

## PEMBUATAN LARUTAN STANDAR BUFFER FTALAT YANG TERTELUSUR UNTUK MENJAMIN KEAKURATAN PENGUKURAN pH PADA PEMANTAUAN KUALITAS AIR

Ayu Hindayani<sup>1\*</sup>, Nuryatini Hamim<sup>2</sup>, Oman Zuas<sup>3</sup>, Yosi Aristiawan<sup>4</sup>, Christine Elishian<sup>5</sup>,  
Harry Budiman<sup>6</sup>, Isna Komalasari<sup>7</sup>, Andreas<sup>8</sup>

<sup>1-6</sup>Pusat Riset dan Pengembangan Sumber Daya Manusia – Badan Standardisasi Nasional (PUSRISBANG SDM – BSN) Gedung 430 Kawasan PUSPIPTEK Serpong, Tangerang Selatan – Banten

<sup>7</sup>Standar Nasional Satuan Ukuran Kimia – Badan Standardisasi Nasional (SNSU Kimia – BSN) Gedung 420 Kawasan PUSPIPTEK Serpong, Tangerang Selatan – Banten

<sup>8</sup>Pusat Penelitian Kimia – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (PUSLIT Kimia – LIPI) Gedung 452 Kawasan PUSPIPTEK Serpong, Tangerang Selatan – Banten

\*e-mail: ayuhindayani@gmail.com

### ABSTRACT

A traceable standard solution of phthalate buffer has been made by the Laboratory of Electrochemistry, National Measurement Standards - National Standardization Agency. The standard solution of phthalate buffer 0.05 molal was prepared from potassium hydrogen phthalate. The pH value of this standard buffer solution was measured by Differential Potentiometric Cell. Then the homogeneity and short-term stability of the standard buffer solution was evaluated at 40°C for 4 weeks. The study showed that the standard solution was homogeneous and stable with a pH value of 4.008, as well as traceable to international standard (SI) through SRM NIST 185i. The prepared standard buffer solution can be used as one of the standard buffers for calibrating a pH meter using either a two-point or multipoint calibration method. By applying such prepared standard buffer solution in calibrating the pH meter for monitoring water quality purposes, then, accurate, reliable, and comparable pH measurement results can be assured. And also, it is expected to meet the national needs on maintaining the traceability of pH measurements in Indonesia.

**Keywords :** Differential Potentiometric Cell, Homogeneity, Short-term stability

### INTISARI

Telah dilakukan pembuatan larutan standar buffer ftalat yang tertelusur oleh Laboratorium Elektrokimia, Standar Nasional Satuan Ukuran – Badan Standardisasi Nasional. Larutan standar buffer ftalat 0,05 molal dibuat dari kalium hidrogen ftalat. Nilai pH larutan standar buffer ini diukur menggunakan Differential Potentiometric Cell. Homogenitas dan stabilitas jangka pendek larutan standar yang dibuat dievaluasi pada suhu 40°C selama 4 minggu. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa larutan standar yang dibuat bersifat homogen dan stabil dengan nilai pH 4,008 dan juga larutan standar yang dibuat tersebut tertelusur ke satuan internasional (SI) melalui SRM NIST 185i. Larutan standar buffer yang dibuat dapat digunakan sebagai salah satu larutan standar buffer dalam mengkalibrasi pH meter menggunakan metode kalibrasi dua titik atau banyak titik. Dengan menggunakan larutan standar buffer tersebut dalam mengkalibrasi pH meter untuk tujuan pengawasan lingkungan, maka hasil pengukuran pH yang akurat, dapat dipercaya dan dapat dibandingkan dapat dijamin. Dan juga, keberadaan larutan standar buffer ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dalam upaya memelihara ketertelusuran hasil pengukuran pH di Indonesia.

