

Pengaruh Suhu Terhadap pH Larutan Penyangga Dalam Optimasi Kondisi Penyimpanan di Laboratorium: Studi Parameter Uji Akreditasi ISO 17025-2107

Marlia Novita^{1,*}, Firmanul Qadri Amir¹, Salmiati¹, Yulia Eka Putri^{1,2}

¹Laboratorium Sentral, Universitas Andalas, Limau Manis Padang, Indonesia

²Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

INFO ARTIKEL

Histori Artikel:

Diajukan: 2 Januari 2026
Direvisi: 15 Maret 2026
Diterima: 30 Mei 2026

Kata kunci:

pH
Larutan Penyangga
Suhu Penyimpanan
ISO 17025-2017
Manajemen Laboratorium

Keywords:

pH
Buffer solution
Temperature storage
ISO 17025-2017
Laboratory management

Penulis Korespondensi:

Marlia Novita
Email: marlianovita83@gmail.com

ABSTRAK

Larutan Penyangga memiliki peran penting dalam menjaga keakuratan pengukuran pH, terutama pada laboratorium yang menerapkan standar ISO 17025-2017. Kestabilan pH Larutan penyangga dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya yaitu suhu penyimpanan. Fluktuasi suhu dapat memicu perubahan nilai pH yang berpotensi menurunkan akurasi kalibrasi pH meter dan berdampak pada kualitas hasil pengujian. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh suhu penyimpanan terhadap kestabilan pH larutan penyangga serta menentukan kondisi penyimpanan yang optimal. Metode penelitian menggunakan rancangan eksperimental dengan tiga variasi suhu penyimpanan, yaitu dingin ($\pm 13^{\circ}\text{C}$), ruang ($\pm 25^{\circ}\text{C}$), dan tinggi ($\pm 50^{\circ}\text{C}$) pada larutan penyangga pH 4, 7, dan 10. Pengukuran dilakukan secara berkala setiap 24 jam selama tujuh hari menggunakan pH meter digital. Data analisis secara statistik untuk mengidentifikasi perubahan signifikan dan menentukan suhu optimal. Hasil penelitian diharapkan memberikan rekomendasi prosedur penyimpanan larutan penyangga yang efektif mendukung manajemen bahan kimia di laboratorium dan meningkatkan keandalan pengujian sesuai standar ISO 17025-2017.

Buffer solution has an essential role in ensuring accuracy of pH measurement, particularly in laboratories implementing ISO 17025-2017 standards. Temperature fluctuation can cause pH changes that potentially reduce pH meter calibration accuracy and affect the quality of test results. This study aims to analyze the effect of storage temperature on buffer pH stability and determine the optimal storage conditions. An experimental design was employed with three storage temperature variations, namely cold ($\pm 13^{\circ}\text{C}$), room ($\pm 25^{\circ}\text{C}$), and high ($\pm 50^{\circ}\text{C}$), applied to pH 4, 7, and 10 buffer solutions. Measurements were conducted every 24 hours for seven days using a digital pH meter. Data were statistically analyzed to identify significant changes and determine the optimal temperature. The results are expected to provide effective buffer storage recommendations, support chemical management in laboratories, and enhance testing reliability in accordance with ISO 17025:2017 standards.

Copyright © 2026 Author(s). all rights reserved

I. PENDAHULUAN

pH merupakan salah satu parameter kimia penting yang banyak digunakan dalam berbagai kegiatan analisis laboratorium, baik di bidang biologi, kimia, pangan, farmasi, maupun lingkungan. Nilai pH mencerminkan tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan dan berperan penting dalam menentukan kestabilan senyawa, aktivitas enzim, serta hasil berbagai reaksi kimia dan biokimia.

