

ALAT PENENTUAN KALOR REAKSI PADA VOLUME TETAP

Erviana Mawarni Malau*, Noor Fadiawati, Lisa Tania

FKIP Universitas Lampung, Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No.1

**Corresponding author, email: ervianamawarnimalau@yahoo.co.id*

Abstract: The Tool In Determining A Reaction Heat on Constant Volume. This research was aimed to develop the experimental tool to determine heat of reaction on the constant volume by using research and development design. Functionality test of tool was done to students in Chemical Education University of Lampung and it was obtained that all aspect of tool in very high criteria. In other hands, limited test of tool was done in SMAN 1 Sumberejo and it was obtained that teacher's and students' responses to experimental tool which has been developed in very high criteria. Based on it, the tool in determing a reaction heat on constant volume was said can be used in learning process properly.

Keywords: constant volume, heat of reaction, experimental tool

Abstrak: Alat Penentuan Kalor Reaksi pada Volume Tetap. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat praktikum yang digunakan dalam penentuan kalor reaksi pada volume tetap dengan menggunakan desain penelitian *research and development*. Uji keberfungsian alat dilakukan pada mahasiswa Pendidikan Kimia Unila dan uji coba lapangan dilaksanakan di SMAN 1 Sumberejo. Hasil uji pada keberfungsian alat, tanggapan guru dan siswa menunjukkan bahwa alat yang dikembangkan memiliki kriteria sangat tinggi. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa alat penentuan kalor reaksi volume tetap layak digunakan dalam proses pembelajaran.

Kata kunci: alat praktikum, kalor reaksi, volume tetap

PENDAHULUAN

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) adalah pengetahuan yang diperoleh melalui pengumpulan data dengan eksperimen, pengamatan, dan deduksi untuk menghasilkan suatu penjelasan tentang sebuah gejala yang dapat dipercaya (Widiyatmoko dan Pamelasari, 2012). Proses pembelajaran IPA menekankan pada pemberian pengalaman secara langsung sehingga siswa akan memperoleh pemahaman ilmiah lebih terkesan dan lebih mendalam (Sumintono dkk., 2010). Suatu proses pembelajaran

dikatakan sukses dalam mencapai tujuannya bila siswa terlibat aktif di dalam proses pembelajaran (Wang, 2007).

Mata pelajaran kimia merupakan salah satu cabang dari IPA. Kimia di SMA/MA mempelajari segala sesuatu tentang zat yang meliputi komposisi, struktur dan sifat, perubahan, dinamika dan energetika zat yang melibatkan keterampilan dan penalaran. Ilmu kimia hakikatnya adalah suatu proses (Ningtyas dan Agustini, 2014). Kimia hakikatnya sebagai proses

maksudnya dalam pembelajarannya dituntut kerja ilmiahnya yaitu dapat diperoleh melalui kegiatan praktikum (Wardani, 2008). Kegiatan praktikum di laboratorium sangat tepat diterapkan pada materi yang bersifat fakta yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk menemukan sendiri fakta yang diperlukan untuk meningkatkan penguasaan dan pemahamannya terhadap materi kimia yang dipelajari (Alfalobi dan Akinbobola, 2010; Phelps dan Lee, 2003).

Kegiatan praktikum dipandang sebagai upaya untuk menemukan dan mengkonfirmasi fakta ilmiah yang ada dan membuat proses pembelajaran lebih bermakna (Abrahams dan Millar, 2008; Astuti dkk., 2012; Hodson, 1990; Sumintono dkk., 2010; Thair dan Treagust, 2003). Kegiatan praktikum dapat menunjang dalam meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan berpikir kritis (Hartati, 2010; Hofstein dan Naaman, 2007; Rahmiyati, 2008; Tuysuz, 2010). Kegiatan praktikum juga dapat memperjelas bahan pengajaran sehingga siswa lebih mudah memahami konsep (Apriliyanti dkk., 2015; Muchtar dan Simalango, 2008; Winarti dan Nurhayati, 2015).

Selain itu, dengan kegiatan praktikum akan memberi peluang kepada siswa untuk mengembangkan dan menerapkan keterampilan proses sains untuk memperoleh suatu pengetahuan. Pada akhirnya kegiatan praktikum dapat meningkatkan hasil belajar siswa (Natalia dan Utami, 2015; Pratiwi dkk., 2013).

Salah satu aspek penting yang mendukung kegiatan pembelajaran di laboratorium adalah ketersediaan alat praktikum. Alat praktikum yang digunakan dalam pembelajaran kimia adalah alat yang dapat mendukung konsep yang diajarkan tanpa

mengesampingkan keakuratan alat itu sendiri.

Kajian yang telah dilakukan Hayat dkk (2011) menunjukkan bahwa kegiatan praktikum merupakan bagian yang sangat penting dalam kegiatan pembelajaran sains. Pentingnya keberlangsungan kegiatan praktikum tidak sesuai dengan fakta lapangan yang ditemukan, yaitu kegiatan praktikum masih jarang diterapkan dalam proses pembelajaran di kelas. Banyak guru tidak melaksanakan kegiatan praktikum (Sundari, 2008).

Menurut Samiasih dkk (2013), salah satu kendala tidak terlaksananya kegiatan praktikum adalah sarana dan prasarana yang kurang memadai untuk melaksanakannya di sekolah. Kurangnya ketersediaan alat praktikum merupakan salah satu faktor penyebab tidak terlaksananya kegiatan praktikum. Selain itu, minimnya pengetahuan dan keterampilan guru juga menjadi kendala tidak terlaksananya kegiatan praktikum.

