

ALAT PENENTUAN KALOR REAKSI PADA TEKINAN TETAP

Ratna Manika*, Noor Fadiawati, Lisa Tania

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

**Corresponding author, tel/fax : 081532820593*

email: ratnakimia12@gmail.com

Abstract: *Apparatus to Determine Reaction Heat at Constant Pressure.* This research was aimed to develop apparatus of reaction heat determination, specified for reactions that produced gasses at constant pressure. Five stage of development on R&D was applied in this research. Feasibility and functionality of the apparatus were justified by some validating and testing processes. For initial feasibility conducted design and apparatus validation has 100% percenttage result both of them. The functionality test of the apparatus was conducted and it was obtained 100%. Based on the preliminary field test, teachers and students gave judgment to feasibility of the apparatus with percentage of each them were 94.64% and 92%. Under these conditions, apparatus that has been developed was very feasible to be used.

Keywords: *apparatus, reaction heat, temperature changes, gass volume changes, constant pressure, thermochemistry*

Abstrak: *Alat Penentuan Kalor Reaksi pada Tekanan Tetap.* Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat penentuan kalor reaksi untuk reaksi-reaksi yang menghasilkan gas pada tekanan tetap. Lima tahap pada metode pengembangan dan penelitian telah digunakan pada penelitian ini. Adapun kelayakan dan keberfungsian alat dijustifikasi berdasarkan beberapa proses validasi dan pengujian. Untuk kelayakan alat awal dilakukan validasi desain dan alat dengan hasil persentase keduanya adalah 100% sehingga alat valid dan layak digunakan. Uji keberfungsian alat telah dilakukan dan diperoleh hasil 100%. Berdasarkan uji coba lapangan awal, guru dan siswa memberikan penilaian terhadap kelayakan alat guru dan siswa dengan persentase keduanya adalah 94,64% dan 92%. Berdasarkan hal tersebut, alat yang dikembangkan dinyatakan sangat layak digunakan.

Kata kunci: *alat, kalor reaksi, perubahan suhu, perubahan volume gas, tekanan tetap, termokimia*

PENDAHULUAN

Kalor reaksi merupakan banyaknya kalor yang diserap atau dilepaskan saat terjadi reaksi kimia. Di laboratorium, penentuan kalor reaksi dilakukan dengan alat yang disebut kalorimeter. Kalor reaksi dapat ditentukan pada dua keadaan, yaitu

pada tekanan tetap atau volume tetap. Kalor reaksi pada tekanan tetap berbeda dengan kalor reaksi volume tetap, kalor reaksi pada tekanan tetap memperhitungkan kerja tekanan-volume, sedangkan kalor reaksi pada volume tetap tidak memperhitungkannya. Kalor reaksi pada tekanan

tetap disebut entalpi (H). Kerja tekanan-volume dapat teridentifikasi dari tekanan dan perubahan volume. Kalor reaksi pada tekanan tetap untuk reaksi yang tidak menghasilkan gas memiliki kalor reaksi yang hampir sama dengan kalor reaksi pada volume tetap, dikarenakan perubahan volume untuk reaksi yang hanya melibatkan padatan dan cairan sangat kecil. Berbeda halnya dengan kalor reaksi untuk reaksi yang melibatkan gas, perubahan volume gas harus diperhitungkan. Penentuan kalor reaksi pada tekanan tetap untuk reaksi yang menghasilkan gas dilakukan dengan memantau perubahan suhu dan perubahan volume gas selama reaksi terjadi (Petrucci, 1987).

Materi kalor reaksi pada tekanan tetap pertama kali dikenalkan di SMA pada bab termokimia dalam subbab penentuan perubahan entalpi. Materi ini terdapat pada mata pelajaran kimia SMA kelas XI IPA. Salah satu Kompetensi Dasar (KD) mata pelajaran kimia kelas XI IPA pada kurikulum 2013, yaitu merancang, melakukan, menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan penentuan ΔH suatu reaksi (Tim Penyusun, 2014). Syarat ketercapaian KD tersebut ialah siswa harus melakukan percobaan penentuan ΔH suatu reaksi sehingga pembelajarannya harus melalui kegiatan praktikum. Sangat banyak macam reaksi dalam kehidupan sehari-hari, salah satunya reaksi yang menghasilkan gas. Oleh karena itu, salah satu kegiatan yang perlu dilakukan dalam pencapaian KD tersebut ialah praktikum penentuan kalor reaksi pada tekanan tetap untuk reaksi yang menghasilkan gas.

Pembelajaran dengan metode praktikum dapat memberikan pengalaman secara langsung terhadap

siswa dan siswa dapat terlibat secara aktif di dalam kegiatan pembelajaran (Baeti dkk, 2014; Khanifah dan Susanto, 2014; Nashrullah dkk, 2015). Pembelajaran dengan pemberian pengalaman secara langsung dapat membuat konsep lebih mudah diterima oleh siswa (Duschl and Gerald, 2012; Fitriyanti, 2013; Hasyim, 2014; Panjaitan, M.B. dkk, 2015; Rahayu dkk, 2011). Pembelajaran harus melibatkan siswa secara aktif agar mereka mampu mengeksplorasi membentuk kompetensi dengan menggali berbagai potensi dan kebenaran secara ilmiah sehingga berdampak baik pada hasil belajarnya (Adesoji dan Idika, 2015; Farid dan Nurhayati, 2014; Wahyuni, 2014).

