Kajian Kalor Reaksi Tembaga Sulfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) Melalui Prototipe Kalorimeter

Dian H.O. Howan*

Ilmu Kimia FMIPA, Universitas Negeri Manado, Tondano, 95619, Indonesia

INFO ARTIKEL

Diterima 7 April 2019
Disetujui 29 April 2019

Key word:

coal fly ash,
 SiO_2 , Al_2O_3 , K_2O , FeO

Kata kunci:

prototipe kalorimeter,
kalor pelarutan, CuSO_4

ABSTRACT

Determination of dissolution heat reaction of copper sulfate hydrate, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ and copper sulfate anhydrous, CuSO_4 using a calorimeter prototype was carried out. The initial stage is carried out by measuring the calorimeter constant and then measuring the heat of copper sulphate dissolution using Hess's Law to determine the heat of reaction indirectly. The results obtained by the dissolution reaction reaction of copper sulfate $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ and copper sulfate anhydrous CuSO_4 respectively were 723,318 J and 748,26 J.

ABSTRAK

Telah dilakukan penentuan kalor pelarutan reaksi tembaga sulfat hidrat, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan tembaga sulfat anhidrat, CuSO_4 dengan menggunakan prototype kalorimeter. Tahap awal dilakukan dengan pengukuran tetapan kalorimeter dan dilanjutkan pengukuran kalor pelarutan tembaga sulfat menggunakan Hukum Hess untuk menentukan kalor reaksi secara tak langsung. Hasil yang diperoleh nilai kalor pelarutan reaksi tembaga sulfat $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan tembaga sulfat anhidrat CuSO_4 masing-masing berturut-turut sebesar 723,318 J dan 748,26 J.

*e-mail:

dian_octorina@yahoo.com

*Telp:

Pendahuluan

Termodinamika kimia membahas perubahan energi yang menyertai reaksi kimia. Perubahan energi ini member petunjuk dalam menentukan seberapa cepat reaksi berlangsung dan sempurna tidaknya reaksi. Termodinamika membahas perubahan energi yang dimanifestasikan sebagai kalor reaksi, ΔH . Pereaksi yang reaktannya membebaskan kalor ke lingkungan disebut reaksi eksoterm (ΔH negatif). Sedangkan yang menyerap kalor disebut reaksi endoterm (ΔH positif). Perubahan energi juga dimanifestasikan sebagai energi listrik yang diukur dalam bentuk voltase yang diperlukan atau dihasilkan dari

jumlah perubahan kimia. Kerja yang dilakukan melawan gaya luar (tekanan udara) juga merupakan manifestasi dari perubahan energi

Jumlah kalor yang terlibat dalam suatu proses reaksi kimia ternyata mempunyai kaitan dengan sifat-sifat ataupun jumlah materi yang bereaksi. Berdasarkan adanya keterkaitan tersebut, sifat maupun materi yang bereaksi akan dapat di evaluasi atau ditentukan apabila jumlah kalor atau parameter yang terkait dapat dideteksi. Salah satu parameter yang terkait dengan kalor adalah temperatur atau perubahan temperatur [1].

Alat yang digunakan untuk mengukur

perubahan kalor selama reaksi kimia adalah kalorimeter. Dalam metode kalorimeter pembakaran suatu unsur atau senyawa dibakar, biasanya dalam oksigen dan kalor yang dibebaskan dalam reaksi itu diukur, setiap kalorimeter mempunyai sifat khas dalam mengukur kalor. Ini dapat terjadi karena kalorimeter sendiri (baik gelas atau logam) menyerap kalor, sehingga tidak semua kalor terukur. Untuk itu perlu menentukan berapa banyak kalor yang diserap oleh kalorimeter beserta termometer dan pengaduknya.

Kalor pelarutan merupakan salah satu kalor reaksi dimana pengukuran kalor dapat dilakukan dengan melangsungkan reaksi dalam kalorimeter. Kalor reaksi dihitung dari perubahan temperatur larutan yang dikalikan dengan massa larutan dan kalor jenis.

Adapun tujuan penelitian ini adalah menentukan tetapan kalorimeter dan kalor pelarutan tembaga sulfat hidrat $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan tembaga sulfat anhidrat CuSO_4 .

Bahan dan Metode

Alat dan bahan yang digunakan adalah kalorimeter (prototipe), mortal dan pestel, stopwatch, desikator, gelas ukur, dan cawan porselin. Bahan: bahan yang digunakan $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, dan aluminium foil.