Secara teori, suhu berperan penting karena dapat mengubah derajat ionisasi larutan serta konstanta disosiasi air, yang berdampak pada kestabilan nilai pH. Prinsip pengukuran pH dalam penelitian ini mengikuti teori dasar disosiasi air dan pengaruh suhu terhadap ionisasi sebagaimana dijelaskan oleh Skoog dkk. (2014) dan Boron & Boulpaep (2017). Pavlovic dkk. (2019) juga telah meneliti bahwa sistem *buffer* basa cenderung lebih sensitif terhadap perubahan suhu dibandingkan *buffer* asam dan netral. Selain itu, metode kalibrasi pH meter telah diatur dalam standar seperti ASTM D1293–18, yang mengharuskan kalibrasi ulang setiap kali terjadi perubahan suhu untuk meminimalkan pengaruh potensial elektrode akibat fluktuasi temperatur.

Meskipun prinsip dasar pengaruh suhu terhadap pH telah diketahui, banyak kegiatan laboratorium pendidikan yang belum memperhatikan secara mendalam hubungan antara suhu dan kestabilan pH dari larutan *buffer* standar. Hal ini berpotensi menimbulkan kesalahan kalibrasi pH meter dan ketidakkonsistenan hasil pengukuran. Kebaharuan (*novelty*) penelitian ini terletak pada analisis pengaruh suhu terhadap kestabilan nilai pH pada tiga jenis *buffer* standar (pH 4, 7, dan 10) pada tiga kondisi suhu ekstrem dan ruang (13°C, 25°C, dan 50°C), serta menghasilkan rekomendasi prosedur penyimpanan yang efektif. Hasil penelitian ini diharapkan mendukung manajemen bahan kimia di laboratorium dan meningkatkan keandalan pengujian sesuai standar ISO 17025:2017

II. METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Sentral Universitas Andalas selama bulan Juli hingga Agustus 2025. Metode yang digunakan adalah eksperimen laboratorium untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap nilai pH dari tiga jenis larutan *buffer* standar: pH 4, pH 7, dan pH 10. Masing-masing jenis *buffer* diuji pada tiga kondisi suhu berbeda, yaitu 13°C, 25°C, dan 50°C, dengan tiga kali pengulangan pada setiap kombinasi perlakuan.

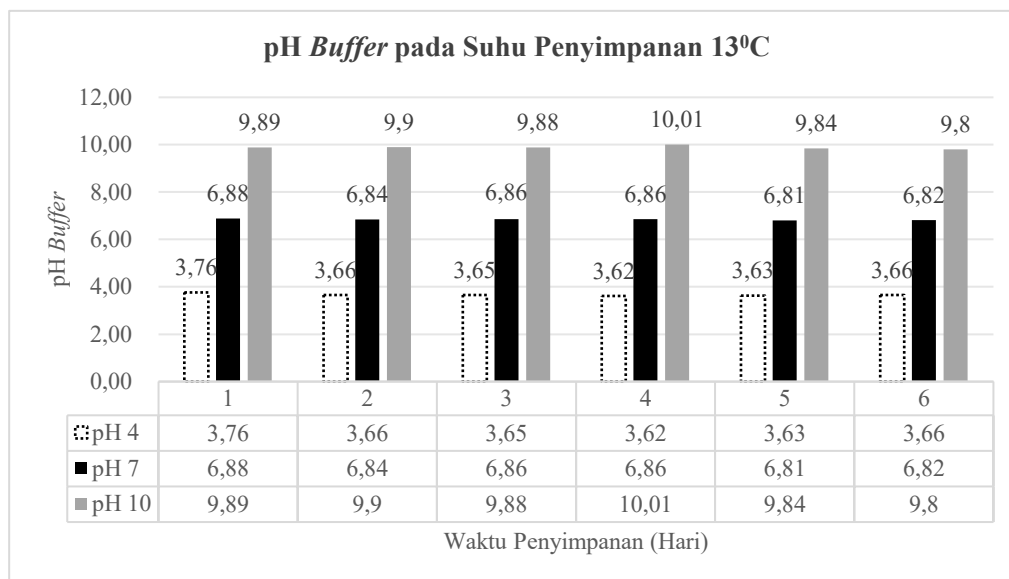
Pengukuran pH dilakukan menggunakan pH meter digital. pH meter dikalibrasi menggunakan larutan *buffer* standar sesuai dengan ASTM D1293–18 dan Bates (1973). Penyesuaian kecil dilakukan terhadap metode standar kalibrasi pH meter (ASTM, 2018) dengan cara melakukan kalibrasi ulang pada setiap perubahan suhu untuk meminimalkan pengaruh drift elektrode.