Pada kegiatan praktikum dibutuhkan suatu sarana. Sarana merupakan perlengkapan pembelajaran yang dapat dipindah-pindah. Standar sarana sekolah/madrasah pendidikan umum di Indonesia mencakup kriteria minimum sarana yang terdiri dari perabot, peralatan pendidikan, media pendidikan, buku dan sumber belajar lainnya, teknologi informasi dan komunikasi. Dari semua kriteria tersebut, yang secara langsung digunakan untuk pembelajaran adalah peralatan pendidikan. Salah satu peralatan pendidikan ialah peralatan laboratorium yang didalamnya terdapat alat untuk praktikum (Tim Penyusun, 2007).

Faktanya kegiatan praktikum di sekolah terkendala oleh karena tidak tersedianya alat untuk praktikum (Fadiawati, 2013; Fadiawati dan Tania, 2014). Hal ini didukung dengan hasil studi lapangan yang dilakukan di SMA Negeri 1 Gadingrejo, SMA Negeri 2 Gadingrejo dan SMA Negeri 1 Gedongtataan. Seluruh guru dan siswa menyatakan

bahwa pada saat proses pembelajaran kimia materi termokimia, sudah dilakukan praktikum untuk menentukan kalor reaksi pada tekanan tetap, namun praktikum untuk menentukan kalor reaksi pada volume tetap tidak dilakukan. Lebih lanjut, semua praktikum yang dilakukan tersebut hanya untuk reaksi yang tidak menghasilkan gas yaitu reaksi penetralan HCl dan NaOH. Semua guru menyatakan bahwa tidak dilakukannya praktikum untuk mengetahui harga kalor reaksi pada tekanan tetap untuk reaksi yang menghasilkan gas dikarenakan tidak tersedianya alat untuk praktikum.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan alat untuk praktikum dalam proses belajar mengajar (Hooi dkk, 2014; Mott dkk, 2014; dan Kahl dkk, 2014). Salah satunya yang dilakukan oleh Lestari (2013) yaitu mengembangkan desain kalorimeter sederhana yang dipantau dengan mikroskop digital. Pada penelitiannya dikembangkan kalorimeter sederhana berbahan *styrofoam* dimana kalorimeter terdiri dari gelas dan penutup dari *styrofoam* bekas wadah *mie instant cup*. Kekurangannya ialah kalorimeter ini hanya digunakan untuk mengukur perubahan temperatur sehingga dapat menentukan kalor reaksi pada tekanan tetap untuk reaksi penetralan saja, tidak digunakan untuk reaksi yang menghasilkan gas.

Dalam makalahnya, Lestari (2013) juga melaporkan bahwa *styrofoam* yang terbuat dari polistirena mempunyai *softening point* rendah, penggunaannya hanya boleh mencapai suhu maksimum 75°C. Hal tersebut yang mungkin menjadi alasan tidak dapat digunakan alat dengan bahan *styrofoam* untuk reaksi

yang menghasilkan gas, karena reaksi yang menghasilkan gas memiliki kemungkinan untuk bereaksi melebihi suhu maksimum tersebut sehingga memungkinkan adanya reaksi pereaksi dengan *styrofoam* yang mengakibatkan kalor reaksi yang ditentukan tidak murni kalor reaksi untuk pereaksi yang direaksikan. Adapun berdasarkan kelemahan tersebut maka pembaruan yang dapat dilakukan ialah menggantikan bahan *styrofoam* dengan bahan lain yang lebih tahan suhu tinggi dan tidak reaktif. Selain itu, juga ditambahkan satu komponen alat sebagai indikator perubahan volume gas.

Dalam artikel ini akan dipaparkan hasil pengembangan alat penentuan kalor reaksi pada tekanan tetap untuk reaksi yang menghasilkan gas. Selain itu, akan dipaparkan juga hasil validasi desain, validasi kelayakan alat, uji keberfungsian, serta uji coba lapangan awal.

METODE

Pada penelitian ini digunakan metode penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* (R&D) yang diusulkan oleh Borg dan Gall dengan alat penentuan kalor reaksi pada tekanan tetap untuk reaksi yang menghasilkan gas dijadikan sebagai subjek penelitian. Metode R&D merupakan metode untuk mengembangkan dan menguji suatu produk (Sukmadinata, 2011). Langkah-langkah dalam penelitian ini meliputi:

Penelitian dan Pengumpulan Data

Studi Pustaka. Studi pustaka bersumber dari berbagai buku, kumpulan jurnal, dan informasi yang tersedia di internet. Studi pustaka yang dilakukan berupa pencarian informasi mengenai konsep kalor

reaksi dan alat penentuan kalor reaksi yang pernah dikembangkan, serta kriteria pengembangan alat penentuan kalor reaksi pada tekanan tetap untuk reaksi yang menghasilkan gas.

Studi lapangan. Tahap ini dilakukan di tiga SMA Negeri yang tersebar di kabupaten Pesawaran dan Pringsewu dengan pengisian kuesioner oleh tiga guru kimia dan 15 siswa kelas XII IPA. Data yang diperoleh pada tahap ini kemudian diklasifikasi lalu dihitung frekuensi jawabannya. Selanjutnya dipersentasikan menggunakan rumus berikut:

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

dimana $\%J_{in}$ merupakan persentase pilihan jawaban pada tiap butir pertanyaan pada kuesioner kebutuhan alat penentuan kalor reaksi pada tekanan tetap, $\sum J_i$ merupakan jumlah responden yang menjawab jawaban ya/tidak, dan N merupakan jumlah seluruh responden. Selanjutnya persentase kuesioner secara keseluruhan ditafsirkan dengan menggunakan tafsiran Arikunto (2008) pada Tabel 1.

Tabel 1. Tafsiran persentase

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

Perencanaan

Pada tahap ini dicari informasi mengenai kriteria alat penentuan kalor reaksi pada tekanan tetap. Pada tahap ini juga dicari informasi terkait komponen alat apa saja yang mungkin dapat digunakan.