Penentuan tetapan kalorimeter

Diambil 50 mL aquades dimasukkan ke dalam gelas kimia, kemudian dipanaskan sampai temperatur 10°C di atas temperatur kamar. Diambil 50 mL aquades dingin dimasukkan ke dalam kalorimeter, tutup kalorimeter tersebut pasang termometernya. Ukurlah temperatur air dingin dalam kalorimeter tersebut dalam air panas secara bersamaan tiap menit selama 3 menit. Pada menit ke empat, tuang air panas ke air dingin ke dalam kalorimeter dengan cepat, kemudian kalorimeter segera ditutup dan diaduk. Pada menit ke 5, 6, 7, ukur temperatur, sampai menit terakhir dan diaduk. Hitung massa air panas yang ditambahkan. Buat grafik temperatur vs waktu dengan temperatur sebagai ordinat dan waktu sebagai absis untuk air dingin, air panas, dan campuran air dingin-panas dalam satu

grafik. Ekstrapolasikan ketiga grafik tersebut ke waktu pencampuran. Hitung perubahan temperatur untuk air dingin dan untuk air panas. Hitung kalor yang dilepas oleh air panas dan kalor yang diterima oleh air dingin. Hitung kalor yang diterima kalorimeter yaitu selisih antara kalor yang dilepas oleh air panas dengan kalor yang diterima oleh air dingin. Kemudian hitung tetapan kalorimeter [2]

Penentuan Kalor Pelarutan Tembaga Sulfat $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Ditimbang secara kasar 10 gram kristal $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Ditempatkan kristal $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ pada mortal lalu dihancurkan sampai diperoleh serbuk halus (kristal biru akan berubah menjadi serbuk putih kebiruan). Ditimbang secara teliti 5 gram $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ yang dihancurkan tadi pada neraca analitik ($\pm 0,001$ gram). Disiapkan kalorimeter, pengaduk, dan termometer ($0 - 100^\circ\text{C}$), kemudian masukkan ke dalam kalorimeter itu tepat 100 mL aquades. Untuk mengetahui perubahan temperatur kalorimeter dari waktu ke waktu, dicatat temperatur setiap 30 detik. Gunakan *stopwatch* untuk mengukur waktu. Setelah temperatur air dalam kalorimeter tidak berubah lagi, ditambahkan 5 gram $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ tadi dan aduk kuat-kuat. Dicatat waktu ketika $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ditambahkan, lalu lanjutkan pembacaan temperatur setiap 30 detik sampai 5 menit dihitung dari waktu penambahan $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Dipanaskan 5 gram $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ lain dalam cawan porselen. Diaduk perlahan-lahan sampai semua air hidrat yang terdapat pada serbuk ini menguap seluruhnya (ditandai dengan perubahan warna dari biru menjadi putih). Disimpan serbuk anhidrat tadi dalam desikator, tunggu sampai serbuk itu menjadi dingin. Dengan menggunakan serbuk CuSO_4 anhidrat, diulang langkah diatas [2, 3].

Perhitungan

Tetapan Kalorimeter

Tetapan kalorimeter yaitu jumlah kalor yang diserap untuk menaikkan temperaturnya sebesar satu derajat. Kalor yang dilepas = $m_1 \times c \times \Delta T_1$. Kalor yang diterima = $m_2 \times c \times \Delta T_2$. Dimana : m_1 = massa air panas; m_2 = massa air dingin; ΔT_1 = temperatur air panas – temperatur campuran pada menit ke 4; ΔT_2 = temperatur

campuran – temperatur air dingin pada menit ke 4. C = kalor jenis air = $4,2 \text{ Jg}^{-1}\text{K}^{-1}$ [4]. Kalor yang diterima kalorimeter = kalor yang dilepas – kalor yang diterima (Δ kalor). Tetapan kalorimeter = Δ kalor/ ΔT_2 . Kalor Pelarutan. Kalor yang diserap air = $[m \times c \times \Delta T]$ air. Kalor yang diserap tembaga sulfat = $[m \times c \times \Delta T]$ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Kalor yang diserap kalorimeter = tetapan kalorimeter $\times \Delta T$. Kalor yang dihasilkan = kalor yang diserap air + kalor yang diserap

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ + kalor yang diserap kalorimeter. Kalor per mol $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ yang digunakan ΔH = kalor yang dihasilkan/mol $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ [5].