Beberapa kegiatan eksperimen tidak dapat dilaksanakan karena alat praktikum belum pernah dibuat sebelumnya dan/atau harga beli alat yang relatif mahal (Fauzi dkk., 2013; Hofstein dan Lunetta, 2004). Keterbatasan tersebut menyebabkan tidak terlaksananya kegiatan praktikum dalam pembelajaran IPA. Kegiatan praktikum yang dimaksud misalnya percobaan dalam penentuan kalor reaksi pada volume tetap.

Salah satu kompetensi dasar (KD) yang harus dicapai dalam penentuan kalor reaksi pada volume tetap adalah KD 4.5 yaitu merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan penentuan ΔH suatu reaksi. Berdasarkan kompetensi dasar tersebut maka dalam proses pembelajarannya harus ditunjang dengan kegiatan praktikum

di laboratorium. Keberlangsungan kegiatan praktikum harus didukung oleh ketersediaan alat praktikum di sekolah.

Hasil observasi yang dilakukan di tiga SMA yang ada di Kabupaten Pesawaran dan Pringsewu diperoleh bahwa pada tahun ajaran 2015/2016 semua sekolah tidak melakukan kegiatan praktikum dalam penentuan kalor reaksi pada volume tetap. Tidak terlaksananya kegiatan praktikum tersebut dikarenakan tidak adanya alat praktikum yang mendukung.

Salah satu upaya agar kegiatan praktikum penentuan kalor reaksi pada volume tetap dapat terlaksana, dapat dilakukan dengan mengembangkan alat praktikum sederhana. Karena dirancang dengan sederhana, alat praktikum yang dikembangkan adalah alat yang praktis sehingga dalam penggunaannya tidak membutuhkan keterampilan khusus. Selain itu, komponen-komponen penyusun alat praktikum kalor reaksi volume tetap adalah komponen yang mudah didapat dengan harga yang relatif murah sehingga dapat menekan dana kontribusi untuk pembuatannya. Alat praktikum yang dikembangkan tidak hanya terpaku pada tampilan fisik, tetapi dapat mendukung prinsip kerja dan konsep yang diajarkan yaitu pembelajaran penentuan kalor reaksi pada volume tetap.

Berdasarkan uraian diatas, diperlukan pengembangan alat yang dapat digunakan untuk menentukan kalor reaksi pada volume tetap. Artikel ini memaparkan hasil penelitian alat penentuan kalor reaksi pada volume tetap.

METODE

Pengembangan alat kalor reaksi volume tetap menggunakan desain penelitian dan pengembangan atau

research and development (R&D). Terdapat lima tahap yang dilakukan dalam proses pengembangan alat kalor reaksi volume tetap.

Penelitian dan Pengumpulan Data

Tahap awal dalam pengembangan alat adalah penelitian dan pengumpulan data atau disebut analisis kebutuhan yang terdiri atas studi literatur dan studi lapangan. Studi literatur dilakukan untuk memperoleh informasi alat yang sebelumnya digunakan dalam penentuan kalor reaksi pada volume tetap beserta kelemahannya. Studi lapangan dilakukan untuk mengetahui pelaksanaan kegiatan praktikum penentuan kalor reaksi pada volume tetap.

Tahap studi lapangan, data analisis kebutuhan diperoleh dari hasil kuesioner dengan 3 orang guru mata pelajaran kimia kelas XI dan pengisian kuesioner oleh 10 orang siswa kelas XII IPA yang telah mempelajari materi termokimia dari tiga SMA Negeri di Kabupaten Pesawaran dan Pringsewu. Data yang diperoleh diklasifikasi dan dihitung frekuensi jawabannya. Jawaban pada setiap pernyataan dihitung persentasenya menggunakan rumus:

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

dengan $\% J_{in}$ adalah persentase pilihan jawaban i, $\sum J_i$ adalah jumlah skor jawaban i, dan N adalah jumlah seluruh responden (Sudjana, 2005).

Perencanaan

Pada tahap ini dilakukan perencanaan bahan pada setiap komponen-komponen alat yang dikembangkan. Komponen alat kalor reaksi volume tetap secara umum terdiri atas bejana reaksi, bejana luar, termometer, dan batang pengaduk.

Selain itu, menentukan aspek-aspek kelayakan dalam proses pengembangan alat kalor reaksi pada volume tetap. Aspek-aspek yang dimaksud adalah aspek keterkaitan bahan ajar, nilai pendidikan, ketahanan alat, ketepatan pengukuran, efisiensi penggunaan, dan aspek keamanan alat.

Pengembangan Draf Awal

Pengembangan desain. Tahap awal pengembangan alat kalor reaksi volume tetap dilakukan pembuatan desain. Desain alat dibuat berdasarkan informasi komponen penyusun alat kalor reaksi yang telah ditentukan pada tahap perencanaan.

Validasi desain. Validasi desain dilakukan untuk mengetahui kelayakan desain sebelum dikembangkan menjadi alat kalor reaksi pada volume tetap. Validasi dilakukan dengan meninjau aspek keterkaitan bahan ajar, nilai pendidikan, ketahanan alat, ketepatan pengukuran, efisiensi penggunaan, dan keamanan alat. Penilaian dilakukan menggunakan instrumen berupa kuesioner.