Pengembangan Draf Awal

Pembuatan desain dan validasi desain. Pembuatan desain dilakukan dengan membuat rancangan gambar alat yang akan dikembangkan. Desain yang telah dibuat kemudian divalidasi oleh dua orang dosen Pendidikan Kimia Universitas Lampung dengan pengisian kuesioner. Validasi ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan desain yang nantinya akan direalisasikan menjadi alat yang dapat digunakan.

Pembuatan alat dan validasi alat. Alat dibuat sesuai dengan desain alat yang telah tervalidasi dan dinyatakan layak pada validasi desain. Berikutnya alat yang sudah dikembangkan kemudian divalidasi melalui pengisian kuesioner oleh dua orang dosen Pendidikan Kimia Universitas Lampung. Validasi ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan alat meliputi aspek keterkaitan dengan bahan ajar, nilai pendidikan, ketahanan alat, ketepatan pengukuran, efisiensi penggunaan alat, kepraktisan, dan keamanan bagi peserta didik.

Uji keberfungsian. Uji ini dilakukan dengan pengisian kuesioner oleh 10 mahasiswa Pendidikan Kimia Universitas Lampung setelah menggunakan alat yang dikembangkan. Uji ini bertujuan untuk memastikan apakah komponen yang digunakan pada alat sudah berfungsi dengan baik sehingga meminimalisir kemungkinan kesalahan hasil percobaan dikarenakan *error* pada alat.

Kegiatan yang dilakukan untuk mengolah data yang diperoleh pada tahap pengembangan draf awal yaitu memberi skor jawaban responden pada kuesioner, jawaban “Ya” memiliki skor 1 dan jawaban “Tidak” memiliki skor 0 (Anshory, 2015). Selanjutnya jumlah skor

jawaban dihitung secara keseluruhan, dan persentase jawaban responden dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\%X_{in} = \frac{\sum S}{S_{maks}} \times 100\%$$

dimana $\%X_{in}$ merupakan persentase pilihan jawaban pada tiap butir pernyataan pada kuesioner, $\sum S$ merupakan jumlah skor jawaban pada masing-masing pilihan jawaban tiap butir pertanyaan pada kuesioner, dan S_{maks} merupakan skor maksimum yang diharapkan (Sudjana, 2005). Berikutnya menghitung rata-rata persentase skor jawaban untuk mengetahui tingkat kelayakan atau keberfungsian dengan rumus sebagai berikut:

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

dimana $\overline{\%X_i}$ merupakan rata-rata persentase jawaban pada kuesioner, $\sum \%X_{in}$ merupakan jumlah persentase jawaban pada kuesioner, dan n merupakan jumlah pernyataan (Sudjana, 2005). Setelah itu, persentase skor jawaban pada kuesioner secara keseluruhan ditafsirkan dengan menggunakan tafsiran Arikunto (2008) pada Tabel 1 untuk validasi desain dan uji keberfungsian, dan menggunakan Tabel 2 untuk validasi kelayakan alat (Arikunto dalam Rochayati, dkk., 2012).

Tabel 2. Tafsiran persentase jawaban kuesioner kelayakan alat

Interval Persentase	Kriteria
81% - 100%	Sangat layak
61% - 80%	Layak
41% - 60%	Cukup layak
21% - 40%	Kurang layak
$\leq 20\%$	Sangat tidak layak

Uji Coba Lapangan Awal

Tahap ini dilakukan di SMA Negeri 1 Sumberejo Kabupaten Tanggamus dengan pengisian kuesioner oleh 2 guru kimia dan 10 siswa kelas XI IPA. Sebelum pengisian kuesioner, siswa melakukan praktikum penentuan kalor reaksi pada tekanan tetap menggunakan alat yang dikembangkan.

Pada tahap ini disusun dua kuesioner, yaitu kuesioner untuk tanggapan guru yang meliputi aspek keterkaitan dengan bahan ajar, nilai pendidikan, ketahanan alat, ketepatan pengukuran, efisiensi penggunaan alat, kepraktisan, dan keamanan bagi peserta didik, serta kuesioner untuk tanggapan siswa meliputi aspek ketahanan alat, ketepatan pengukuran, efisiensi penggunaan alat, kepraktisan, dan keamanan bagi peserta didik. Adapun kegiatan yang dilakukan untuk mengolah data sama dengan pengolahan data pada tahap pengembangan draf awal dengan persentase skor jawaban pada kuesioner secara keseluruhan ditafsirkan menggunakan tafsiran Arikunto (2008) pada Tabel 1.

Revisi Hasil Uji Coba

Setelah uji coba lapangan awal, dilakukan revisi berdasarkan tanggapan guru dan siswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dan Pengumpulan Data

Studi pustaka. Hasil yang diperoleh pada studi pustaka yaitu penelitian relevan terkait dengan pengembangan alat penentuan kalor reaksi pada tekanan tetap, aspek pengujian kelayakan alat, serta informasi mengenai adanya petunjuk penggunaan (*user manual*) dan penuntun praktikum. Adapun penelitian relevan yang ditemukan ialah

penelitian pengembangan alat penentuan kalor reaksi pada tekanan tetap untuk reaksi netralisasi, namun tidak ditemukan pengembangan alat penentuan kalor reaksi pada tekanan tetap untuk reaksi yang menghasilkan gas.

