Pengaruh Suhu Dalam Penentuan Kapasitas Panas Kalorimeter dan Hubungan Konsentrasi NaOH Dalam Penentuan Panas Pelarutan juga Panas Netralisasi

Syah Muhammad Syam[1], Ria Sri Hapeni[2], dan Eka Cahya Muliawati[3]
Program Studi Teknik Kimia ITATS, Fakultas Teknik Industri, Institut Adhi Tama Surabaya[1 2 3]
e-mail: ekacahya@itats.ac.id

ABSTRACT

This research was instigated by the lack of some students understanding the complex and abstract Thermochemistry, therefore this research is carried out as a form of real application of Thermochemistry. This study aims to determine the effect of temperature on the determination of the heat capacity of the calorimeter and the correlation between the concentration of NaOH with the dissolving heat and the neutralization heat produced. The method used in this study was an experimental study by conducting three consecutive processes using a simple calorimeter tool with different variables in each process. The results of the research that have been carried out show that the value of the heat capacity of the calorimeter produced is -4692.7 J at the final temperature of the mixture of 54 °C. The largest determination value of dissolving heat produced was -3865.214 with a mass of NaOH 1 gram, while the value of the smallest dissolving heat produced was -3914.694 J with a mass of NaOH 10 grams. The largest neutralization heat determination value at a concentration of 2 M is -4561.458 J, while the smallest neutralization heat value produced at a concentration of 0.1 M is -4691.877 J.

Keywords: *thermochemistry, calorimeter, reaction heat, dissolving heat, neutralization heat.*

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kurangnya pemahaman pelajar pada materi Termokimia yang bersifat kompleks dan abstrak, sehingga dilakukan penelitian ini sebagai bentuk penerapan materi Termokimia secara nyata. Tujuan dari penelitian ini antara lain untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap penentuan kapasitas panas kalorimeter serta korelasi antara konsentrasi NaOH dengan panas pelarutan dan panas netralisasi yang dihasilkan. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu dilakukan penelitian eksperimental dengan melakukan tiga kali proses secara berturut-turut menggunakan alat kalorimeter sederhana dengan variabel yang berbeda pada setiap proses. Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa nilai kapasitas panas kalorimeter yang dihasilkan sebesar -4692,7 J pada suhu akhir campuran 54°C. Nilai penentuan panas pelarutan terbesar yang dihasilkan sebesar -3865,214 dengan massa NaOH 1 gram, sedangkan nilai panas pelarutan terkecil yang dihasilkan sebesar -3914,694 J dengan massa NaOH 10 gram. Nilai penentuan panas netralisasi terbesar pada konsentrasi 2 M yaitu sebesar -4561,458 J, sedangkan nilai panas netralisasi terkecil yang dihasilkan pada konsentrasi 0,1 M yaitu sebesar -4691,877 J.

Kata kunci: termokimia, kalorimeter, panas reaksi, panas pelarutan, panas netralisasi.

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan sains dan teknologi, penerapan ilmu kimia fisika dalam kehidupan sehari-hari selalu digunakan dalam setiap proses yang terjadi. Salah satu cabang dari ilmu kimia fisika yaitu termokimia. Termokimia menjadi cabang ilmu kimia fisika yang mempelajari perubahan-perubahan panas yang dalam penerapannya berdasarkan reaksi kimia yang menyertai perubahan tersebut. Perbedaan suhu menjadi fokus utama dalam penggunaan ilmu ini. Termokimia juga erat kaitannya dengan perhitungan atau pengukuran pada perubahan kalor dalam suatu sistem dengan lingkungan yang dinilai dengan adanya nilai entalpi yang dihasilkan dari suatu proses [1].