Pengembangan dan validasi Alat. Alat kalor reaksi pada volume tetap dikembangkan berdasarkan desain yang telah dinyatakan layak pada tahap validasi desain. Alat yang telah dikembangkan selanjutnya validasi untuk mengetahui kelayakannya. Validasi dilakukan terkait aspek keterkaitan bahan ajar, nilai pendidikan, ketahanan alat, ketepatan pengukuran, efisiensi penggunaan, dan keamanan alat. Penilaian dilakukan menggunakan instrumen berupa kuesioner.

Uji kebergunaan. Uji kebergunaan dilakukan untuk mengetahui kebergunaan tiap-tiap komponen alat yang dikembangkan. Uji kebergunaan dilakukan dengan memberikan kuesioner kepada 10 mahasiswa Pendidikan Kimia angkatan 2015

setelah melaksanakan kegiatan praktikum menggunakan alat yang dikembangkan.

Data yang diperoleh pada tahap pengembangan draf kemudian diolah dengan mengklasifikasi data, melakukan tabulasi, dan menghitung frekuensinya menggunakan rumus:

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

dengan $\% J_{in}$ adalah persentase pilihan jawaban i , $\sum J_i$ adalah jumlah skor jawaban i , dan N adalah jumlah seluruh responden (Sudjana, 2005). Persentase yang selanjutnya ditentukan rata-rata persentase tiap aspek kelayakan dengan rumus:

$$\%X_{in} = \frac{\sum \%X_{in}}{n}$$

dimana, $\% X_{in}$ adalah rata-rata persentase kuesioner tiap aspek, $\sum X_{in}$ adalah persentase kuesioner tiap pernyataan dan n adalah jumlah pernyataan tiap aspek (Sudjana, 2005). Untuk mengetahui kriteria tanggapan tiap aspek, rata-rata persentase ditafsirkan menggunakan tafsiran Arikunto (2008) seperti yang disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Tafsiran kriteria tanggapan

Persentase (%)	Kriteria
80,1 – 100	Sangat tinggi
60,1 – 80	Tinggi
40,1 – 60	Sedang
20,1 – 40	Rendah
0,0 – 20	Sangat rendah

Uji Coba Lapangan Awal

Uji coba lapangan awal dilakukan di SMAN 1 Sumberejo. Pada uji coba lapangan awal dilakukan kegiatan praktikum penentuan kalor reaksi volume tetap menggunakan

alat hasil pengembangan oleh 10 siswa kelas XI IPA dan diamati oleh 2 guru kimia. Data pada uji coba lapangan awal diperoleh melalui pengisian kuesioner tanggapan guru dan siswa. Analisis data pada tahap ini seperti pada analisis data tahap pengembangan draf awal.

Revisi Hasil Uji Coba

Alat yang dikembangkan dilakukan revisi sesuai hasil tanggapan guru dan siswa. Hasil dari revisi ini diperoleh alat penentuan kalor reaksi pada volume tetap yang telah mencakup keenam aspek kelayakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dan Pengumpulan Data

Studi literatur. Pada studi pustaka dilakukan pengumpulan teori yang mendukung pengembangan alat kalor reaksi pada volume tetap yaitu kriteria alat yang ideal dan aspek pengujian kelayakan alat. Analisis terhadap alat yang digunakan juga dilakukan untuk menentukan kalor reaksi pada volume tetap. Dari hasil analisis tersebut didapatkan informasi alat yang digunakan dalam menentukan kalor reaksi pada volume tetap umumnya menggunakan kalorimeter bom yang memiliki harga beli relatif mahal.

Studi lapangan. Hasil studi lapangan berdasarkan pengisian kuesioner yang telah dilakukan diketahui bahwa proses pembelajaran penentuan kalor reaksi pada volume tetap di sekolah tidak disertai dengan kegiatan praktikum. Alasan guru tidak melaksanakan kegiatan praktikum kalor reaksi pada volume tetap dikarenakan tidak ada alat yang memadai. Semua guru menyatakan perlu dikembangkan alat praktikum sederhana dalam penentuan kalor reaksi pada volume tetap agar

kegiatan praktikum dapat dilakukan. Di lain pihak, sebanyak 60% siswa menganggap pelajaran kimia merupakan pelajaran yang sulit. Seluruh siswa berpendapat dengan adanya kegiatan praktikum pada penentuan kalor reaksi pada volume tetap dapat mempermudah memahami materi pembelajaran kimia.

Perencanaan

Pada tahap perencanaan, alat kalor reaksi pada volume tetap dirancang sesederhana mungkin sehingga dapat dengan mudah digunakan oleh siswa dalam proses pembelajaran di laboratorium. Disamping itu, biaya pembuatan alat praktikum relatif terjangkau. Alat praktikum yang dikembangkan diharapkan dapat menjadi media yang efektif dalam proses pembelajaran di kelas.