Studi lapangan. Hasil yang diperoleh pada studi lapangan adalah seluruh praktikum penentuan kalor reaksi pada tekanan tetap dilakukan untuk menentukan kalor reaksi netralisasi $\text{HCl} + \text{NaOH}$, tidak ada yang melakukan praktikum untuk menentukan kalor reaksi yang menghasilkan gas. Adapun alasan praktikum untuk reaksi yang menghasilkan gas tidak dilakukan karena tidak tersedianya alat untuk praktikum. Seluruh guru dan siswa merasa perlu dilaksanakan praktikum penentuan kalor reaksi pada tekanan tetap untuk reaksi yang menghasilkan gas. Seluruh guru merasa perlu dikembangkan alat penentuan kalor reaksi pada tekanan tetap. Disimpulkan bahwa kebutuhan dikembangkannya alat penentuan kalor reaksi pada tekanan tetap sangat tinggi.

Perencanaan

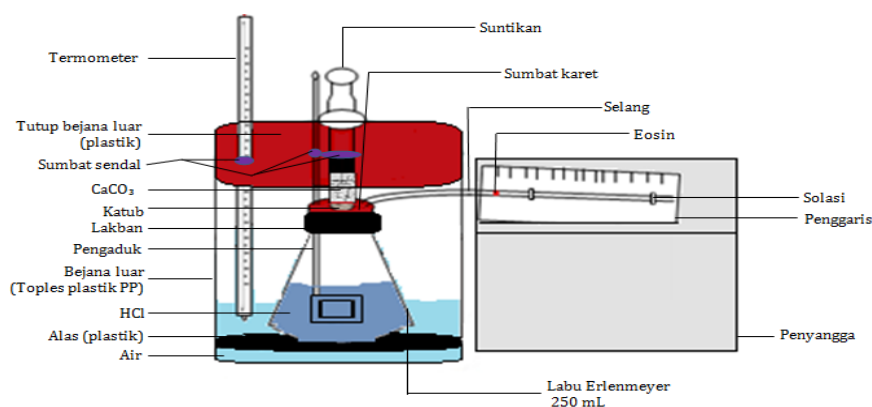
Pada tahap ini ditentukan kriteria alat yang akan dikembangkan

dan komponen alat yang dapat digunakan. Alat harus dapat mengukur perubahan suhu dan perubahan volume gas saat reaksi. Komponen alat yang direncanakan untuk mengukur perubahan suhu adalah termometer. Komponen alat yang direncanakan untuk mengukur perubahan volume gas berupa alat atau indikator yang elastis atau mudah terdorong oleh gas, dengan wadah transparan dan skala yang jelas.

Pengembangan Draf Awal

Pembuatan desain dan validasi desain. Desain alat penentuan kalor reaksi pada tekanan tetap disajikan pada Gambar 1. Desain alat ini sebelumnya telah mengalami lima kali perbaikan.

Perbaikan yang dilakukan di antaranya dengan menggantikan bejana reaksi menggunakan labu Erlenmeyer sehingga gas lebih optimum mendorong indikator perubahan volume gas. Hal ini dikarenakan luas permukaan bagian alas (tempat terjadinya reaksi) besar kemudian bagian yang akan menjadi tempat gas dihasilkan (di atas bagian bejana reaksi yang berisi pereaksi cair) lebih kecil luas permukaannya, sebelumnya bejana reaksi yang digunakan berbentuk tabung.



Gambar 1. Desain alat penentuan kalor reaksi pada tekanan tetap pada tahap pembuatan desain

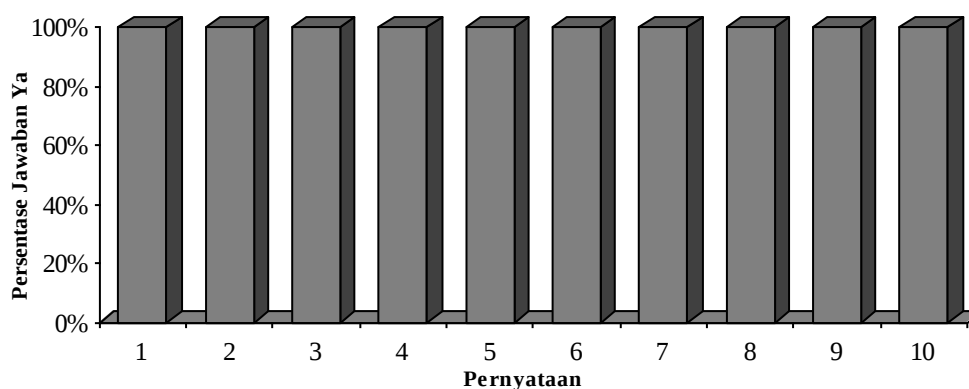
Indikator perubahan volume gas yang digunakan ialah eosin, sebelumnya menggunakan balon yang hanya dapat menentukan perubahan volume gas secara kualitatif, piston elastis yang terkendala pada bahan nyatanya karena tidak ada alat yang sangat elastis seperti yang diharapkan, dan air dalam botol dengan posisi terbalik yang tidak bisa digunakan karena memungkinkan adanya kerja lain pada alat selain kerja tekanan-volume. Alasan penggunaan eosin ini karena eosin cukup elastis, dan biasa digunakan untuk mengukur perubahan volume gas pada alat refraktometer atau alat pengukur laju pernapasan (gas O_2) pada serangga dan juga warnanya yang merah cerah sehingga mudah diamati.

Perbaikan lainnya yaitu penggunaan tiga wadah dengan sistem terisolasi pada alat yaitu bejana reaksi untuk pereaksi cair sekaligus tempat terjadinya reaksi, bejana luar, dan *syringe* berkatur sebagai wadah pereaksi padat sebelumnya hanya terdiri atas satu wadah dengan sistem tertutup sehingga dikhawatirkan masih ada kalor yang keluar dari alat.

