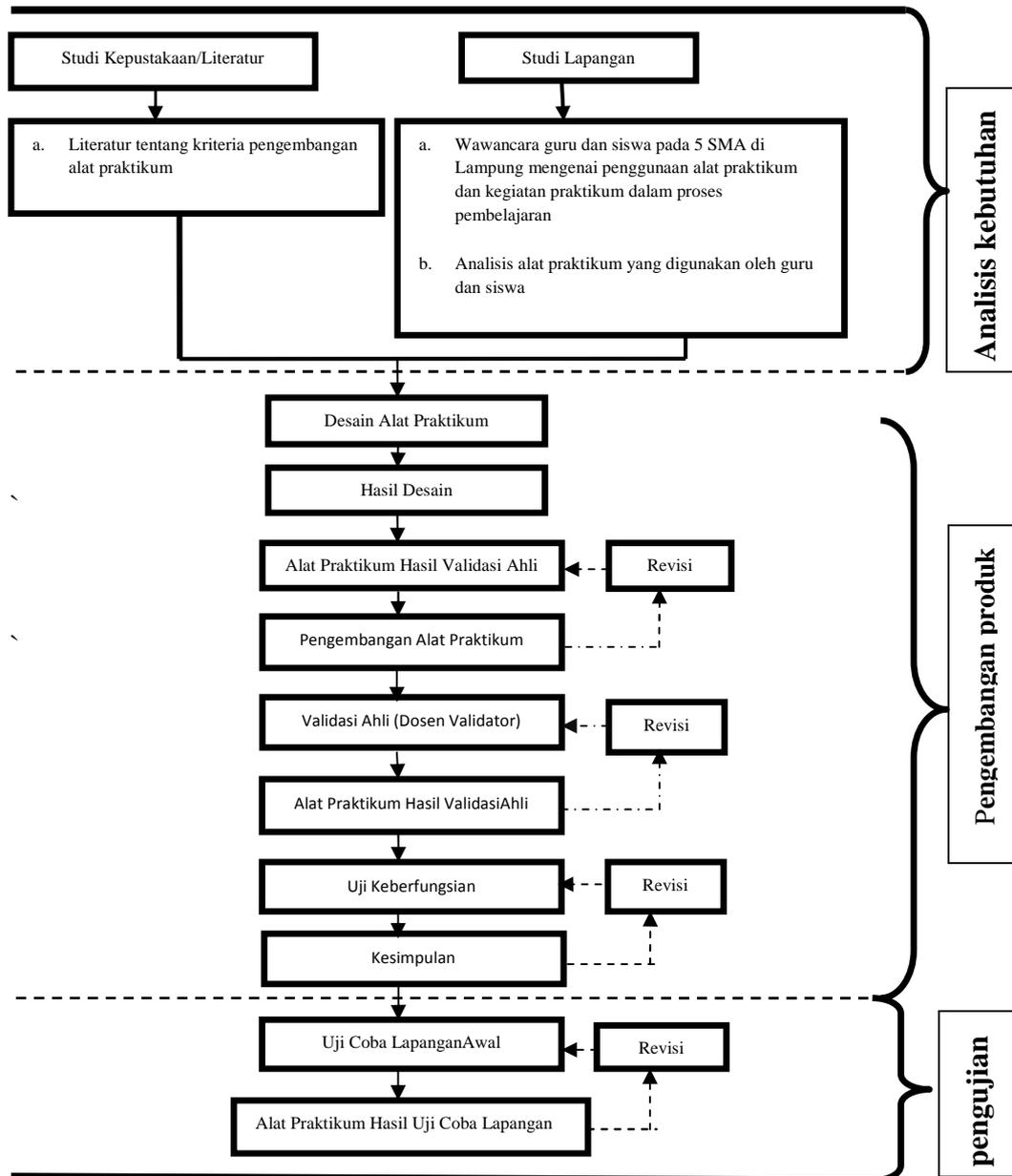
Subjek pada penelitian ini adalah pengembangan alat penentuan titik beku larutan dengan memodifikasi sistem pendingin. Lokasi pada penelitian pendahuluan ini dilakukan di 5 sekolah yang terdapat di Lampung, di antaranya SMA Negeri 8 Bandar Lampung, SMA Negeri 1 Kotabumi, SMA Negeri 3 Kotabumi, SMA Negeri 4 Kotabumi, dan SMA Negeri 1 Padang Cermin. Sedangkan lokasi penelitian untuk tahap uji coba terbatas dilakukan di SMA Negeri 8 Bandar Lampung.