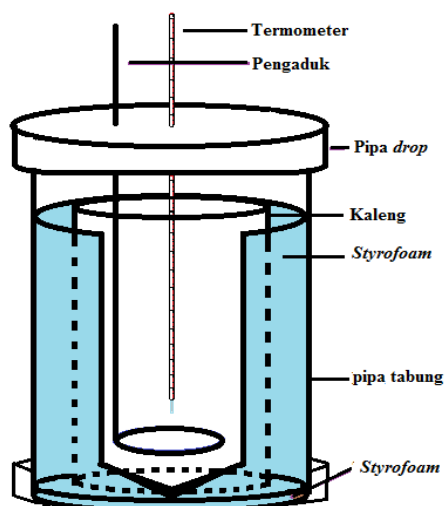
Pada tahap perencanaan, komponen penyusun alat praktikum kalor reaksi pada volume tetap merupakan komponen yang mudah diperoleh dalam kehidupan sehari-hari dan memiliki ketahanan terhadap bahan kimia yang akan direaksikan. Bejana luar harus bersifat isolator yang baik sehingga tidak memungkinkan terjadinya transfer kalor. Reaktan yang digunakan adalah reaktan yang bila direaksikan menghasilkan gas dan menghasilkan kalor. Gas yang dihasilkan akibat terjadinya reaksi kimia tidak ada yang keluar, sehingga alat harus dibuat sedemikian mungkin tertutup. Dalam mengukur perubahan suhu yang terjadi menggunakan termometer alkohol dengan pertimbangan keamanan penggunaannya bagi siswa.

Pengembangan produk awal

Pengembangan desain. Tahap pengembangan produk, dilakukan pengembangan desain alat yang sesuai

dengan keterbutuhan pada studi lapangan. Desain alat yang dikembangkan mengalami pergantian sebanyak tiga kali.

Pada desain pertama, komponen penyusun alat terdiri atas pipa tabung, kaleng *softdrink*, termometer, batang pengaduk, pipa *drop*, dan *styrofoam*. Pada desain ini, tabung pipa digunakan sebagai bejana luar dengan sifat isolator yang baik. Kaleng *softdrink* sebagai bejana reaksi berfungsi sebagai tempat berlangsungnya reaksi. *Styrofoam* berfungsi sebagai pelindung dinding kaleng *softdrink* agar tidak terjadinya penglepasan kalor. Desain pertama yang dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 1.

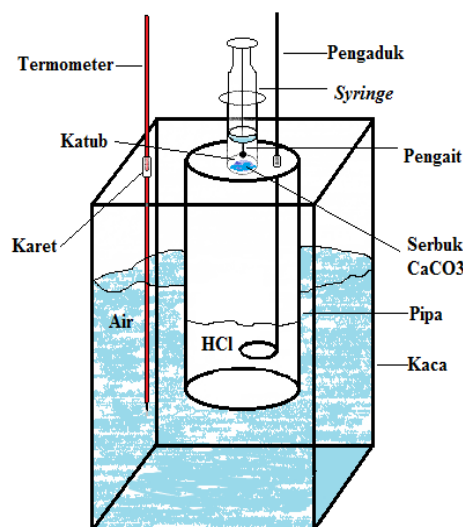


Gambar 1. Desain 1 alat kalor reaksi pada volume tetap

Desain pertama memiliki beberapa kelemahan, yaitu kaleng *softdrink* sebagai bejana reaksi tidak cukup efisien digunakan karena tidak dapat digunakan berulang dalam jangka waktu yang lama. Bila reaksi berlangsung dalam kaleng *softdrink* dikhawatirkan reaktan juga ikut bereaksi dengan wadahnya. Selain itu, desain pertama bukanlah sistem terisolasi sehingga tidak dapat digunakan untuk pengukuran kalor reaksi

pada volume tetap yang mengharuskan tidak adanya perpindahan kalor dan materi dari sistem ke lingkungan atau sebaliknya. Hal ini dikarenakan penggunaan *styrofoam* yang tidak menyeluruh menutupi kaleng *softdrink* dan masih terdapat celah pada lubang pengaduk dan termometer. Desain alat ini juga masih memungkinkan penglepasan gas hasil reaksi.

Berdasarkan hal tersebut, desain diperbaiki dengan mengembangkan desain kedua. Desain kedua alat kalor reaksi pada volume tetap terdiri atas tabung pipa sebagai bejana reaksi, kotak kaca sebagai bejana luar, termometer, batang pengaduk kaca, *syringe* berkatub, dan air. Pada desain kedua, alat didesain sedemikian mungkin sehingga sistem tidak dapat menerima atau melepaskan kalor. Desain kedua dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain 2 alat kalor reaksi pada volume tetap

Kalor yang dilepaskan akibat reaksi yang berlangsung akan menaikkan suhu air sehingga besar kalor reaksi dapat dicari melalui pengukuran perubahan suhu pada air. *Syringe* berkatub dikembangkan sebagai wadah reaktan berupa padatan

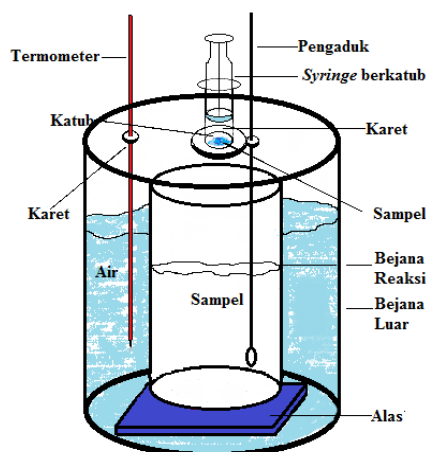
sehingga pada pencampuran tidak perlu membuka penutup bejana luar. *Syringe* berkatub didesain agar tidak ada gas hasil reaksi yang keluar pada saat pencampuran reaktan.