Pemilihan air sebagai medium pengukur suhu, pada desain sebelumnya termometer langsung masuk ke dalam bejana reaksi yang memiliki kemungkinan adanya reaksi termometer yang berbahan silika dengan pereaksi cair. Tidak lagi digunakan statif dan klem untuk memposisikan termometer, akan tetapi digunakan sumbat sandal pada lobang termometer yang ada di bagian tutup pada alat. Perbaikan yang terakhir yaitu pemberian alas bejana reaksi sehingga meminimalisir kemungkinan keluarnya kalor dari alat.

Desain yang telah dibuat selanjutnya dilakukan validasi desain untuk mengetahui kelayakan desain hasil pengembangan. Hasil validasi desain alat yang dikembangkan disajikan pada Gambar 2.

Kuesioner untuk validasi desain terdiri dari sebelas pernyataan mengenai kelayakan desain sebagai acuan pembuatan alat penentuan kalor reaksi pada tekanan tetap. Dari tahap validasi desain diperoleh hasil bahwa keseluruhan pernyataan memperoleh persentase 100% dengan kriteria sangat tinggi. Dengan demikian diketahui bahwa desain alat layak



Keterangan:

1:kesesuaian dengan konsep, 2:kemudahan diperoleh komponen penyusun alat, 3:biaya pembuatan relatif terjangkau, 4:kemudahan untuk disimpan, 5:kemudahan untuk dibawa/dipindahkan, 6:kemudahan untuk dirancang, 7:kemudahan pengamatan perubahan suhu, 8:kemudahan pengamatan perubahan volume gas, 9:keamanan bagi peserta didik, 10:ketidakeaktifan bahan komponen terhadap pereaksi, 11:ketahanan terhadap perubahan lingkungan

Gambar 2. Hasil validasi desain

direalisasikan menjadi alat penentuan kalor reaksi pada tekanan tetap.

Pembuatan Alat dan validasi alat. Desain alat yang telah dinyatakan layak digunakan sebagai acuan pembuatan alat selanjutnya direalisasikan menjadi alat penentuan kalor reaksi. Alat yang telah dibuat sesuai desain dapat dilihat pada Gambar 3.

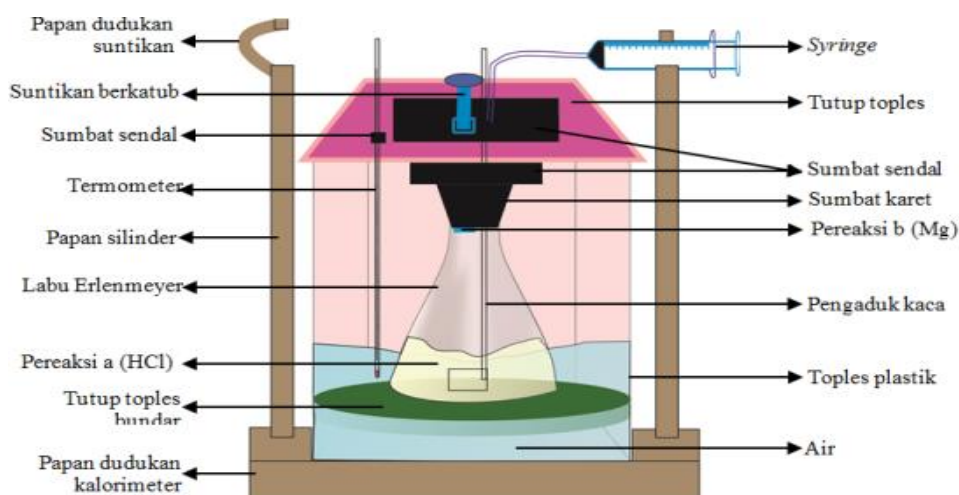


Gambar 3. Alat sesuai desain yang tervalidasi

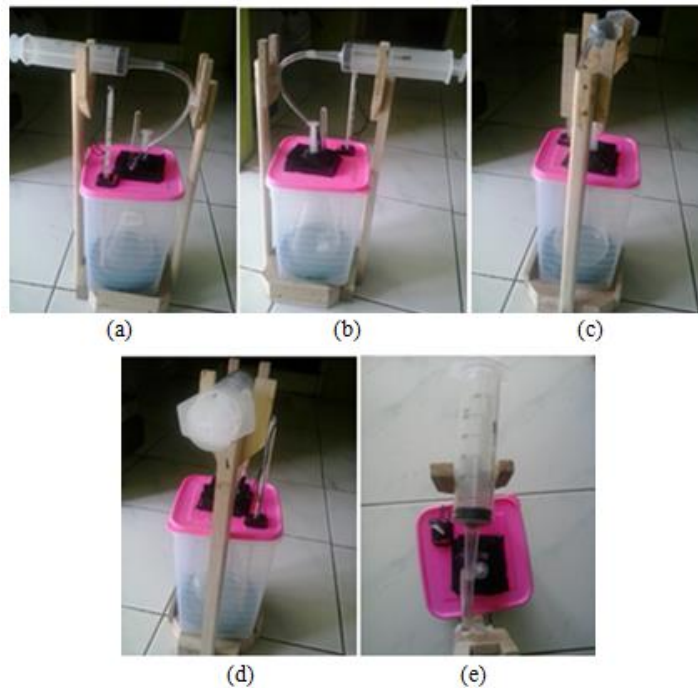
Sebelum alat hasil pengembangan dilanjutkan ke tahap validasi alat, terlebih dahulu alat hasil pengembangan dioptimalisasikan agar diketahui kapasitas kalor kalorimeter ($C_{\text{kalorimeter}}$) dan diujikan agar diketahui keakuratannya jika dibandingkan terhadap hasil teoritis. Hasil dari optimalisasi alat, didapat

nilai $C_{\text{kalorimeter}}$ sebesar $0,422 \pm 0,005$ KJ/ $^{\circ}\text{C}$. Saat melakukan uji coba, ternyata penggunaan eosin sebagai indikator perubahan volume gas tidak dapat digunakan dikarenakan dengan banyak variasi jumlah pereaksi tidak dapat mengukur volume gas dengan jelas, dimana eosin tidak terdorong sama sekali atau eosin terdorong sampai keluar selang. Dengan demikian eosin digantikan menggunakan *syringe* yang desainnya ditunjukkan pada Gambar 4.