Hasil dan Pembahasan

Dengan menggunakan prototype kalorimeter ini maka diperoleh hasil perubahan temperatur air seperti pada Tabel 1; Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 1. Perubahan Temperatur Air Dingin

Ulangan	Air	Suhu (K)						
		30	60	90	120	150	180	210
I	dingin	300	300	300	300	300	300	300
II	dingin	299	299	299	299	299	299	299
III	dingin	301,5	301,5	301,5	301,5	301,5	301,5	301,5

Tabel 2. Perubahan Temperatur Air Panas

Ulangan	Air	Suhu (K)						
		240	270	300	330	360	390	420
I	panas	305	304,9	304,9	304,9	304,9	304,9	304,9
II	panas	303	302,7	303,7	303,7	303,7	303,7	303,7
III	panas	301,5	301,5	301,5	301,5	301,5	301,5	301,5

Tabel 3. Perubahan Temperatur (ΔT)

Perlakuan	Massa air dingin (mL)	Massa air panas (mL)	ΔT_1 (K)	ΔT_2 (K)
I	50	50	5	5
II	50	50	6	4
III	50	50	5,5	4,5

Tabel 4. Kalor yang diterima kalorimeter dan kalor yang dilepas (Δq)

Perlakuan	Q_{lepas} (J)	Q_{terima} (J)	ΔQ (J)
I	1050	1050	0
II	1260	840	420
III	1155	945	210

Tabel 5. Tetapan Kalorimeter

Perlakuan	Tetapan Kalorimeter (J/K)	Rata-rata (J/K)
I	0	50,5556
II	105	
III	46,6667	

Untuk menghitung ΔT_1 dan ΔT_2 digunakan rumus :

$$\Delta T_1 = \text{suhu air panas} - \text{suhu campuran} \dots\dots(i)$$

$$\Delta T_2 = \text{suhu air panas} - \text{suhu campuran} \dots\dots(ii)$$

Untuk menghitung kalor yang dilepas dan diterima digunakan rumus :

$$Q_{\text{lepas}} = m_1 \times C \times \Delta T_1 \text{ dan } Q_{\text{terima}} = m_2 \times C \times \Delta T_2 \dots\dots(iii)$$

Untuk menghitung tetapan kalorimeter

digunakan rumus :

Tetapan kalorimeter = $\Delta \text{kalor} / \Delta T_2$ (iv)

Penentuan Kalor Reaksi $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Dengan menggunakan persamaan (iv) dari perhitungan tetapan kalorimeter maka dapat diperoleh besar nilai kalor pelarutan reaksi tembaga sulfat $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan tembaga sulfat anhidrat CuSO_4 masing-masing berturut-turut sebesar 723,318 J dan 748,26 J.

Dalam penentuan tetapan kalorimeter pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan prototype kalorimeter yang sudah dirancang sedemikian rupa sehingga pengaruh faktor lingkungan terhadap hasil percobaan pun berkurang atau dapat dikatakan sangat minim, dan prototype kalorimeter ini terbuat dari bahan aluminium yang tidak mudah berkarat. Temperatur lingkungan dari prototype kalorimeter dijaga keseimbangan dengan prototype kalorimeter dengan cara kalorimeter ditutup rapat. Kalorimeter ini berisi air dingin dengan suhu tertentu. Air dingin pada kalorimeter ini diukur suhunya bersamaan dengan air panas yang dipanaskan dalam gelas kimia sampai suhu mencapai 10°C di atas suhu kamar. Pengukuran temperatur ini diukur selama 3 menit, dan pada menit ke-4 air panas dituangkan dengan cepat ke dalam kalorimeter yang berisi air dingin dan kemudian kalorimeter ditutup dan diaduk. Pengukuran temperatur tetap berlanjut sampai menit ke-7 dan hasilnya adalah temperatur dari suhu campuran antara air panas dan air dingin.

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut :

Kesimpulan

Pada penggunaan kalorimeter dalam penentuan tetapan kalorimeter dijaga kestabilan temperaturnya antara prototype kalorimeter dengan lingkungan. Untuk tetapan kalorimeter rata-rata sebesar 50,5556 J/K. Kalor reaksi tembaga sulfat $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan tembaga sulfat anhidrat CuSO_4 masing-masing berturut-turut sebesar 723,318 J dan 748,26 J.

Daftar Pustaka

1. Rampe, M. J. Kajian Kalor Reaksi Sukrosa Menggunakan Kalorimeter Bom. Institut Teknologi Bandung, Bandung, 1996.

2. Joseph Nibler, C. G., Keith Stine, Judy Kim, *Experiments in Physical Chemistry*. McGraw-Hill Science: 2014.
3. Bird, T., *Penuntun Praktikum Kimia Fisik untuk Universitas*. Gramedia: Jakarta, 1987.
4. Alberty, R. A.; Daniels, F.; Surdia, N., *Kimia fisika*. Erlangga: 1983.
5. Atkins, P. W., *Kimia Fisika*. Penerbit Erlangga: 1990.