Penggunaan bahan kaca pada bejana luar dinilai kurang tepat karena bersifat konduktor sehingga memungkinkan adanya transfer kalor dari air. Pemilihan bahan pada bejana luar harus lebih diperhatikan yaitu menekankan pada sifatnya yang tidak memungkinkan untuk menerima dan melepas kalor sehingga proses pengukuran dapat dilakukan dengan tepat. Komponen yang berfungsi sebagai bejana reaksi sebaiknya menggunakan bahan yang sudah komersial digunakan sehingga cukup aman dan efisien digunakan. Pada desain kedua, bejana reaksi dibuat menggantung pada tutup bejana luar apabila dibuat secara permanen maka kurang efektif dalam perawatannya. Selain itu bahan pada bejana reaksi kurang tepat bila menggunakan reaktan dengan konsentrasi tinggi.

Untuk mengatasi kelemahan pada desain kedua maka dikembangkan desain ketiga. Komponen dari desain ketiga terdiri atas gelas beker sebagai bejana reaksi, toples plastik polipropilena (pp) yang memiliki penampakan cukup transparan sebagai bejana luar, termometer, batang pengaduk, *syringe* berkatub, dan alas karet. Desain ketiga dapat disajikan pada Gambar 3.

Gelas beker dipilih sebagai bejana reaksi karena sudah komersial digunakan dalam reaksi kimia sehingga cukup aman penggunaannya dan dapat digunakan berulang dalam jangka waktu panjang. Pertimbangan penggunaan toples plastik pp sebagai bejana luar karena memiliki sifat isolator yang baik, dan mudah untuk mengamati perubahan suhu pada

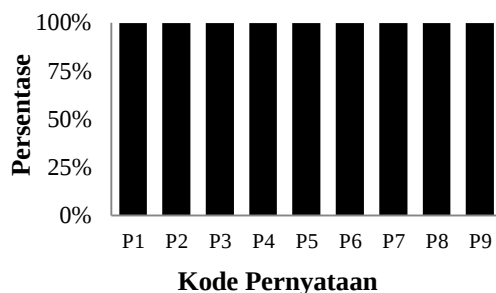
termometer. Alas karet pada desain ini digunakan sebagai penyangga antara bejana reaksi dan bejana luar sehingga tidak memungkinkan terjadinya transfer kalor.



Gambar 3. Desain 3 alat kalor reaksi pada volume tetap

Validasi desain. Desain ketiga dipertimbangkan dapat dikembangkan menjadi alat kalor reaksi volume tetap yang ideal, selanjutnya diajukan untuk divalidasi. Hasil validasi desain diperoleh bahwa desain alat layak dikembangkan menjadi produk berupa alat sederhana dengan persentase keseluruhan sebesar 100% dengan kriteria sangat tinggi. Berdasarkan hasil validasi dapat diketahui bahwa desain yang dikembangkan layak untuk direalisasikan menjadi alat kalor reaksi pada volume tetap. Hasil dari validasi disajikan pada Gambar 4.

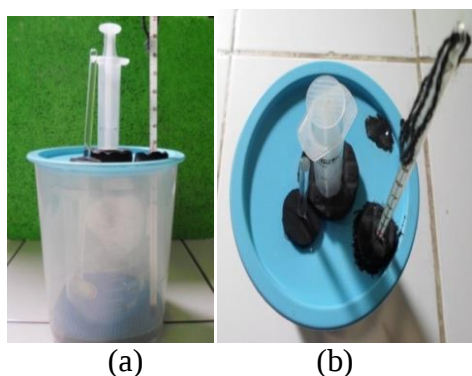
Pengembangan alat. Desain alat yang telah divalidasi selanjutnya dikembangkan menjadi alat kalor reaksi volume tetap. Besar dana yang dibutuhkan untuk mengembangkan desain menjadi alat kalor reaksi volume tetap sebesar Rp 143.800. Alat yang telah dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 5.



Keterangan kode pernyataan:

- P1 : Kesesuaian konsep
- P2 : Kemudahan komponen diperoleh
- P3 : Mudah disimpan
- P4 : Mudah dibawa/ dipindahkan
- P5 : Mudah dalam pengukuran
- P6 : Keamanan alat
- P7 : Efisiensi penggunaan alat
- P8 : Ketahanan alat
- P9 : Dana pembuatan alat

Gambar 4. Diagram persentase hasil validasi desain alat kalor reaksi volume tetap



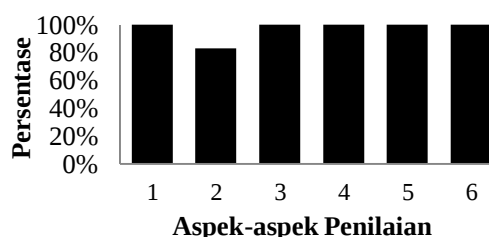
Gambar 5. Alat kalor reaksi pada volume tetap: (a) tampak samping dan (b) tampak atas

Alat yang telah dikembangkan kemudian ditentukan harga kapasitas kalor kalorimeter dan keakuratannya. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, diperoleh harga kapasitas kalor alat yang dikembangkan sebesar $0,3445 \text{ kJ/}^\circ\text{C}$ dengan tingkat keakuratan sebesar 83,68%. Pada uji keakuratan, reaktan yang digunakan berupa HCl 3M sebanyak 25 ml dengan pita magnesium 0,36 gram. Reaktan ini digunakan pada setiap tahap

pengembangan. Alat yang telah dikembangkan dilengkapi dengan buku petunjuk penggunaan dan penuntun praktikum sehingga dapat mempermudah dalam penggunaannya.