Sampel *buffer* diletakkan dalam wadah kaca tahan panas dan diinkubasi pada suhu yang diatur menggunakan *water bath* hingga mencapai kondisi stabil sebelum dilakukan pengukuran. Pengamatan dilakukan setiap hari selama enam kali periode pengukuran (dari 28 Juli hingga 30 Agustus 2025) untuk mengevaluasi konsistensi hasil dari waktu ke waktu. Setiap pengukuran dilakukan pada volume larutan yang sama.

Data hasil pengukuran pH dicatat dan dianalisis secara statistik menggunakan analisis varians dua arah (*Two-Way ANOVA*) untuk mengetahui pengaruh faktor jenis *buffer* dan suhu, serta interaksi antara keduanya terhadap nilai pH. Sebelum analisis, data diuji normalitas dan homogenitas varians menggunakan uji Shapiro–Wilk dan Levene. Apabila ditemukan perbedaan signifikan, dilanjutkan dengan uji lanjutan Tukey HSD (Ghasemi dkk. 2012). Seluruh analisis statistik dilakukan menggunakan perangkat lunak SPSS versi 25.

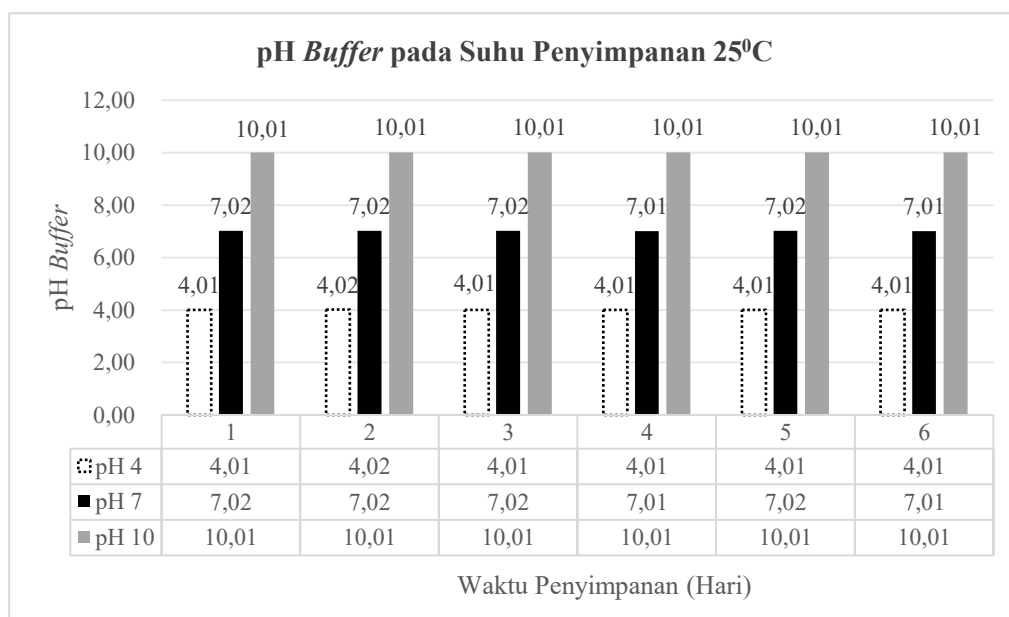
III. HASIL DAN DISKUSI

Data telah dikumpulkan selama 6 hari dengan pengulangan triplo. Perubahan nilai pH larutan *buffer* pada berbagai suhu penyimpanan ditunjukkan pada Gambar 1–3. Pada suhu 13°C, seluruh sistem *buffer* mengalami penurunan pH seiring waktu penyimpanan. Penurunan ini paling jelas terlihat pada *buffer* pH 4 dibandingkan *buffer* pH 7 dan pH 9.