Selanjutnya dilakukan uji coba menggunakan HCl 3M sebanyak 25 mL dan pita Mg sebanyak 0,36 gram. Kalor reaksi yang dihasilkan sebesar pada uji coba tersebut adalah sebesar -1,92386 KJ untuk $C_{\text{kalorimeter}} = 0,422 + 0,005$ KJ/ $^{\circ}\text{C}$ dan -1,88219 KJ untuk $C_{\text{kalorimeter}} = 0,422 - 0,005$ KJ/ $^{\circ}\text{C}$. Kalor reaksi berdasarkan perhitungan secara teoritis adalah -1,939 KJ. Jadi didapatkan persen kesalahan sebesar 0,78% atau keakuratannya sebesar 99,22%. Dengan demikian alat penentuan kalor reaksi pada tekanan tetap sudah selesai dibuat dan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 4. Desain alat dengan *syringe* sebagai indikator perubahan volume gas

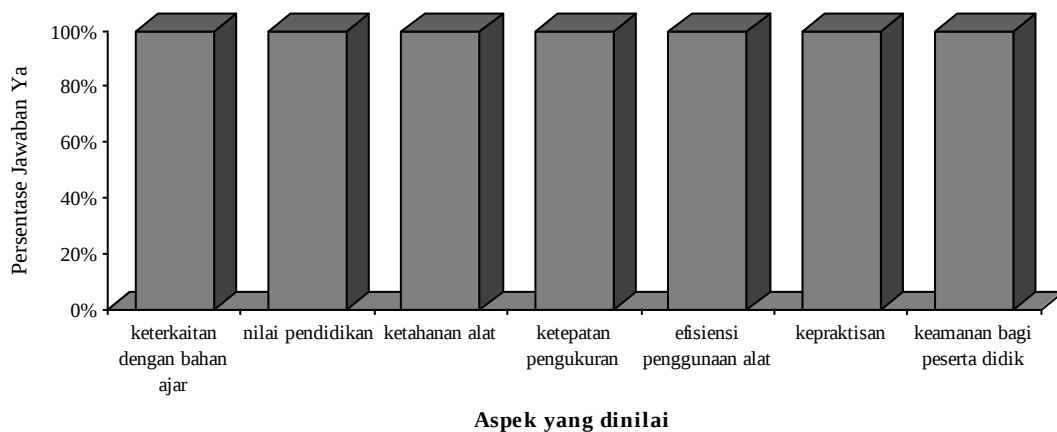


Gambar 5. Alat penentuan kalor reaksi pada tekanan tetap, (a) tampak depan, (b) tampak belakang, (c) tampak kanan, (d) tampak kiri, (e) tampak atas

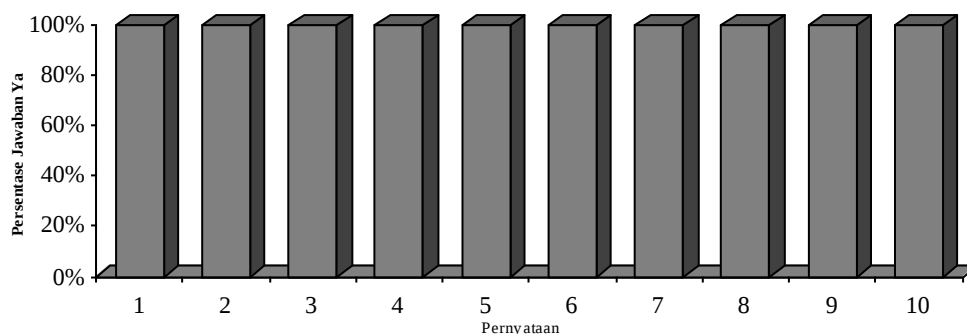
Setelah alat selesai dibuat, dilakukan validasi alat yang bertujuan untuk mengetahui kelayakan alat sehingga dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Hasil yang diperoleh ditunjukkan pada gambar 6. Persentase keseluruhan sebesar 100% dengan kriteria sangat layak. Dengan demikian diketahui bahwa alat penentuan kalor reaksi pada tekanan tetap layak untuk digunakan

dalam kegiatan pembelajaran pada materi kalor reaksi.