**Kata kunci :** Differential Potentiometric Cell, Homogenitas, Stabilitas jangka pendek

## 1. PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu unsur terpenting yang tidak dapat dipisahkan dari seluruh aktivitas makhluk hidup di bumi. Semua makhluk hidup memerlukan air untuk bertahan hidup dan berkembang biak. Air ditemukan sebanyak 80-90% pada tumbuhan yang digunakan untuk mendukung struktur sel, fungsi metabolisme, membawa nutrisi, dan fotosintesis. Pada hewan, air membentuk sekitar 75% dari berat tubuh yang digunakan untuk pertumbuhan dan berkembang biak, sedangkan 60% air pada tubuh manusia digunakan di semua sel, organ, dan jaringan untuk mengatur suhu tubuh dan mempertahankan fungsi bagian tubuh lainnya (Carter, 2019; Jèquier dan Constant, 2010; CAERT, 2011). Air juga merupakan komponen utama penyusun bumi yang menempati sekitar 70% permukaan bumi yang tersebar di laut, lapisan es, sungai, danau, dan air tanah. Dari 70% air dipermukaan bumi tersebut, hanya 0,3% dalam bentuk air tawar yang dapat dipergunakan oleh manusia yang berasal dari air permukaan dan air tanah. Sedangkan sebagian besar air (68,7%) terperangkap di lapisan es di kutub dan tidak dapat digunakan langsung oleh manusia (Balasubramanian, 2015; Ganoulis, 2009). Jumlah ini tidak sebanding

dengan semakin meningkatnya populasi manusia di dunia. Adanya perubahan iklim, bergesernya fungsi lahan serta aktivitas manusia seperti industri, pertambangan, dan penggunaan pestisida telah berdampak buruk terhadap penurunan kuantitas dan kualitas air.

Penurunan kuantitas air telah dialami oleh 40% populasi dunia yang berdampak langsung terhadap penurunan kualitas air yang tersedia, baik bagi manusia, tumbuhan, dan hewan (Wikipedia, 2019). Penurunan kuantitas air menyebabkan terjadinya peningkatan kadar garam tanah, pencemaran nutrisi, dan menaikkan suhu air menjadi lebih hangat. Salah satu dampak hal tersebut terhadap ekosistem adalah terjadinya pertumbuhan alga yang semakin meningkat dan mengakibatkan penurunan kualitas air, yaitu menurunnya konsentrasi oksigen terlarut yang dibutuhkan organisme perairan. Selain itu, kualitas air untuk minum manusia menjadi tidak aman (CNN, 2018; Karaouzas, *et al.*, 2018; Pfister, *et al.*, 2011). Dengan mempertimbangkan berbagai alasan tersebut, maka pemantauan kualitas air sangat penting untuk terus dilakukan demi menjaga berlangsungnya keseimbangan dalam kehidupan manusia dan ekosistemnya.

Pemantauan kualitas air dilakukan dengan mengukur parameter kualitas air (sifat fisika, kimia, dan biologi) kemudian dibandingkan dengan parameter standar sesuai dengan peruntukannya yang ditetapkan melalui peraturan (regulasi) (Carr dan Neary, 2008; Ritabrata, 2018). Berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No.82 Tahun 2001, klasifikasi peruntukan air berdasarkan kualitasnya dibagi menjadi empat kelas, diantaranya kelas satu untuk air baku air minum, kelas dua untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, dan pengairan, kelas tiga untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, dan pengairan serta kelas empat untuk pengairan (Paritiwi, 2020). Dalam pemantauan kualitas air, salah satu parameter yang sering digunakan adalah pH (Bartram dan Balance, 1996). Nilai pH air untuk lingkungan perairan dapat mempengaruhi berbagai proses yang terjadi seperti proses kelarutan pencemar dan keberlangsungan hidup didalamnya. Misalnya, pada pH rendah, logam berat dapat mudah larut dalam air, sehingga membahayakan organisme air dan juga manusia. Sedangkan, pada pH tinggi, ikan dan organisme air akan mati karena terjadi kerusakan pada jaringan insang dan kulit (Fondriest Environmental, 2013). Kriteria kualitas air untuk pH dalam air tawar berdasarkan US EPA yaitu 6,5 – 9 dan pH untuk air minum yaitu 6,5 – 8,5 (United States Environmental Protection Agency, 2018; Judith, 2019). Adanya perubahan pH pada suatu perairan dapat mengindikasikan terjadinya pencemaran yang kemudian dapat mengancam keseimbangan ekosistem di perairan tersebut. Oleh sebab itu, pengukuran pH yang akurat pada pemantauan kualitas air sangat penting untuk dapat diperoleh, karena dapat dijadikan data dukung bagi pemangku kepentingan dalam pengambilan kebijakan terkait lingkungan untuk melindungi ekosistem dan menjaga pasokan air yang aman dikonsumsi.

Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi keakuratan dalam pengukuran pH adalah ketepatan dan kebenaran dalam mengkalibrasi pH meter dan dalam hal ini dapat dicapai dengan menggunakan larutan standar buffer yang terjamin ketertelusurannya ke Satuan Internasional (SI) sesuai dengan persyaratan ISO 17025:2017. Penggunaan larutan standar buffer yang tertelusur ke SI telah dikenal secara luas akan mampu menghasilkan hasil pengukuran yang akurat, dapat dipercaya dan dapat dibandingkan dengan pengukuran pH di negara lainnya (Merck, 2021; ISO Technical Committees, 2017; De Bièvre, *et al.*, 2011; Radtke, *et al.*, 2019). Saat ini, sekitar 90% bahan kimia dan farmasi di Indonesia, termasuk larutan standar buffer masih bergantung pada pasokan impor (Pernando, 2018), yang memakan waktu dalam pengadaannya dan berbiaya tinggi. Dengan tujuan pemenuhan larutan standar buffer untuk kebutuhan dalam negeri dan dalam upaya menghindari ketergantungan pada pasokan impor, maka Laboratorium Elektrokimia di bawah Deputy Standar Nasional Satuan Ukuran – Badan Standardisasi Nasional (SNSU – BSN) sebagai Lembaga Metrologi Nasional Indonesia telah melakukan upaya pemenuhan tersebut melalui penelitian dan pengembangan terkait pembuatan larutan standar buffer tertelusur dengan tetap memastikan keakuratan, komparabilitas, dan ketertelusuran pengukuran pH di Indonesia (Hidayani, *et al.*, 2021).

Salah satu larutan standar buffer tertelusur yang telah dibuat Laboratorium Elektrokimia adalah larutan standar buffer ftalat. Larutan standar buffer ini nantinya dapat digunakan sebagai salah satu larutan standar buffer dalam mengkalibrasi pH meter dengan metode dua titik atau banyak titik yang digunakan dalam pengukuran air untuk pemantauan kualitas. Hasil kegiatan penelitian dan pengembangan larutan standar buffer tersebut disajikan dalam makalah ini.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian berkualitas pro analisa dan digunakan secara langsung tanpa proses pemurnian terlebih dahulu kecuali disebutkan berbeda. Kalium hidrogen ftalat berasal dari Merck, Jerman dan Kalium hidrogen ftalat SRM NIST 185i dari NIST, USA. Kedua bahan ini dikeringkan menggunakan oven selama 2 jam pada suhu 110°C dan disimpan dalam desikator untuk menghilangkan kadar air sebelum digunakan. Air demineral yang diperoleh dari *Thermo Scientific Barnstead Smart2pure water system* digunakan dalam pembuatan larutan standar buffer. Kemudian gas Hidrogen (H<sub>2</sub>) dengan kemurnian 99,9% diperoleh secara komersial dari PT. Surya Indotim Imex (SII) Indonesia.

### 2.2 Peralatan

Peralatan dan instrumen berikut digunakan dalam kegiatan penelitian ini. Timbangan dengan akurasi 1 mg (PR5003 DualRange, Mettler Toledo Swiss), oven kadar air (Heraeus Instruments), pengaduk magnet (Cimarec 2, Barnstead Thermolyne Corp. USA), stopwatch, gelas beker 1 L, botol Nalgene Poli Propilen (PP) dengan keran 20 L, botol nalgene HDPE 100 mL, dan 1 set sistem *Differential Potentiometric Cell* yang terdiri dari: multimeter digital 0,01 mV (34461A, Agilent Technologies Sdn Bhd, Malaysia), Penangas air 0,1 K (Thomas T-N22D, Jepang), pendingin (Thomas TRL-117NF, Jepang), thermometer digital (MKT50, Anton Paar GmBH, Jerman), Sel Baucke, electrode Platina (Pt) yang sudah dilapisi Paladium (Pd), dan *chamber* (Jepang).