7. Sumber data dan data penelitian

Sumber data pada penelitian ini diperoleh dari guru bidang studi kimia kelas XII dan siswa kelas XII yang sudah mendapatkan materi penurunan titik beku larutan. Pada studi pendahuluan, data diperoleh dengan menyebarkan angket dan wawancara langsung terhadap lima guru mata pelajaran Kimia kelas XII dan 108 siswa kelas XII di 5 sekolah yang terdapat di Lampung di antaranya yaitu SMA Negeri 8 Bandar Lampung, SMA Negeri 1 Kotabumi, SMA Negeri 3 Kotabumi, SMA Negeri 4 Kotabumi, dan SMA Negeri 1 Padang Cermin, sedangkan untuk tahap uji coba terbatas, sumber data berasal dari seorang guru mata pelajaran kimia kelas XII dan 20 siswa kelas XII di SMA Negeri 8 Bandar Lampung.

8. Alur pengembangan

Berikut ini adalah alur pengembangan yang dilakukan dalam mengembangkan alat penentuan titik beku larutan dengan memodifikasi sistem pendingin.



Keterangan : : Aktivitas \rightarrow : Kegiatan Selanjutnya

$-\text{---}\blacktriangleright$: kegiatan yang tidak perlu dilakukan jika kegiatan sebelumnya sudah baik.

Gambar 7. Alur Pengembangan Alat Praktikum

Secara garis besar, pelaksanaan penelitian dibagi menjadi tiga tahapan besar yang di dalamnya berisi langkah-langkah desain *Research and Development* (R&D) dalam pengembangan alat penentuan titik beku larutan dengan memodifikasi sistem pendingin. Studi pendahuluan merupakan tahapan pertama yang meliputi langkah penelitian dan pengumpulan informasi awal serta perencanaan berupa studi kepustakaan dan studi lapangan. Pada tahap kedua yaitu, tahap pengembangan produk yang terdiri atas penyusunan desain dan pembuatan instrumen yang akan divalidasi oleh ahli. Pada tahap ketiga atau tahap akhir, uji coba terbatas dilakukan dengan meminta tanggapan dari guru dan siswa mengenai produk yang dihasilkan sebagai bahan revisi kembali dan terciptanya produk alat praktikum sederhana yang diinginkan.

B. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah suatu alat berupa angket yang bersifat mengukur, karena berisi tentang pertanyaan-pernyataan yang alternative jawabannya memiliki standar jawaban tertentu, benar salah maupun skala jawaban. Instrumen yang berisi jawaban skala, berupa pertanyaan atau pernyataan yang jawabannya berbentuk skala deskriptif ataupun skala garis (Sukmadinata, 2010). Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah instrumen berupa angket serta pedoman wawancara. Berikut ini penjabarannya dari instrumen yang digunakan pada masing-masing tahap pengembangan alat sederhana pada penurunan titik beku larutan.

1. Instrumen yang digunakan pada tahap analisis kebutuhan

Pada tahap studi pendahuluan, instrumen yang digunakan berupa angket untuk mengidentifikasi kebutuhan pengembangan alat dengan responden guru dan responden siswa. Untuk guru, instrumen ini juga digunakan untuk mengetahui jenis alat yang digunakan di sekolah pada kegiatan praktikum penurunan titik beku larutan, kesulitan alat dalam praktikum, kelemahan dan kelebihan alat yang digunakan sebelumnya dan kelemahan serta kelebihan dari alat yang telah dilakukan pengembangan, sedangkan untuk siswa, instrumen tersebut digunakan untuk mengetahui apakah alat praktikum yang sudah ada sudah mampu dalam memenuhi kebutuhan siswa untuk melaksanakan kegiatan praktikum, kesulitan dalam menggunakan alat tersebut serta kelemahan dan kelebihan dari alat pada percobaan penurunan titik beku larutan.