Hal yang mejadi dasar dalam termokimia yaitu adalah penerapan Hukum Kekekalan Energi yang berbunyi, "Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, tetapi energi dapat diubah dari suatu bentuk ke bentuk yang lain". Reaksi kimia yang terjadi pada termokimia terbagi menjadi dua yaitu reaksi *eksoterm* dan reaksi *endoterm*. Reaksi *eksoterm* merupakan reaksi yang membebaskan kalor dari sistem ke lingkungan sedangkan reaksi *endoterm* merupakan reaksi yang menyerap kalor dari lingkungan ke sistem. Penerapan termokimia dapat dilakukan dengan bantuan alat kalorimeter. Kalorimeter merupakan suatu alat yang dapat digunakan untuk menghitung hasil panas selama reaksi berlangsung. Kalorimeter memiliki konsep untuk dapat mengisolasi sistem di dalam kalorimeter sehingga didapat hasil panas yang keluar sama dengan panas yang masuk ke dalam sistem [2]. Suhu merupakan salah satu satuan yang dapat diukur

langsung menggunakan termometer, sehingga penentuan nilai kapasitas panas kalorimeter sangat bergantung pada nilai suhu yang dihasilkan.
Menurut Maulina A., dkk., termokimia merupakan salah satu materi yang secara tidak langsung bersifat nyata dengan kehidupan sehari-hari, maka dari itu diperlukan penerapan konsep dan pengaplikasian secara langsung untuk memahami materi ini. Termokimia juga dapat dikatakan sebagai salah satu ilmu kimia fisika yang bersifat kompleks dan abstrak. Termokimia membutuhkan pengajaran nyata bagi setiap pelajar agar konsep pada termokimia yang bersifat kompleks dan abstrak tersebut dapat dibuktikan secara langsung sehingga dapat dipahami dengan baik [3].
Termokimia juga dapat melatih kemampuan *critical thinking* bagi setiap pelajar yang mempelajari materi ini dengan harapan dapat menyelesaikan masalah serta menjelaskan beberapa fenomena yang ada pada kehidupan sehari-hari [4]. Oleh karena itu, dilakukan penelitian ini diharapkan agar peneliti dan dapat mengaplikasikan materi termokimia secara langsung secara memiliki pemahaman terhadap materi termokimia yang bersifat kompleks dan abstrak. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh suhu dalam penentuan nilai kapasitas panas kalorimeter serta korelasi konsentrasi NaOH dalam penentuan panas pelarutan dan panas netralisasi.

TINJAUAN PUSTAKA

Asas *Black*

Kalor merupakan suatu energi dalam yang dapat berpindah dari suatu benda yang memiliki suhu tinggi ke benda yang memiliki suhu lebih rendah ketika kedua benda tersebut terjadi percampuran atau saling bersentuhan. Kalor juga dapat dikatakan sebagai panas yang mana kalor dapat berpindah dikarenakan adanya perbedaan suhu [5]. Adanya perpindahan kalor di dalam suatu sistem serta perubahan suhu yang terjadi dapat diketahui nilai kalor yang dihasilkan menggunakan alat kalorimeter.
Pada saat proses pertukaran kalor di dalam suatu sistem terjadi maka berlaku Asas *Black*. Asas *Black* menyatakan bahwa, "Jika terdapat dua benda yang telah dicampur dengan keadaan suhu yang berbeda, maka benda yang suhunya lebih tinggi akan memberikan kalor pada benda yang suhunya lebih rendah, sehingga suhu akhir keduanya berakhir sama". Berdasarkan pernyataan Asas *Black* didapat nilai jumlah kalor yang diserap oleh suatu benda yang suhunya lebih rendah akan sama dengan jumlah kalor yang akan dilepaskan oleh benda bersuhu lebih tinggi, sehingga didapat suatu persamaan sebagai berikut.

$$Q_{lepas} = Q_{serap} \dots (1)$$

Penentuan nilai besaran kalor dilakukan secara matematis berdasarkan data-data yang ada. Nilai perubahan suhu yang terukur tidak langsung menyatakan suhu fisik dari alat kalorimeter. Suhu yang terukur ialah jumlah suhu kalorimeter dengan nilai laju pendinginan atau pemanasan oleh lingkungan yang memiliki suhu lebih rendah atau lebih tinggi dari suhu pada alat kalorimeter.
Nilai suhu benda yang terukur oleh alat termometer merupakan nilai suhu benda yang telah terpengaruh oleh suhu lingkungan, sedangkan nilai suhu yang digunakan dalam menghitung nilai kalor yang dihasilkan tidak terpengaruh pada suhu lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan koreksi atau pengecekan ulang terhadap suhu kalorimeter yang dihasilkan [6].