### 2.3 Prosedur Penelitian

#### 2.3.1 Pembuatan larutan standar buffer ftalat 0,005 molal sebagai sampel

Sebanyak 10,3 g kalium hidrogen ftalat Merck ditimbang didalam gelas beker 1 L. Kemudian ditambahkan air demineral sampai beratnya mencapai 1.008,236 g. Larutan ini diaduk hingga larut sempurna menggunakan pengaduk magnet. Prosedur ini diulang sebanyak 10 kali. Kemudian larutan dimasukkan ke dalam botol Nalgene PP 20 L dan didiamkan selama 1 malam. Kemudian larutan ditransfer dan dikemas dalam botol Nalgene HDPE 100 mL. Sebanyak 100 botol larutan standar buffer ftalat didapat dari proses pembuatan. Prosedur pembuatan larutan standar buffer ftalat 0,05 molal mengikuti prosedur dalam makalah (Sujarwo dan Nuryatini, 2013).

#### 2.3.2 Pembuatan larutan standar buffer ftalat 0,005 molal sebagai standar

Sebanyak 10,3 g kalium hidrogen ftalat SRM NIST 185i ditimbang didalam gelas beker 1 L. Kemudian ditambahkan air demineral sampai beratnya mencapai 1.008,236 g. Larutan ini diaduk hingga larut sempurna menggunakan pengaduk magnet. Prosedur ini seperti dalam sertifikat analisis SRM NIST 185i (Gonzalez dan Watters, 2013).

#### 2.3.3 Uji Homogenitas

Uji homogenitas merupakan Langkah penting untuk dilakukan setelah pembuatan larutan standar buffer ftalat untuk memastikan bahwa semua larutan standar buffer ftalat dalam masing-masing botol memiliki nilai pH yang sama seperti yang dipersyaratkan dalam ISO 17034:2016 (ISO Technical Committees, 2016). Pada uji homogenitas, sebanyak 10 botol larutan standar buffer ftalat diambil secara acak dan diukur nilai pH nya menggunakan *Differential Potentiometric Cell* secara duplo. Kemudian diuji homogenitasnya menggunakan uji statistik F dengan analisis varian satu arah (*one way ANOVA*). Larutan standar buffer ftalat dikatakan homogen apabila nilai  $F < F_{\text{kritikal}}$  (Liu, *et al.*, 2018).

#### 2.3.4 Uji Stabilitas jangka pendek

Selain homogen, uji stabilitas juga sangat penting dilakukan untuk memastikan bahwa nilai pH larutan tidak berubah pada saat digunakan oleh pengguna, seperti yang disyaratkan dalam ISO 17034:2016 (ISO Technical Committees, 2016). Uji kestabilan jangka pendek dilakukan untuk melihat pengaruh perubahan suhu pada saat pengiriman ke pengguna terhadap nilai pH larutan standar buffer ftalat (Yang, *et al.*, 2016). Uji stabilitas jangka pendek larutan standar buffer ftalat dilakukan pada suhu 40°C selama 4 minggu. Kondisi ini menggambarkan kondisi transportasi larutan standar buffer ftalat sampai ke tangan pengguna. Sebanyak 8 botol larutan standar buffer ftalat diambil secara acak dan diukur nilai pH nya secara duplo menggunakan *Differential Potentiometric Cell*. Kemudian stabilitasnya dievaluasi menggunakan analisis regresi (Liu, *et al.*, 2018). Larutan standar buffer ftalat dikatakan stabil dan tidak ada perubahan nilai pH apabila  $|b_1| < t_{0,95,n-2} X s(b_1)$  (Yang, *et al.*, 2016). Dimana  $b_1$  adalah *slope*,  $s(b_1)$  adalah standar deviasi slope,  $t_{0,95,n-2}$  adalah t kritikal pada tingkat kepercayaan 95% dan  $n-2$  adalah derajat kebebasan (*df*) dengan  $n$  adalah banyaknya pengukuran kestabilan (Yang, *et al.*, 2016).