Uji keberfungsian. Kuesioner uji keberfungsian terdiri atas 10 pernyataan. Persentase keseluruhan sebesar 100% dengan kriteria sangat tinggi, dengan kata lain alat yang dikembangkan sudah terdiri atas komponen alat yang berfungsi dengan baik. Hasil uji keberfungsian dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 6. Hasil validasi alat



Keterangan:

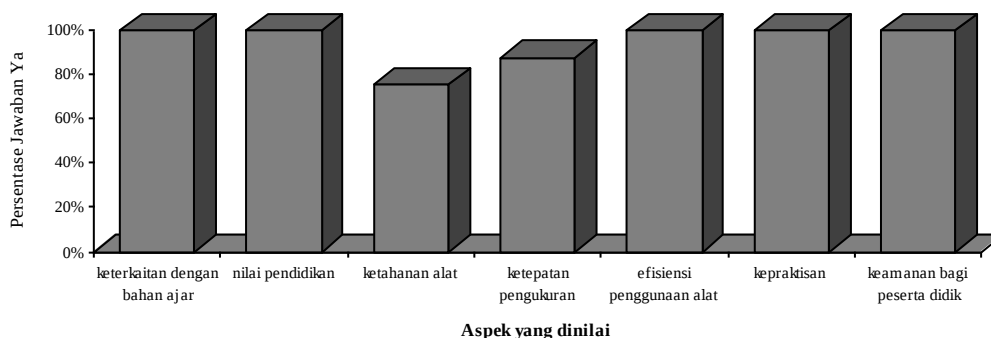
1:keberfungsian labu Erlenmeyer, 2:keberfungsian air sebagai medium pengukuran, 3:ketahanan dudukan syringe berkatub, batang pengaduk dan selang terangkai pada sumbat gabus dan tutup toples, 4:keberfungsian syringe berkatub, 5:ketahanan dudukan sumbat karet ketika menutup labu Erlenmeyer, 6:keberfungsian termometer, 7:keberfungsian sumbat karet sebagai lobang termometer, 9:keterbacaan skala syringe 60 mL, 10:ketahanan dudukan penyangga/alas bejana reaksi, 11:terisolasinya keseluruhan sistem alat

Gambar 7. Hasil uji keberfungsian

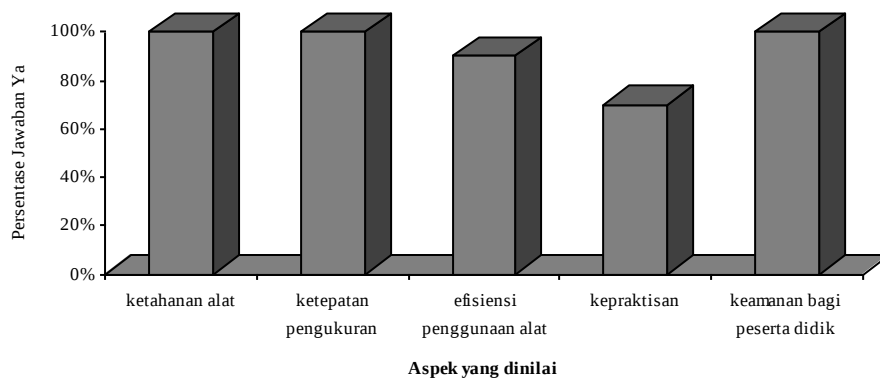
Persentase keseluruhan uji coba lapangan awal untuk tanggapan guru adalah 94,64% dengan kategori sangat tinggi yang ditunjukkan pada Gambar 8. Saran perbaikan dari guru terhadap alat pada aspek ketahanan alat pada pernyataan “alat praktikum yang dikembangkan dipertimbangkan tahan terhadap perubahan lingkungan (suhu, cahaya matahari, kelembapan, air)” yaitu perlu adanya pengembangan perbaikan sehingga interaksi energi (contoh: sinar matahari) dari luar ketika praktikum menggunakan alat bisa di minimalisir. Namun saran ini belum bisa dilaksanakan dengan pertimbangan untuk meminimalisir interaksi energi dari luar dapat dilakukan dengan cara melakukan praktikum menggunakan alat ini di dalam ruang sehingga

tidak terkena sinar matahari secara langsung. Hal ini juga dikarenakan untuk meminimalisir energi, harus menggunakan alat yang bagian luarnya tidak transparan sehingga dapat mengganggu pengamatan perubahan suhu.

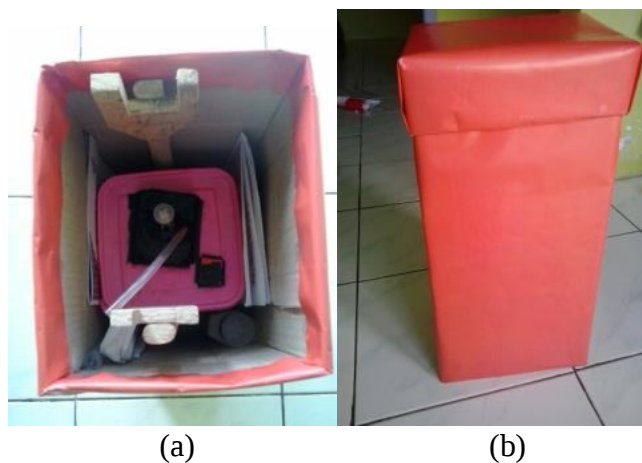
Persentase keseluruhan uji coba lapangan awal untuk tanggapan siswa adalah 92% dengan kategori sangat tinggi yang ditunjukkan pada Gambar 9. Saran perbaikan dari siswa terhadap alat pada aspek kepraktisan pada pernyataan “alat yang dikembangkan mudah untuk dibawa dan disimpan” yaitu perlu adanya wadah alat agar lebih mudah untuk dibawa ataupun disimpan. Revisi alat hasil uji coba lapangan terbatas dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 8. Hasil uji coba lapangan awal (tanggapan guru)



Gambar 9. Hasil uji coba lapangan awal (tanggapan siswa)



Gambar 10. Alat penentuan kalor reaksi pada tekanan tetap hasil uji coba lapangan awal, (a) bagian dalam tampak atas, (b) bagian luar tampak depan

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan disimpulkan bahwa alat penentuan kalor reaksi pada tekanan tetap yang dikembangkan sudah valid dan sangat layak digunakan untuk pembelajaran dan praktikum penentuan kalor reaksi di sekolah. Adapun persentase hasil validasi desain, validasi kelayakan alat, uji keberfungsian, serta uji coba lapangan awal oleh guru dan siswa secara berturut adalah 100%, 100%, 100%, 94,64% dan 92%.