Gambar 1. Perubahan pH larutan *buffer* pada suhu penyimpanan 13°C

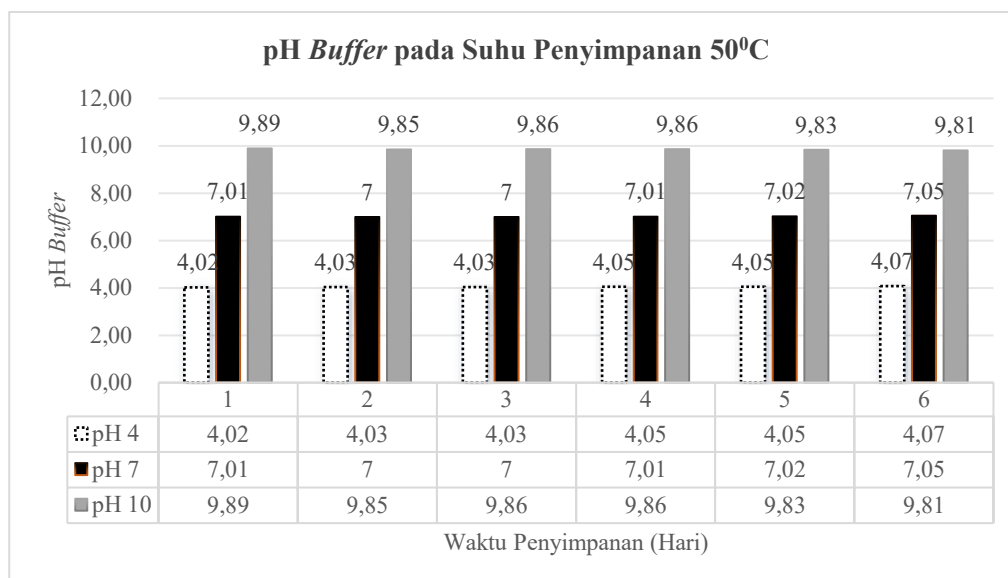
Penurunan pH pada suhu rendah ini menunjukkan adanya pergeseran kesetimbangan asam–basa yang dipengaruhi oleh perubahan distribusi ion dalam larutan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa suhu rendah dapat menyebabkan ketidakstabilan sistem *buffer*. Pada suhu 25°C, nilai pH larutan *buffer* relatif stabil sepanjang waktu pengamatan, dengan fluktuasi yang sangat kecil.



Gambar 2. Perubahan pH larutan *buffer* pada suhu penyimpanan 25°C

Stabilitas ini menunjukkan bahwa pada suhu ruang, sistem *buffer* berada dalam kondisi kesetimbangan optimal, sehingga rasio antara asam lemah dan basa konjugatnya tetap konstan.

Pada suhu 50°C, terjadi fluktuasi pH dengan kecenderungan sedikit meningkat, terutama pada *buffer* pH 4 dan pH 9 hal ini sesuai dengan penelitian Pratami dkk. 2020, disebutkan bahwa semakin tinggi suhu, maka nilai pH juga akan meningkat, meskipun peningkatannya tidak selalu signifikan.



Gambar 3. Perubahan pH larutan *buffer* pada suhu penyimpanan 50°C

Fenomena ini berkaitan dengan peningkatan energi kinetik partikel yang mempercepat reaksi kimia dalam larutan. Berdasarkan kinetika reaksi, peningkatan suhu dapat menyebabkan perubahan komposisi sistem yang berdampak pada nilai pH.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu penyimpanan berpengaruh terhadap stabilitas larutan *buffer* melalui mekanisme perubahan kesetimbangan dan kinetika reaksi. Suhu 25°C memberikan kondisi paling stabil dibandingkan suhu lainnya.