Validasi alat. Setelah alat kalor reaksi volume tetap selesai dikembangkan, dilakukan validasi oleh ahli. Validasi dilakukan terkait aspek keterkaitan bahan ajar, nilai pendidikan, ketahanan alat, ketepatan pengukuran, efisiensi penggunaan dan keamanan alat. Proses validasi bertujuan untuk mengetahui kelayakan alat.

Hasil validasi terhadap kelayakan alat hasil pengembangan diperoleh persentase keseluruhan aspek sebesar 97,17% dengan kriteria sangat tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa alat yang dikembangkan layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran di kelas. Hasil dari validasi disajikan pada Gambar 6.



Keterangan aspek penilaian:

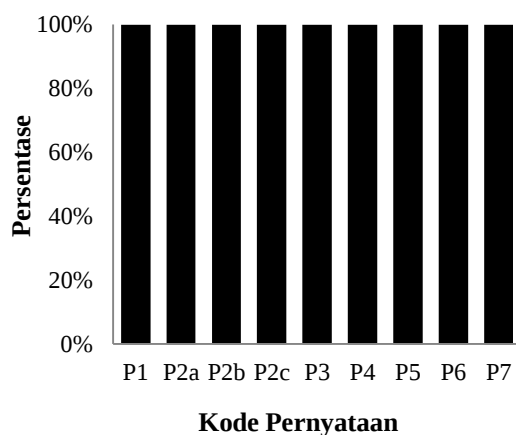
1. Keterkaitan bahan ajar
2. Nilai pendidikan
3. Ketahanan alat
4. Ketepatan pengukuran
5. Efisiensi penggunaan alat
6. Keamanan alat

Gambar 6. Diagram persentase hasil validasi ahli terhadap alat kalor reaksi volume tetap

Pada aspek keterkaitan bahan ajar, ketahanan alat, ketepatan pengukuran, efisiensi penggunaan, dan keamanan alat diperoleh persentase sebesar 100% serta aspek nilai pendidikan diperoleh persentase sebesar 83%. Pada kuesioner aspek nilai pendidikan terdapat saran dari ahli, yaitu

pada pernyataan bahwa alat yang dikembangkan dapat melatih keterampilan siswa. Dalam hal ini harus lebih diperjelas keterampilan yang dimaksud. Dari saran yang diberikan dilakukan perbaikan pada kuesioner aspek nilai pendidikan, yaitu alat yang dikembangkan dapat melatih keterampilan laboratorium siswa dalam menggunakan alat praktikum.

Uji keberfungsian. Uji keberfungsian dilakukan kepada mahasiswa Pendidikan Kimia. Hasil uji keberfungsian terhadap alat yang dikembangkan diperoleh persentase sebesar 100% dengan kriteria sangat tinggi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa komponen-komponen pada alat yang dikembangkan berfungsi dengan sangat baik. Pada uji keberfungsian tidak terdapat saran perbaikan. Hasil uji keberfungsian pada dilihat pada Gambar 7.



Keterangan kode pernyataan:

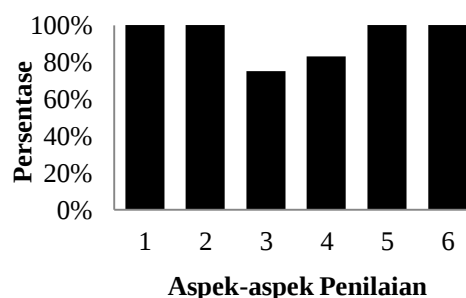
- P1. Keberfungsian gelas beker
- P2. Keberfungsian toples plastik pp
 - (a. tidak memungkinkan keluarnya gas;
 - b. isolator yang baik dan; c. dapat menahan tekanan gas yang dihasilkan)
- P3. Keberfungsian *syringe* berkatub
- P4. Keberfungsian termometer
- P5. Keberfungsian alas karet
- P6. Keberfungsian lubang karet
- P7. Keberfungsian pengaduk

Gambar 7. Diagram persentase hasil uji keberfungsian alat kalor reaksi volume tetap

Hasil uji coba lapangan awal

Setelah dilakukan uji keberfungsian terhadap alat yang dikembangkan, selanjutnya dilakukan uji coba lapangan awal di SMAN 1 Sumberejo. Uji coba lapangan ini, dilakukan oleh 2 orang guru kimia kelas XI dan 10 orang siswa kelas XI IPA di SMAN 1 Sumberejo. Pada uji coba lapangan dilakukan demonstrasi penggunaan alat yang dikembangkan, baik guru maupun siswa diberi buku petunjuk penggunaan, panduan praktikum, dan kuesioner.

Pada uji coba lapangan awal, guru memberi tanggapan terhadap aspek keterkaitan bahan ajar, nilai pendidikan, ketahanan alat, ketepatan pengukuran, efisiensi, dan keamanan alat. Hasil tanggapan guru dapat dilihat pada Gambar 8.