Kalorimeter

Prinsip kerja dari alat kalorimeter yaitu ketika molekul-molekul mengalami reaksi secara kimia secara bersamaan kalor akan dilepas maupun diserap serta perubahan suhu pada sistem kalorimeter diukur. Pada saat kalorimeter ditutup secara rapat atau sistem dalam keadaan terisolasi, volume tidak mengalami perubahan atau tidak ada kerja yang dilakukan. Alat ini akan mengukur perubahan suhu yang terjadi serta penentuan nilai kapasistas kalor yang dihasilkan [7-11] .

Penentuan Panas Kalorimeter

Kapasitas panas kalorimeter digunakan dalam menghitung besarnya nilai kalor reaksi dari suatu sistem karena pada setiap bahan yang akan diteliti memiliki nilai kapasitas kalor atau kalor jenis yang berbeda pula. Hal ini disebabkan karena perbedan dari jenis bahan dan daya serap dari kalorimeter.
1) Menentukan kalor yang diserap atau dilepas.

$$q = m \times c \times \Delta T \dots (2)$$

atau

ISSN 2775-5630

$$q = C \times \Delta T \ldots (3)$$

2) Menentukan kalor reaksi.

$$q_{reaksi} = -q_{larutan} \ldots (4)$$

3) Menentukan nilai entalpi.

$$\Delta H = \frac{q_{reaksi}}{mol} \ldots (5)$$

dimana :

q = kalor yang dilepas atau diserap (J)
m = massa (g)
c = kalor jenis ($J.g^{-1}.°C^{-1}$ atau $J.kg^{-1}.°K^{-1}$)
ΔT = perubahan suhu (°C atau K)
C = kapasitas kalor ($J.K^{-1}$ atau $J.°C^{-1}$)

Penentuan Panas Pelarutan dan Panas Netralisasi

Panas pelarutan standar merupakan perubahan nilai entalpi yang terjadi pada suatu sistem tiap 1 mol zat terlarut (*solute*) dilarutkan di dalam mol zat pelarut (*solvent*) pada suhu 25°C dan tekanan atmosfer. Nilai kalor pelarutan didapat dari entalpi suatu larutan yang terdapat kandungan 1 mol zat terlarut pada suhu dan tekanan yang sama. Panas netralisasi merupakan kuantitas jumlah panas yang dihasilkan ketika 1 mol air terbentuk oleh reaksi netralisasi pada asam dan basa. Jika mengacu pada Asas *Black* pada penentuan panas pelarutan dan panas netralisasi, maka didapat suatu persamaan sebagai berikut.

$$\Delta H = n \int_{T1}^{T2} Cp \cdot dT \ldots (6)$$

dimana :