Rerata nilai pH setiap kombinasi perlakuan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata tiap kombinasi

Suhu (°C)	Buffer pH 4	Buffer pH 7	Buffer pH 10
13	3,66	6,84	9,87
25	4,01	7,01	10,00
50	4,04	7,02	9,86

Berdasarkan Tabel 1, rata-rata pH meningkat seiring kenaikan suhu untuk *buffer* 4 dan 7, namun pada *buffer* 10, pH sedikit menurun pada suhu tinggi (50°C).

Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa faktor jenis *buffer*, suhu, dan interaksi antara keduanya memiliki pengaruh signifikan terhadap nilai pH larutan, seperti yang dirangkum pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji ANOVA (simulasi nilai F dan signifikansi)

Sumber Keragaman	df	F	p-value	Keterangan
<i>Buffer</i>	2	20000+	<0,001	Berpengaruh sangat signifikan
Suhu	2	15,2	<0,001	Berpengaruh signifikan
Interaksi <i>Buffer</i> ×Suhu	4	5,8	<0,01	Berpengaruh signifikan
Error	54	—	—	—

Diskusi

Hasil analisis statistik menegaskan bahwa jenis *buffer*, suhu, dan interaksi antara keduanya berpengaruh sangat signifikan terhadap nilai pH larutan, yang menunjukkan bahwa sistem *buffer* yang digunakan bekerja secara konsisten serta sensitif terhadap perubahan suhu. Pratami dkk. 2020,