2. Instrumen yang digunakan pada tahap pengembangan produk

Instrumen yang digunakan pada tahap pengembangan produk yaitu berupa angket. Berikut ini dijabarkan mengenai angket yang digunakan pada tahap pengembangan produk.

a. tahap validasi desain alat praktikum

Instrumen yang digunakan berupa angket validasi. Angket ini disusun untuk mengetahui ketercapaian aspek-aspek sebagai berikut.

- 1) Aspek keakuratan, artinya alat praktikum yang dikembangkan tersebut sudah akurat dalam menentukan titik beku suatu larutan dan juga telah sesuai dengan teori yang telah ditetapkan.

- 2) Aspek kebernilaian pendidikan, artinya alat praktikum yang dikembangkan dapat menentukan dengan baik antara percobaan dengan teori yang ada. Selain itu, aspek ini juga menilai peningkatan motivasi peserta didik.
- 3) Aspek kepraktisan, meliputi kemudahan alat praktikum yang dikembangkan untuk disimpan dan dibawa.
- 4) Aspek konstruksi, meliputi kemudahan alat praktikum yang dikembangkan dalam perancangan dan pembuatannya serta kemudahan dalam perakitanya sehingga tidak memerlukan keterampilan khusus untuk merakit alat praktikum tersebut.
- 5) Aspek kemudahan dalam pengoperasian
- 6) Aspek inovatif dan kreatif
- 7) Aspek estetika. Walaupun sebagai alat praktikum, hendaknya mempunyai penampilan yang bernilai seni tanpa mengurangi kinerja alat praktikum tersebut.
- 8) Aspek keamanan, artinya alat praktikum yang dikembangkan tidak berbahaya ketika digunakan.
- 9) Aspek ketahanan alat, artinya alat praktikum yang dikembangkan menggunakan bahan yang dapat dipakai lama atau secara berulang-ulang sehingga, alat praktikum ini tidak langsung habis ataupun rusak dalam sekali penggunaan.

b. tahap validasi ahli

Instrumen yang digunakan berupa angket validasi. Angket ini disusun untuk mengetahui ketercapaian aspek keakuratan, kebernilaian pendidikan, kemudahan

dalam pengoperasian, inovatif dan kreatif, kepraktisan, konstruksi, estetika, keamanan, dan ketahanan alat.

c. tahap uji keberfungsian

Instrumen yang digunakan berupa angket. Angket tersebut disusun untuk mengetahui keberfungsian alat serta kelemahan alat yang telah dikembangkan.

d. instrumen yang digunakan pada tahap pengembangan

Pada tahap pengujian, instrumen yang digunakan berupa angket untuk mengidentifikasi tanggapan guru dan siswa terhadap alat yang telah dikembangkan.

e. instrumen tanggapan guru terhadap alat yang dikembangkan

Instrumen ini berbentuk angket yang disusun untuk mengkaji ketercapaian aspek yang diharapkan yaitu aspek keakuratan, kebernilaian pendidikan, kemudahan dalam pengoperasian, inovatif dan kreatif, kepraktisan, konstruksi, estetika, keamanan, dan ketahanan alat.

C. Teknik pengumpulan data

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan menyebarkan angket ke lima guru mata pelajaran kimia kelas XII dan siswa kelas XII IPA. Teknik pengumpulan data ini bertujuan untuk mendapatkan referensi dari siswa dan guru mengenai alat penentuan titik beku yang akan dikembangkan.