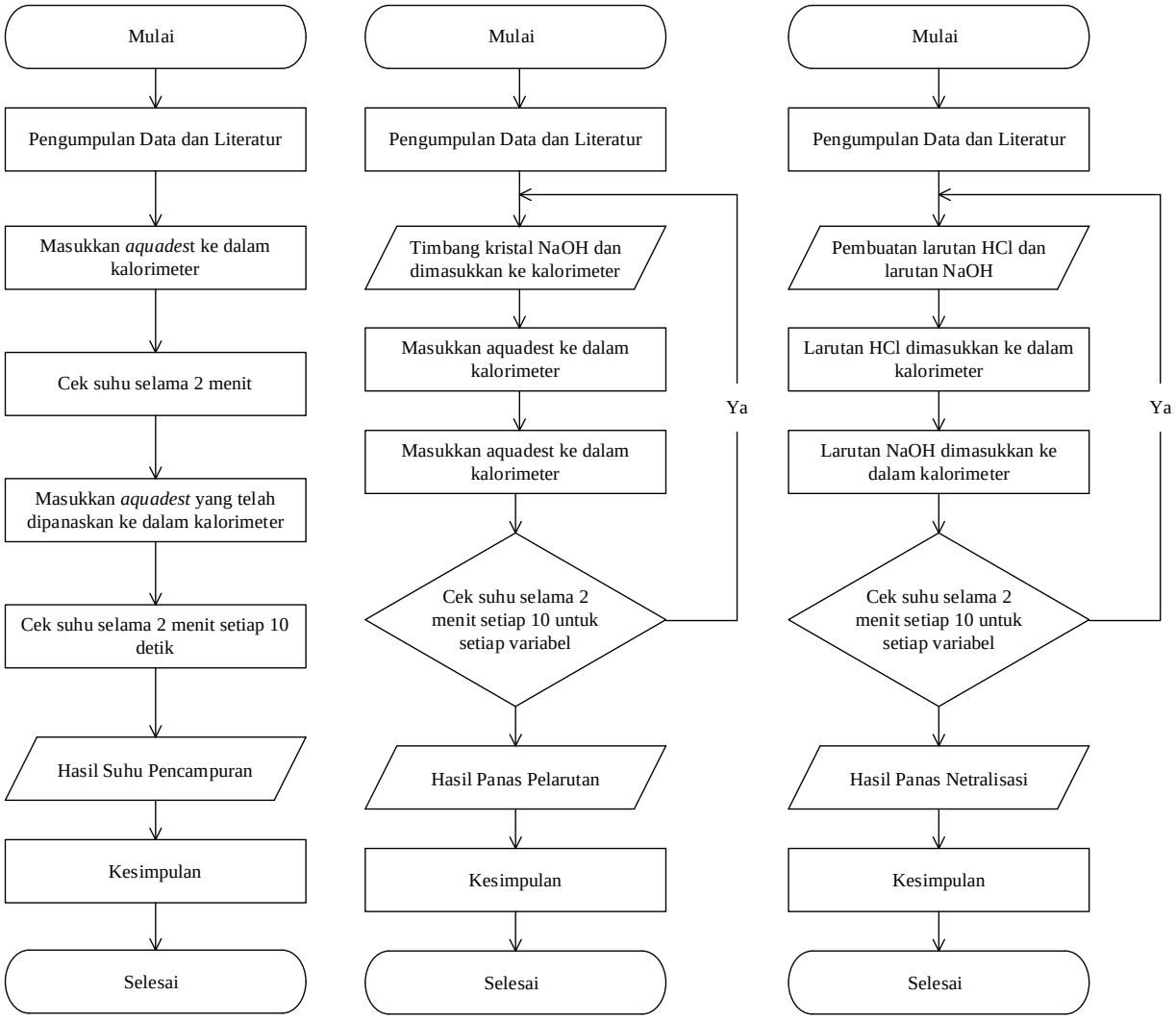
ΔH = entalpi (J)
n = mol
Cp = panas jenis *solute*
T_1 = suhu *awal*
T_2 = suhu *akhir*

METODE

Penelitian dilakukan dengan melakukan proses secara berturut-turut sesuai dengan diagram alir pada **Gambar 1**. Pengumpulan data sebagai acuan dalam perhitungan dilakukan dengan cara studi kepustakaan. Penulis melakukan pengumpulan data melalui jurnal ilmiah, buku, serta internet yang berkaitan langsung dengan penelitian ini. Data-data yang diperoleh meliputi formulasi-formulasi dari penentuan kapasitas panas kalorimeter, panas pelarutan, panas netralisasi, panas jenis, suhu, dan massa jenis air.

Penelitian ini juga menggunakan beberapa variabel yang berbeda dengan tujuan agar didapat hasil grafik yang signifikan adanya perbedaan terhadap setiap variabel. Pada penelitian penentuan panas pelarutan digunakan sebanyak lima variabel kristal NaOH antara lain 1 gram, 2 gram, 3 gram, 4 gram, dan 5 gram yang masing-masing variabel akan ditambahkan dengan *aquadest* sebanyak 100 mL. Penentuan panas netralisasi juga digunakan lima variabel konsentrasi larutan HCl dan konsentrasi larutan NaOH yang berbeda antara lain 0,1 M, 0,3 M, 0,5 M, 1 M, dan 2 M. Pada proses penelitian ini diperlukan beberapa alat yang berguna untuk memperlancar selama proses penelitian ini berlangsung. Alat-alat yang digunakan antara lain kalorimeter sederhana, termometer, *beaker glass*, batang pengaduk, neraca analitik, cawan petri, panci, kompor *portable*, pipet tetes, pipet volume, pipet ukur, *ball filler*, serta labu ukur.