Keterangan aspek-aspek penilaian:

- 1. Keterkaitan bahan ajar
- 2. Nilai pendidikan
- 3. Ketahanan alat
- 4. Ketepatan pengukuran
- 5. Efisiensi penggunaan alat
- 6. Keamanan alat

Gambar 8. Diagram persentase hasil tanggapan guru terhadap alat kalor reaksi volume tetap

Berdasarkan hasil tanggapan guru diperoleh persentase sebesar 100% pada aspek keterkaitan bahan ajar, nilai pendidikan, efisiensi, dan keamanan alat, 75% pada aspek ketahanan alat, dan sebesar 83% pada

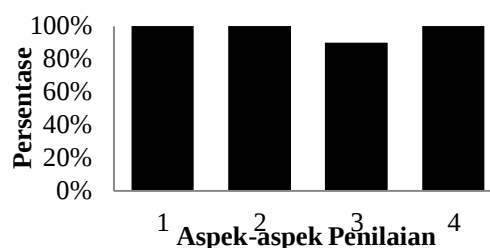
aspek ketepatan pengukuran. Dengan demikian dapat diketahui bahwa kelayakan alat yang dikembangkan berdasarkan tanggapan guru memperoleh persentase keseluruhan sebesar 93% dengan kriteria sangat tinggi. Berdasarkan hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa alat yang dikembangkan berdasarkan tanggapan guru sangat layak digunakan dalam proses pembelajaran di kelas.

Pada aspek ketahanan alat, guru kurang setuju pada pernyataan alat yang dikembangkan dipertimbangkan memiliki ketahanan terhadap perubahan lingkungan. Hal ini dikarenakan penggunaan bahan plastik pada bejana luar yang dinilai tidak tahan terhadap suhu tinggi. Selain itu, pada aspek ketepatan pengukuran juga terdapat tanggapan guru yang kurang setuju pada pernyataan bahwa komponen-komponen alat memiliki ketahanan pada kedudukan tertentu (tidak mudah longgar). Penggunaan karet sebagai tempat *syringe* berkatub, termometer, dan pengaduk dinilai dapat longgar.

Saran yang diberikan guru dapat dijadikan masukan dalam pengembangan selanjutnya. Hal ini dikarenakan terdapat pertimbangan khusus dalam pemilihan bahan pada bejana luar diluar toples plastik pp yang memiliki ketahanan terhadap suhu tinggi dengan sifat isolator baik. Pada lubang karet tempat pengaduk, termometer, dan *syringe* berkatub harus presisi serta mudah dalam penggunaannya. Bila menggunakan bahan yang tidak elastis dikhawatirkan dapat merusak alat dan jika dibuat permanen maka tidak efektif dalam hal perawatan.

Dilain pihak, siswa juga memberikan tanggapan terkait aspek ketahanan alat, ketepatan pengukuran, efisiensi penggunaan, dan keamanan

alat. Tanggapan siswa terhadap aspek ketahanan alat, ketepatan pengukuran, dan keamanan alat diperoleh persentase 100%, sedangkan pada aspek efisiensi penggunaan alat diperoleh persentase sebesar 90%. Sehingga dapat diketahui tanggapan siswa terhadap alat kalor reaksi volume tetap memperoleh persentase keseluruhan sebesar 97,5% dengan kriteria sangat tinggi. Hasil tanggapan siswa dapat dilihat pada Gambar 9.



Keterangan aspek penilaian:

1. Ketahanan alat
2. Ketepatan pengukuran
3. Efisiensi alat
4. Keamanan alat

Gambar 9. Diagram persentase hasil tanggapan siswa terhadap alat kalor reaksi volume tetap

Dalam hal ini terdapat saran dari siswa agar memperkecil ukuran alat yang dikembangkan dan memiliki kotak sehingga alat yang dikembangkan mudah disimpan dan dibawa. Dalam menanggapi saran tersebut, maka dibuat kotak alat yang terbuat dari kotak kardus. Sedangkan untuk saran memperkecil ukuran dapat dijadikan masukan untuk pengembangan selanjutnya. Hal ini dikarenakan bila diperkecil maka harus mempertimbangkan konsentrasi reaktan yang digunakan sehingga alat dapat menahan gas yang dihasilkan.

Faktor pendukung pengembangan alat kalor reaksi pada volume tetap adalah komponen-komponen penyusun alat relatif mudah didapatkan.

Pada uji coba lapangan awal di SMAN 1 Sumberejo mendapat tanggapan sangat baik dari kepala sekolah, guru dan siswa terhadap alat yang dikembangkan. Kendala dalam proses pengembangan alat kalor reaksi pada volume tetap yang dilakukan relatif tidak ditemukan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa alat kalor reaksi pada volume tetap layak digunakan dalam proses pembelajaran. Hal ini dilihat dari hasil validasi ahli, uji keberfungsian, tanggapan guru dan siswa dari berbagai aspek kelayakan memiliki kriteria sangat tinggi.

DAFTAR RUJUKAN

Abrahams, L dan Millar, R. 2008. Does Practical Work Really Work? A Study of the Effectiveness of Practical Work as a Teaching and Learning Method in School Science. *International Journal of Science Education*, 30(14): 1945-1969.

Alfalobi, F dan Akinbobola, A.O. 2010. Analysis of Science Process Skills in West African Senior Secondary School Certificate Physics Practical Examinations in Nigeria. *Am-Euras Journal Science Research*, 5 (4): 234-240.

Apriliyanti, D.D., Haryani, S., dan Widiyatmoko, A. 2015. Pengembangan Alat Peraga IPA Terpadu pada Tema Pemisahan Campuran untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains. *Unnes Science Education Journal*, 4(2).