#### 2.3.5 Pengukuran nilai pH larutan standar buffer ftalat

Nilai pH larutan standar buffer 0,05 molal diukur menggunakan *Differential Potentiometric Cell* pada suhu 25°C (298 K). Perbedaan potensial antara larutan standar buffer ftalat Merck sebagai sampel dan SRM NIST 185i sebagai standar diukur sebagai  $\Delta E$ . Kedua larutan buffer ini ditempatkan pada sel Baucke yang berbentuk U dan terdapat membran berpori dibagian tengahnya. Pada masing-masing bagian sel diletakkan larutan buffer sebagai sampel dan standar serta elektroda Pt yang sudah dilapisi Pd dan dialiri gas H<sub>2</sub>. Kondisi kedua bagian sel Baucke harus identik. Kemudian sel Baucke dicelupkan pada penangas air pada suhu 298 K dan kedua elektroda dihubungkan dengan multimeter. Nilai pH larutan standar buffer ftalat dihitung menggunakan persamaan (1) (Hidayani, *et al.*, 2019).

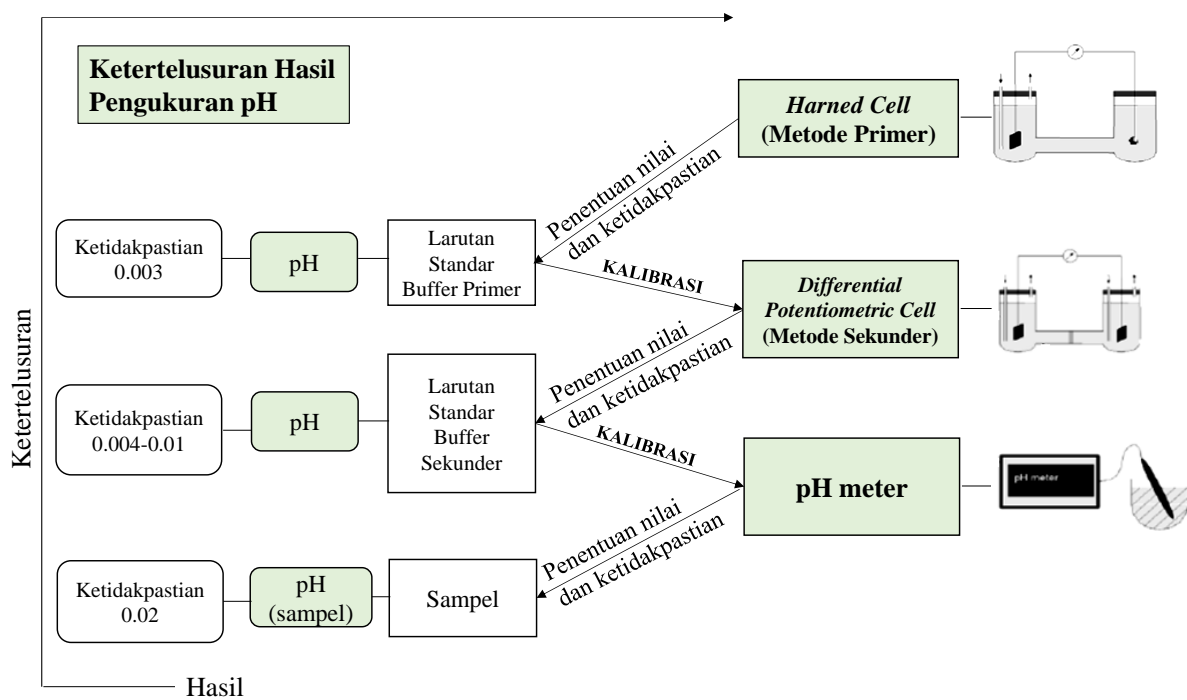
$$pH = pH_{SRM\ NIST\ 185i} - \frac{\Delta E \times F}{R \times T \times \ln 10} \quad (1)$$