Diagram Alir



Gambar 1 (a) Diagram Alir Penelitian Penetuan Kapasitas Panas Kalorimeter, (b) Diagram Alir Penelitian Penentuan Panas Pelarutan, dan (c) Diagram Alir Penelitian Panas Netralisasi.

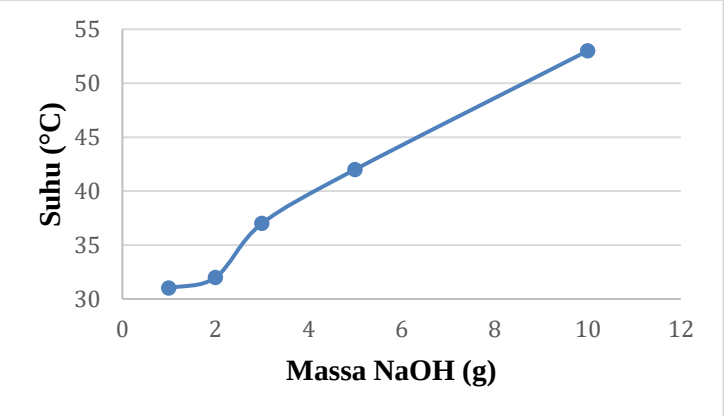
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan

Hasil penentuan kapasitas panas kalorimeter pada penelitian ini yaitu didapat nilai panas yang dihasilkan sebesar -4692,7 J pada suhu akhir 54°C. Nilai negatif yang dihasilkan pada penelitian yang pertama menunjukkan bahwa terjadi reaksi *eksoterm* atau menandakan bahwa sistem melepas kalor ke lingkungan. Adanya nilai suhu yang stagnan sebesar 54°C selama proses penelitian ini dikarenakan alat kalorimeter dapat mempertahankan suhu pada saat pencampuran kedua larutan antara air biasa dengan air panas di dalam kalorimeter. Hal ini telah sesuai dengan kaidah Asas *Black* yang mana adanya korelasi antara suhu dan kalor seperti pada persamaan (1). Oleh karena itu, tidak adanya perubahan suhu atau tidak mengalami penurunan atau penaikkan suhu yang ditunjukkan pada termometer.

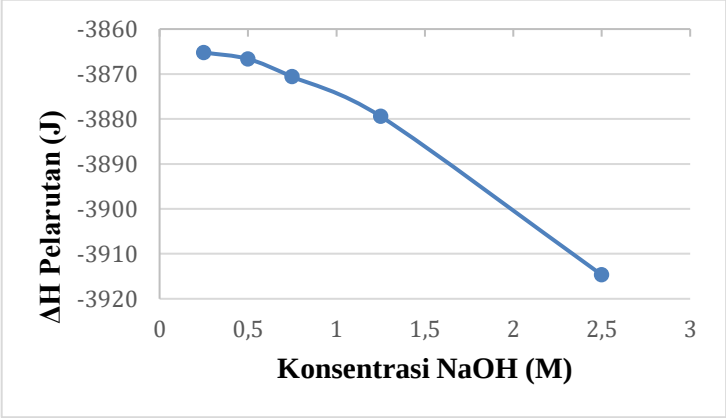
Penentuan panas pelarutan dilakukan terhadap lima variabel kristal NaOH antara lain 1 gram, 2 gram, 3 gram, 5 gram, dan 10 gram. Berdasarkan **Gambar 2** didapat nilai suhu terbesar pada massa NaOH 10 gram dengan nilai suhu 53°C, sedangkan nilai suhu terkecil pada massa NaOH 1 gram dengan nilai suhu 31°C. Hasil penentuan panas pelarutan pada **Gambar 2** yang menunjukkan kenaikkan suhu pada setiap variabel

yang digunakan. Hal ini dapat disimpulkan bahwa massa dan suhu berbanding glurus atau semakin banyak massa NaOH yang bereaksi maka akan semakin tinggi pula suhu larutan NaOH yang dihasilkan.