D. Teknik analisis data

Teknik analisis data pada penelitian ini mencakup beberapa hal yaitu :

1. Teknik analisis skor kebutuhan

Data hasil penyebaran angket pada studi pendahuluan yang telah dilakukan di lima SMA di Lampung di antaranya adalah Kotabumi, Padang Cermin, dan Bandar Lampung yang kemudian diolah untuk mendapat jawaban keseluruhan dari siswa dan guru yang bersangkutan. Teknik analisis data pada angket analisis kebutuhan tersebut dilakukan dengan cara berikut:

- a. Mengklasifikasi data, bertujuan untuk mengelompokkan jawaban berdasarkan tiap butir pertanyaan pada angket.
- b. Menghitung frekuensi jawaban, berfungsi untuk memberikan informasi tentang kecenderungan jawaban yang banyak dipilih siswa dan guru dalam setiap butir pertanyaan pada angket.
- c. Menghitung persentase jawaban guru dan siswa, bertujuan untuk melihat besarnya persentase setiap jawaban. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung persentase jawaban responden setiap item adalah sebagai berikut:

$$\% J_{in} = \frac{\sum J_i}{N} \times 100 \%$$

Keterangan : $\% J_{in}$ = Persentase pilihan jawaban-i

$\sum J_i$ = Jumlah responden yang menjawab jawaban-i

N = Jumlah seluruh responden (Sudjana, 2005).

Persentase yang dihasilkan, kemudian ditafsirkan dengan menggunakan tafsiran Santoso (2010).

2. Teknik analisis skor tanggapan

a Analisis skor tanggapan guru

Adapun teknik analisis data angket pada aspek fisik alat dan aspek kelayakan alat pada pembelajaran dilakukan dengan cara berikut:

1. Memberi skor jawaban responden. Penskoran jawaban responden dalam tanggapan aspek fisik alat dan aspek kelayakan alat berdasarkan skala *Guttman* pada tabel 1.

Tabel 1. Skala Guttman

Kriteria Jawaban	Skor
Ya	1
Tidak	0

2. Menghitung jumlah skor jawaban responden secara keseluruhan
3. Menghitung persentase jawaban responden pada angket dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\%J_{in} = \frac{\sum J_i}{N} \times 100\%$$

Keterangan : $\%J_{in}$ = persentase pilihan jawaban

$\sum J_i$ = jumlah skor jawaban

N = jumlah seluruh responden (Sudjana, 2005)

4. Menafsirkan persentase skor jawaban pada angket secara keseluruhan dengan menggunakan tafsiran (Santoso, 2010) pada Tabel 2.

Tabel 2. Tafsiran persentase skor jawaban angket

Persentase	Kriteria
76-100	Sangat layak
51-75	Layak
26-50	Kurang layak
0- 25	Tidak layak

5. Analisis skor tanggapan siswa

Adapun teknik analisis data angket pada aspek kemudahan, kemenarikan, dan keamanan yang terdapat dalam aspek kelayakan alat pada pembelajaran dilakukan dengan cara berikut:

- a) Mengkode atau klasifikasi data, bertujuan untuk mengelompokkan jawaban berdasarkan pertanyaan angket.
- b) Melakukan tabulasi data berdasarkan klasifikasi yang dibuat, bertujuan untuk memberikan gambaran frekuensi dan kecenderungan dari setiap jawaban berdasarkan pertanyaan angket dan banyaknya responden (pengisi angket).
- c) Memberi skor jawaban responden. Penskoran jawaban responden dalam uji kesesuaian dan uji kemenarikan berdasarkan skala Likert pada Tabel 2.
- d) Mengolah jumlah skor jawaban responden pengolahan jumlah skor (J_i) jawaban tiap butir pertanyaan pada angket adalah sebagai berikut :
 - 1) Skor untuk pernyataan Setuju (Ya)

$$\text{Skor} = 1 \times \text{jumlah responden yang menjawab Ya}$$
 - 2) Skor untuk pernyataan Setuju (Tidak)

$$\text{Skor} = 0 \times \text{jumlah responden yang menjawab tidak}$$
- e) Menghitung persentase jawaban angket pada setiap pernyataan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\%J_{in} = \frac{\sum J_i}{N} \times 100\%$$

Keterangan : $\%J_{in}$ = persentase pilihan jawaban

$\sum J_i$ = jumlah skor jawaban

N = jumlah seluruh responden (Sudjana, 2005)

- f) Menghitung rata-rata presentase jawaban responden pada angket untuk mengetahui tingkat kesesuaian pada aspek fisik alat dan aspek kelayakan alat

$$\%J_{in} = \frac{\sum J_i}{N} \times 100\%$$

Keterangan : $\%J_{in}$ = persentase pilihan jawaban

$\sum J_i$ = jumlah skor jawaban

N = jumlah seluruh responden (Sudjana, 2005)

- g) Menafsirkan persentase jawaban pada angket secara keseluruhan dengan menggunakan tafsiran (Santoso, 2010) pada Tabel 2.