Arikunto, S. 2008. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan Edisi Kedelapan*. Jakarta: Bumi Aksara.

Astuti, R., Sunarno, W., dan Sudarisman, S. 2012. Pembelajaran IPA dengan Pendekatan Keterampilan Proses Sains Menggunakan Metode Eksperimen Bebas Termodifikasi dan eksperimen Terbimbing Ditinjau dari Sikap Ilmiah dan Motivasi Belajar Siswa. *Jurnal Inkuiri*, 1(1): 51-59.

Fauzi S,M.M, Fadiawati, N., dan Kadaritna, N. 2013. Chemical Equilibrium Trough Chemical Representation Learning. *Proccedding of The 2nd International Conference of the Indonesia Chemical Society 2013 (ICICS)*, hal 29-33.

Hartati, B. 2010. Pengembangan Alat Peraga Gaya Gesek Untuk Meningkatkan Keterampilan Berfikir Kristis Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 6: 128-132.

Hayat, M.S.,Anggraeni, S., dan Redjeki, S. 2011. Pembelajaran Berbasis Praktikum pada Konsep Invertebrata untuk Pengembangan Sikap Ilmiah Siswa. *Bioma*, 1(2).

Hodson, D. 1990. A Critical Look at Practical Working School Science. *School Science Review*, 70(256): 33-40.

Hofstein, A dan Lunetta, V.N. 2004. The Laboratory in Science Education: Foundation for the Twenty-first Century. *Science Education* , 88(1): 28-55.

Hofstein, A dan Naaman, R.M. 2007. The Laboratory in Science Education: The State of the Art. *Journal the Royal Society of Chemistry*, 8(2): 105-107.

- Muchtar, Z. dan Simalango, A. N. 2008. Pengaruh Pemakaian Metode Praktikum terhadap Hasil Belajar Siswa pada Pokok Bahasan Laju Reaksi. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 3(1): 29-34.
- Natalia, K dan Utami, S. 2015. Meningkatkan hasil belajar siswa menggunakan Metode Eksperimen dalam Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 4(11):1-16.
- Ningtyas, F.K dan Agustini, R. 2014. Pengembangan Instrumen Penilaian Kinerja Siswa untuk Mengases Keterampilan Proses dalam Praktikum Senyawa Polar dan Non Polar Kelas X SMA. *UNESA Journal of Chemical Education*, 3(3): 169-175.
- Pratiwi, I., Murniati., dan Fathurahman. 2013. Pengaruh Metode Praktikum menggunakan KIT Optik terhadap Hasil Belajar Siswa pada Pokok Bahasan Cahaya di Kelas VIII SMP Negeri 1 Prabumulih. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 1(2): 90-95.
- Phelps, A.J dan Lee, C. 2003. The Power of Pratices: What Students Learn From How We Teach. *Journal of Sains Education*, 80(7): 829-832.
- Rahmiyati, S. 2008. The Effectiveness of Laboratory Use In Madrasah Aliyah In Yogyakarta. *Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan*, 1(11): 88-100.
- Samiasih, L.,Muderawan, I.W., dan Karyasa, I.W. 2013. Analisis Standar Laboratorium Kimia dan Efektivitasnya Terhadap Capaian Kompetensi Adaptif di SMK Negeri 2 Negara. *Skripsi*. Universitas Pendidikan Ganesha.
- Sudjana. 2005. *Metode Statistik*. Bandung: PT Tarsito.
- Sumintono, B.I., Ibrahim, M.A., dan Phang, F.A. 2010. Pengajaran Sains Dengan Praktikum Laboratorium: Perspektif dari Guru-Guru Sains SMPN di Kota Cimahi. *Jurnal Pengajaran MIPA*, 15(2): 120-127.
- Sundari, R. 2008. Evaluasi Pemanfaatan Laboratorium dalam Pembelajaran Biologi di Madrasah Aliyah Negeri Sekabupaten Sleman. *Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan*, 7(2).
- Thair, M dan Treagust, D.F. 2003. A Brief History of a Science Teacher Professional Development Initiative in Indonesia and the Implications for Centralised Teacher Development. *International Journal of Education Development*, 2: 201-213.
- Tuysuz, C. 2010. The Effect of the Virtual Laboratory on Students Achievement and Attitude in Chemistry. *International Journal of Educational Sciences*, 2(1): 37-53.
- Wang, T. 2007. The Comparison of the Difficulties between Cooperative Learning and Traditional Teaching Methods in College English Teachers. *The Journal of Human Resource and Adult Learning*, 3(4): 23-29.
- Wardani, S. 2008. Pengembangan Keterampilan Proses Sains dalam Pembelajaran Kromatografi Lapis Tipis melalui Praktikum Skala Mikro.

Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia,
2(2): 317-322.

Widiyatmoko, A dan Pamelasari,
S.D. 2012. Pembelajaran Berbasis
Proyek untuk Mengembangkan Alat
Peraga IPA dengan Memanfaatkan
Bahan Bekas Pakai. *Jurnal
Pendidikan IPA Indonesia*, 1(1): 51-
56.

Winarti, T dan Nurhayati, S.
2015. Pembelajaran Praktikum Ber-
orientasi Proyek untuk Meningkatkan
Keterampilan Proses Sains dan
Pemahaman Konsep. *Jurnal Inovasi
Pendidikan Kimia*, 8(2): 1409-1419.