Gambar 2 Grafik Hubungan Massa NaOH (g) terhadap Suhu (°C)

Proses selanjutnya yaitu melakukan penentuan panas reaksi pelarutan NaOH. Berdasarkan **Gambar 3** didapat nilai $\Delta H_{pelarutan}$ tertinggi pada konsentrasi 0,25 M yaitu sebesar -3865,241 J, sedangkan nilai $\Delta H_{pelarutan}$ terendah pada konsentrasi 2,5 M yaitu sebesar -3914,694 J. Hasil penentuan panas pelarutan ditunjukkan pada grafik **Gambar 3** yang menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi NaOH maka semakin rendah nilai $\Delta H_{pelarutan}$ yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi NaOH berbanding terbalik dengan nilai $\Delta H_{pelarutan}$.

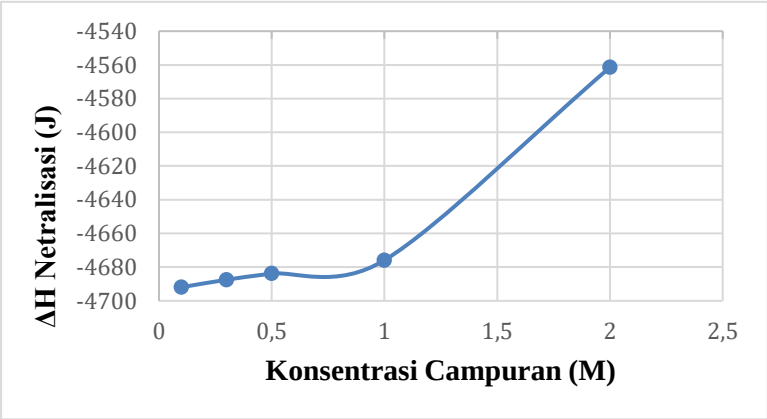


Gambar 3 Grafik Hubungan Konsentrasi NaOH (M) terhadap ΔH Pelarutan (J)

Pada proses yang terakhir dilakukan penentuan nilai panas netralisasi antara larutan HCl dengan larutan NaOH. Penelitian penentuan panas netralisasi dilakukan pada lima variabel konsentrasi untuk masing-masing larutan antara lain 0,1 M, 0,3 M, 0,5 M, 1 M, dan 2 M. Penentuan panas netralisasi antara HCl dengan NaOH merupakan nilai panas yang dihasilkan pada penetralan asam oleh basa maupun sebaliknya pada keadaan standar. Hal ini akan mempengaruhi nilai suhu pada perubahan entalpi reaksi karena semakin tinggi perubahan suhu suatu reaksi maka semakin tinggi pula perubahan entalpi yang terjadi. Reaksi netralisasi yang terjadi adalah sebagai berikut.

$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$$

Berdasarkan hasil dari penelitian ini menunjukkan adanya kesebandingan nilai konsentrasi dengan panas yang dihasilkan pada reaksi netralisasi antara HCl dengan NaOH. Pada **Gambar 4** menunjukkan adanya penaikkan nilai ΔH seiring naiknya nilai konsentrasi yang digunakan. Hasil $\Delta H_{netralisasi}$ terbesar ditunjukkan pada konsentrasi 2M yaitu sebesar -4561,458 J, sedangkan nilai $\Delta H_{netralisasi}$ terendah pada konsentrasi 0,1 M yaitu sebesar -4691,877 J. Hasil panas netralisasi yang terjadi menunjukkan adanya reaksi *eksoterm* atau sistem melepas kalor ke lingkungan yang ditandainya dengan nilai negatif pada panas yang dihasilkan. Oleh karena itu, hal ini menunjukkan bahwa adanya nilai yang sebanding atau berbanding lurus antara konsentrasi dengan $\Delta H_{netralisasi}$ yang dihasilkan dimana semakin besar konsentrasi maka $\Delta H_{netralisasi}$ akan semakin mendekati nilai positif.