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Desain alat penentuan titik beku larutan dengan memodifikasi sistem pendingin, menggunakan konsentrasi garam yang ditentukan dan menggunakan bahan yang dapat mengetahui nilai penurunan titik bekunya, dinyatakan valid dan layak untuk dilakukan pembuatan alat praktikum berdasarkan penilaian validator dengan kriteria kelayakan sangat layak.
2. Alat penentuan titik beku larutan dengan memodifikasi sistem pendingin yang dikembangkan dinyatakan valid, dan layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran, berdasarkan penilaian validator dengan kriteria kelayakan sangat layak.
3. Alat penentuan titik beku larutan dengan memodifikasi sistem pendingin dinyatakan semua komponen alat berfungsi dengan baik, berdasarkan penilaian penguji dengan kriteria kelayakan sangat layak.
4. Tanggapan guru terhadap kelayakan alat penentuan titik beku larutan dengan memodifikasi sistem pendingin yang dikembangkan dinyatakan valid dan

layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran dengan kriteria kelayakan sangat layak.

5. Faktor pendukung pengembangan alat penentuan titik beku larutan dengan memodifikasi sistem pendingin yaitu dalam mencari komponen alat yang digunakan relatif sangat mudah dan murah, dan juga sistem pendingin yang digunakan sudah diketahui konsentrasinya yaitu 3,9 m. Sementara itu, faktor kendala yang dihadapi relatif tidak ada.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan, saran yang diajukan peneliti adalah sebagai berikut:

1. Perlu adanya pengembangan lebih lanjut pada alat penentuan titik beku larutan dengan memodifikasi sistem pendingin oleh peneliti lain guna memperbaiki kelemahan pengembangan alat praktikum yang sudah dilakukan.
2. Perlu adanya kegiatan praktikum penurunan titik beku larutan secara maksimal pada siswa, sehingga siswa dapat lebih memahami materi sifat koligatif larutan terkait penurunan titik beku larutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. 1997. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Rineka Cipta. Jakarta.
- _____. 2013. *Prosedur penelitian suatu pendekatan praktik*. Rineka Cipta. Jakarta
- Abufares, A. A., dan Douglas, P. L. 1995. "Mathematical modeling and simulation of an MTBE catalytic distillation process using SPEEDUP and ASPENPLUS". *Transactions of the Institution of Chemistry.*, 72, 3.
- Basilus R. W. 2015. *Manajemen Pendidikan Di Sekolah*. Media Akademi. Yogyakarta.
- Brady. JamesE. 1990. *General Chemistry. 5th Edition*. John Wiley&Sons. New York., 705.
- Chang, R. 2004. *Kimia Dasar Jilid II Edisi Ketiga*. Erlangga. Jakarta.
- Considine. Douglas M. and Considine. Glenn D. 1984. *Encyclopedia of Chemistry. 4th Edition*. Van Nostrand Reinhold Company. New York.
- Copriady, J. 2015. *Strategi dan Langkah-Langkah Menciptakan Guru Kimia Unggul*. Makalah. Perpustakaan Universitas Riau.
- Daryanto. 2011. *Sari Kuliah Manajemen Pemasaran*. PT Sarana Tutorial Nurani Sejahtera. Bandung.
- Dillon, J. 2008. *A Review of the Research on Practical Work in School Science*. Score Education.
- Fadiawati, N. 2011. *Perkembangan Konsepsi Pembelajaran Tentang Struktur Atom Dari SMA Hingga Perguruan Tinggi*. Disertasi. Perpustakaan Universitas Pendidikan Indonesia
- Harianto dan Sudomo. 1996. *Perangkat dan Teknik Analisis Investasi Pasar Modal di Indonesia*. PT BEJ. Jakarta.
- Ibrahim. 2011. *Kurikulum dan Pembelajaran*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.