DAFTAR RUJUKAN

Adesoji, F. A., dan Idika, M.I. 2015. Effects of 7E Learning Cycle

Model and Case-Based Learning Strategy on Secondary School Students Learning Outcomes in Chemistry. *Journal of The International Society for Teacher Education*. 19 (1), 7-17.

Anshory, M. 2015. Pengembangan Science In Box Fluida Statis Untuk Pembelajaran IPA Siswa SMP. *Skripsi*. FKIP, Bandar Lampung: Universitas Lampung.

Arikunto. 2008. *Penilaian Program Pendidikan*. Jakarta: Bina Aksara.

- Baeti, S. N., Binandja, A. dan Susilaningih, E. 2014. Pembelajaran Berbasis Praktikum Bervisi SETS untuk Meningkatkan Keterampilan Laboratorium dan Penguasaan Kompetensi. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*. 8 (1), 1260-1270.
- Duschl, R. A., dan Gerald, R. 2012. Two Views About Explicitly Teaching Nature of Science. *Science and Education*. 22 (9), 2109-2139.
- Fadiawati, N. 2013. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Kesetimbangan Kimia Berbasis Representasi Kimia untuk Siswa Kelas XI IPA. *Prosiding Seminar Penelitian, Pendidikan, Dan Penerapan MIPA*, 197-203.
- Fadiawati, N. dan Tania, L. 2014. Efektivitas pendekatan saintifik dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa pada Materi Kesetimbangan Kimia. *Laporan Penelitian*. Bandar Lampung, (tidak diterbitkan).
- Farid, A. dan Nurhayati, S. 2014. Pengaruh Penerapan Strategi REACT terhadap Hasil Belajar Kimia Siswa Kelas XI. *Chemistry in Education*. 3 (1), 36-42.
- Fitriyanti, A. 2013. Pengembangan Keterampilan Proses melalui Strategi Inquiri dalam Pembelajaran IPA SMP. *Jurnal Ilmiah Guru "COPE"*. 01, 8-14.
- Hasyim, M., Murrin dan Yani, A. 2014. Pengaruh Model Pembelajaran dan Gaya Belajar terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Kelas VII SMP Negeri 30 Makassar. *Jurnal Riset dan Kajian Pendidikan Fisika*. 1 (2), 52-56.
- Hooi, Y.K., Nakano, M., and Koga, N. 2014. A Simple Oxygen Detector Using Zinc-Air Battery. *Journal of Chemical Education*. 91, 297-299.
- Kahl, A., Heller, D., and Ogden, K. 2014. Constructing a Simple Distillation Apparatus To Purify Seawater. A High School Chemistry Eksperiment. *Journal of Chemical Education*. 91 (4), 554-556.
- Khanifah dan Susanto, H. 2014. Efektivitas Model Pembelajaran Problem Based Instruction Berbantuan Media Audio-Visual dalam Meningkatkan Kemampuan Menganalisis dan Memecahkan Masalah Fisika. *Unnes Physics Education Journal*. 3 (2), 48-55.
- Lestari, E. 2013. Persentase Produk Etanol dari Distilasi Etanol-Air dengan *Distribute Control System (DCS)* pada Berbagai Konsentrasi Umpan. *Tugas Akhir*. Program Diploma III, UNDIP. Semarang.
- Mott, J.R., Munson, P.J., Kreuter, R.A., Chohan, B.S., and Syke, D.G. 2014. Design, Development, and Characterization of an Inexpensive Portable Cyclic Voltameter. *Journal of Chemical Education*. 91 (7), 1028-1036.
- Nashrullah, A., Hadisaputro, S. dan Sumarti, S.S. 2015. Keefektifan Metode Praktikum Berbasis Inquiry pada Pemahaman Konsep dan Keterampilan Proses Sains. *Chemistry in Education*. 4 (2), 50-56.
- Panjaitan, M.B., Nur, M dan Jatmiko, B. 2015. The Science Learning Model Based on Creative

Inquiry Process to Increase Creative Thinking and Concept Comprehension of Junior High School Students. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. 11 (1), 8-22.

Keterampilan Melakukan Praktikum Materi Sistem Pencernaan. *Prosiding SNPS (Seminar Nasional Pendidikan Sains)*.

Petrucchi, R. H. 1987. *Kimia Dasar Prinsip dan Terapan Modern*. Edisi keempat. Jilid 2. Diterjemahkan oleh Suminar Achmadi. Jakarta: Erlangga.

Rahayu, E, H. Susanto dan D. Yulianti. 2011. Pembelajaran Sains Dengan Pendekatan Keterampilan Proses untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. 7, 106-110.

Rochayati, U., S. Waluyanti, dan D. Santoso. 2012. Inovasi Media Pembelajaran Sains Teknologi Di SMP Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Kependidikan*. 42 (1), 89-98.

Sudjana. 2005. *Metode Statistika*. Bandung: Tarsito.

Sukmadinata. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Remaja Rosdakarya.

Tim Penyusun. 2007. *Salinan lampiran Permendiknas No. 24 tahun 2007 Tentang Standar Sarana dan Prasarana Sekolah/Madrasah Pendidikan Umum*. Jakarta. Permendiknas.

Tim Penyusun. 2014. *Salinan lampiran Permendikbud No. 59 tahun 2013 Tentang Kurikulum 2013 SMA/MA*. Jakarta: Permendikbud.

Wahyuni, E. T. 2014. Pembelajaran Kontekstual dengan Metode Self Direct untuk Meningkatkan