Gambar 4 Grafik Hubungan Konsentrasi NaOH terhadap ΔH Netralisasi (J)

KESIMPULAN

Penelitian ini menjadi salah satu penerapan sederhana termokimia dalam kehidupan sehari-hari yang bertujuan agar pelajar dapat memahami konsep termokimia yang bersifat kompleks dan asbtrak. Berdasarkan hasil penelitian kali ini dapat disimpulkan bahwa pada penentuan kapasitas panas kalorimeter adanya pengaruh suhu untuk pencampuran air biasa dengan air panas pada kalorimeter sehingga didapat kestabilan suhu serta panas yang dihasilkan bernilai negatif. Penentuan panas pelarutan menunjukkan nilai yang berbanding terbalik antara konsentrasi NaOH dengan panas yang dihasilkan, sedangkan penentuan panas netralisasi adanya korelasi kesebandingan nilai antara konsentrasi NaOH dengan panas yang dihasilkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT. Atas rahmat dan nikmatnya sehingga penulisa dapat menyelesaikan penulisan jurnal ini. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada ibu Eka Cahya Muliawati selaku dosen pembimbing yang senantiasa mengingatkan kami untuk tidak lelah dalam menuntut ilmu terkhusus dalam penyelesaian jurnal ini. Selain itu, teman-teman kami yang sangat mendukung kami dalam menuliskan jurnal ini karena tanpa kalian mungkin pernah melangkah sejauh ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] d. Hidayatillah S., "Tingkat Kepuasan Siswa SMA Terhadap Pembelajaran Kimia Secara Daring Pada Materi Termokimia," *Jurnal Pendidikan,* vol. 23, pp. 54-55, 2022.

[2] d. Ardiansyah I., "Analisis Nilai Kalor Berbagai Jenis Briket Biomassa Secara Kalorimeter," *Journal of Research and Education Chemistry (JREC),* vol. 4, pp. 120-133, 2022.

[3] d. Maulina A., "Penerapan Metode Praktikum Berbantuan Diagram Vee Terhadap Keterampilan Generik Sains Siswa Pada Materi Termokimia," *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran,* vol. 7, pp. 1-10, 2018.

[4] d. Erna M., "Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Materi Termokimia di SMA Pekanbaru Melalui Penerapan Strategi Pembelajaran Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL)," *Jurnal Riset Pendidikan Kimia,* vol. 8, pp. 17-27, 2018.

[5] d. Efendi D. N., "Analisis Respon Siswa Terhadap Media Animasi Power Point Pokok Bahasan Kalor," *Jurnal Pembelajaran Fisika,* vol. 10, pp. 49-53, 2021.

[6] Y. N. d. Sardjito, "Aplikasi Koreksi Newton Pada Kondisi Suhu Lingkungan Lebih Besar Daripada Suhu Kalorimeter (Kasus Penentuan Kalor Lebur Es)," *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar,* vol. 12, pp. 810-813, 2021.

[7] d. Mafruddin, "Kinerja Bom Kalorimeter Sebagai Alat Ukur NIlai Kalor Bahan Bakar," *Jurnal Program Studi Teknik Mesin UM Metro,* vol. 11, pp. 125-134, 2022.

[8] Muliawati, E. C., Santoso, M., Ismail, A. F., Jaafar, J., Salleh, M. T., Nurherdiana, S. D., & Widiastuti, N. (2017). Poly (Eugenol Sulfonate)-Sulfonated polyetherimide new blends membrane promising for direct methanol fuel cell. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, *21*(3), 659-668.

[9] Muliawati, E. C., Ismail, A. F., Jaafar, J., Widiastuti, N., Santoso, M., Taufiq, M., ... & Atmaja, L. (2019). Sulfonated PEI membrane with GPTMS-TiO2 as a filler for potential direct methanol fuel cell (DMFC) applications. *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences*, *15*(4), 555-560.

[10] Muliawati, E. C., Widiastuti, N., Santoso, M., Ismail, A. F., & Jaafar, J. (2017). Poly (Eugenol Sulfonate)-Sulfonated Polyetherimide-Titanium Dioxide (TiO2) New Blends Membrane Promising For Direct Methanol Fuel Cell (DMFC). *Proceedings Book*, 36.

[11] Muliawati, E. C., & Mirzayanti, Y. W. (2021). Membran Polieugenol Tersulfonasi (PET) Sebagai Potensi Sel Bahan Bakar Metanol Langsung. *Journal of Research and Technology*, *7*(2), 247-256.