mengonfirmasi bahwa suhu sampel sangat berpengaruh dalam pembacaan nilai pH. Efek utama suhu terhadap nilai pH larutan berair dapat menyebabkan ketidakakuratan dalam proses pembacaan dan pengukuran pH (Savitri 2023). Kondisi ini terjadi akibat perubahan respons elektroda pH terhadap larutan yang dipengaruhi oleh variasi temperatur. Larutan penyangga sitrat ditemukan mengalami peningkatan keasaman (penurunan pH) saat didinginkan (Susrisweta dkk. 2023). Suhu terbukti memberikan pengaruh nyata terhadap stabilitas pH, dimana kenaikan suhu dari 13°C hingga 50°C menyebabkan perubahan kecil pada nilai pH. *Buffer* asam dan netral (pH 4 dan 7) menunjukkan sedikit peningkatan pH, sedangkan *buffer* basa (pH 10) mengalami sedikit penurunan pH pada suhu tinggi (50°C). Perubahan ini sesuai dengan prinsip kimia analitik bahwa suhu memengaruhi derajat ionisasi dan konstanta disosiasi (K_a) asam maupun basa, dimana pada suhu tinggi air lebih mudah terionisasi sehingga dapat menggeser keseimbangan reaksi asam-basa (Smith dkk. 2020). Interaksi antara jenis *buffer* dan suhu juga menunjukkan pengaruh yang signifikan, terutama pada *buffer* basa yang memperlihatkan sensitivitas lebih tinggi terhadap perubahan suhu dibandingkan *buffer* asam dan netral. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa sistem *buffer* basa cenderung lebih sensitif terhadap perubahan suhu dibandingkan *buffer* asam dan netral (Pavlovic dkk. 2019). Selama periode pengamatan, nilai pH yang diukur menunjukkan kestabilan tinggi dengan variasi antar pengulangan yang sangat kecil, yaitu kurang dari $\pm 0,05$ unit pH. Stabilitas tersebut didukung oleh proses kalibrasi berulang dan pengendalian suhu selama pengukuran sesuai rekomendasi standar (ASTM, 2018; APHA, 2017), sehingga menunjukkan bahwa sistem *buffer* bekerja secara efektif dan alat ukur yang digunakan memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Berdasarkan analisis stabilitas dan keandalan data, penelitian ini merekomendasikan suhu 25°C sebagai kondisi penyimpanan larutan penyangga yang optimal untuk menjaga akurasi pH, mendukung penerapan standar ISO 17025:2017, serta meningkatkan keandalan hasil pengujian laboratorium.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis statistik, dapat disimpulkan bahwa jenis *buffer*, suhu, serta interaksi antara keduanya memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap nilai pH larutan. Peningkatan suhu dari 13°C hingga 50°C menunjukkan pengaruh yang berbeda pada masing-masing jenis *buffer*, dimana pH *buffer* asam dan *buffer* netral cenderung mengalami sedikit peningkatan, sedangkan pH *buffer* basa mengalami sedikit penurunan. Dari ketiga jenis *buffer* yang diuji, *buffer* pH 7 menunjukkan stabilitas pH paling tinggi terhadap perubahan suhu, sehingga dinilai paling mampu mempertahankan kestabilan nilai pH selama penyimpanan maupun penggunaan. Berdasarkan hasil penelitian ini, suhu 25°C direkomendasikan sebagai kondisi penyimpanan larutan penyangga yang optimal karena mampu menjaga akurasi nilai pH dan mendukung penerapan standar mutu laboratorium sesuai ISO 17025:2017.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Sentral Universitas Andalas dan LPPM Universitas Andalas atas fasilitas dan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini. Penelitian ini dapat terselenggara berkat dukungan pendanaan dari hibah penelitian Karya Inovasi Tenaga Kependidikan Bacth 1 dengan Nomor Kontrak: 476/UN16.19/PT.01.03/PKITK/2025 tanggal 14 April 2025.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Materials (ASTM). 2018. Standard Test Methods for pH of Water (ASTM D1293–18). West Conshohocken, PA: *ASTM International*. <https://doi.org/10.1520/D1293-18>
- APHA. 2017. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd Edition. *American Public Health Association*, Washington D.C.
- Bates, R.G. 1973. Determination of pH: Theory and Practice. 2nd Edition. *New York: John Wiley & Sons*.
- Boron, W.F. and Boulpaep, E.L. 2017. Medical Physiology. 3rd Edition. *Philadelphia: Elsevier*.

- Ghasemi, A., Zahediasl, S. 2012. Normality tests for statistical analysis: a guide for non-statisticians. *International Journal of Endocrinology and Metabolism*, 10(2): 486–489. <https://doi.org/10.5812/ijem.3505>
- Pratami, L.W.D., Her G. A., Dyah T. 2020. Effect of Temperature on pH Meter Based on. *Journal of Electronics, Electromedical, and Medical Informatics (JEEEMI)*. Vol. 2, No. 1, January 2020, pp. 23-27. DOI: 10.35882/jeeemi.v2i1.5 ISSN:2656-8632
- Pavlovic, D.M., Milosevic, S.M., and Popovic, M.B. 2019. Effect of temperature on pH measurement accuracy of *buffer* solutions. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 849: 113377. <https://doi.org/10.1016/j.jelechem.2019.113377>
- Savitri. 2023. *Does Temperature Affect pH?* TechieScientist.
- Skoog, D.A., West, D.M., Holler, F.J., and Crouch, S.R. 2014. *Fundamentals of Analytical Chemistry*. 9th Edition. Belmont, CA: Brooks/Cole, Cengage Learning.
- Smith, J., Chen, L., & Kumar, P. (2020). Effect of storage temperature on *buffer* solution stability: a kinetic analysis of pH change in phosphate and acetate *buffers*. *Journal of Analytical Chemistry*, 68(4), 215-223.
- Susrisweta, B., Veselý L., Radim Š., Astrid, H., Thomas, L., Dominik H. 2023. *International Journal of Pharmaceutics*, <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2023.123211>