- Jailani, M. S. 2012. Interaksi Simbolik, Konstruktivisme, Teori Kritis, Postmodernisme dan Post-Strukturalisme (Telaah Basis Teoritis Paradigma Penelitian Kualitatif). *Artikel*. Fakultas Tarbiyah IAIN Sulthan Thaha Saifuddin. Jambi.
- Jimmi, C. 2015. *Pidato Pengukuhan Guru Besar Pada Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan*. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Juwairiah. 2013. *Professionalisme Guru Melalui Lesson Study, Jurnal Pendidikan Dan Pengajaran*. Balai Diklat Keagamaan. Medan.
- Marzacco, C., and Collins, M. 1980. Convenient Freezing Point Depression Apparatus. *Journal. Chemistry. Education.*, 32, 65.
- Petrucci, Ralph H. 1987. *Kimia Dasar Prinsip dan Terapan Modern Jilid II*. Erlangga. Jakarta.
- Purba, Michael. 2006. *Kimia Untuk SMA Kelas XII*. Erlangga. Jakarta.
- Rahayu, I. 2009. *Praktis Belajar Kimia Untuk Kelas XII SMA/MA Program IPA*. Buku Sekolah Elektronik. Jakarta.
- Rosenberg, Jarome L. 1996. *Kimia Dasar. Edisi Keenam*. Erlangga. Jakarta.
- Santoso, Singgih. 2010. *Statistik Non Parametrik konsep dan aplikasi dengan SPSS*. PT Elex Media Komputindo. Jakarta.
- Sari, P. Dan R. Oktova. 2010. Pemanfaatan Web Builder untuk Perancangan Media Pembelajaran Online Tentang Pengaruh Rotasi Bumi Terhadap Gerak Bandul Otomatis. *Jurnal Berkala Fisika Indonesia*. 2 (2), 54-63.
- Salirawati, D. 2011. Materi Pelatihan Kepala Laboratorium Bagi Guru-Guru Kimia. Kabupaten Kulon Progo. *Makalah Pelatihan FMIPA UNY*. Yogyakarta. (tidak Diterbitkan).
- Sastrawijaya, T. 1998. *Proses Belajar Mengajar Kimia*. Depdikbud, Dirjendikti, Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan. Jakarta.
- Shell, D. F., Murphy, C. C., & Bruning, R. H. 1989. Self-efficacy and outcome expectancy mechanisms in reading and writing achievement. *Journal of Educational Psychology*. 81. 91-100.
- Singman, C., J. Sophlanopoulos, dan R. Johnson. 1982. A Convenient Melting/-Freezing Point Depression Apparatus. *Journal of Chemical Education*. 59(8), 682.
- Sudjana. 2005. *Metode Statistika*. Tarsito. Bandung.

- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Pendidikan*. CV Alfabeta. Bandung.
- Sukardjo. 1997. *Kimia Fisika*. Bina Aksara. Jakarta.
- Sukmadinata, Sudjana. N. 2010. *Metode Penelitian Pendidikan*. Remaja Rosdakarya. Bandung.
- Susiwi. 2007. Pendekatan Pembelajaran dalam Pembelajaran Kimia. *Makalah Belajar dan Pembelajaran Kimia* . UPI.
- Suryosubroto, B. 2015. *Manajemen Pendidikan Di Sekolah*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Suwito. 1983. *Pengantar Awal Sociolinguistik Teori dan Problema*. Henari Offset Solo. Surakarta.
- Punaji, Setyosari. 2015. *Metode Penelitian Pendidikan dan Pengembangan edisi kelima*. Kencana. Jakarta.
- Weller, BarbaraF. 2005. *Kamus Saku Perawat Edisi 22*. ECG. Jakarta
- Werang, RedanB. 2015. *Pendekatan Kuantitatif Dalam Penelitian Sosial*. Calpulis. Yogyakarta.
- Woolnough, B., dan Allsop, T. 1998. *Practical Work In Science*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Yasiin, Anwar. 1998. *Standar Kemampuan professional guru SD*. IKIP. Malang.