Dimana nilai pH SRM NIST 185i pada suhu 25°C (298 K) berdasarkan sertifikat adalah 4,005 (Gonzalez dan Watters, 2013), F adalah konstanta Faraday (96.485 C·mol<sup>-1</sup>), R adalah tetapan gas universal (8,314 J·K<sup>-1</sup>·mol<sup>-1</sup>), dan T adalah suhu pengukuran dalam Kelvin (Gonzaga, *et al.*, 2013). Prosedur pengukuran nilai pH larutan standar buffer ftalat menggunakan *Differential Potentiometric Cell* lebih detail dijelaskan dalam makalah (Hidayani, *et al.*, 2019).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Laboratorium Elektrokimia merupakan bagian dari Lembaga Metrologi Nasional (NMI) Indonesia yang memiliki tugas fungsi melakukan penelitian dan pengembangan bahan acuan di bidang elektrokimia seperti larutan standar buffer agar pengukuran di Indonesia menjadi akurat, terpercaya, dan tertelusur (Hidayani, *et al.*, 2021). Salah satu larutan standar buffer yang telah dibuat yaitu larutan standar buffer ftalat yang nilai pH nya diukur menggunakan *Differential Potentiometric Cell*.

*Differential Potentiometric Cell* merupakan metode sekunder pengukuran pH yang pertama kali digunakan oleh F. Baucke pada tahun 1994. Sehingga sel nya dinamakan sel Baucke (Gonzaga, *et al.*, 2013). Metode ini tertelusur ke larutan standar buffer primer karena digunakan sebagai acuan atau pembanding dalam pengukuran dengan syarat memiliki komposisi yang sama dengan larutan standar buffer yang diukur nilai pH nya. Dalam hal ini, larutan standar buffer ftalat yang dibuat tertelusur ke SRM NIST 185i. Larutan standar buffer ftalat yang dibuat disebut sebagai buffer sekunder karena pengukuran nilai pH nya menggunakan metode sekunder. Selanjutnya, buffer sekunder dapat digunakan untuk mengkalibrasi pH meter yang biasa digunakan oleh laboratorium untuk mengukur pH sampel air, misalnya dalam pemantauan kualitas air. Adapun hasil pengukuran menggunakan pH meter yang dikalibrasi menggunakan larutan buffer sekunder ini terjamin ketertelusurannya ke SI. Skema ketertelusuran pengukuran pH di sajikan secara skematik seperti pada Gambar 1 (Spitzer dan Seitz, 2010).



**Gambar 1.** Skema ketertelusuran pengukuran pH (Spitzer dan Seitz, 2010)

Sebelum digunakan dalam pengukuran nilai pH larutan standar buffer ftalat, instrumen *Differential Potentiometric Cell* divalidasi terlebih dahulu untuk mengevaluasi kinerjanya. Validasi telah dilakukan pada penelitian sebelumnya dan didapatkan akurasi dan presisi yang baik, sehingga metode ini dapat digunakan pada pengukuran pH larutan standar buffer ftalat (Hidayani *et al.*, 2019).

#### 3.1 Uji Homogenitas Larutan Standar Buffer Ftalat

Larutan standar buffer ftalat yang sudah dibuat dan dikemas dalam botol Nalgene HDPE 100 mL diuji homogenitasnya sebelum didistribusikan dan digunakan oleh laboratorium pengguna. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa setiap botol larutan standar buffer ftalat memiliki nilai pH yang sama (Guimarães *et al.*, 2014). Uji homogenitas dilakukan dengan mengukur pH larutan secara duplo menggunakan *Differential Potentiometric Cell* untuk 10 botol larutan standar buffer ftalat yang diambil secara acak dan hasilnya disajikan dalam Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil pengukuran pH larutan standar buffer ftalat

No.	Nilai pH	
	Pengukuran ke-1	Pengukuran ke-2
1	4,008	4,008

No.	Nilai pH	
	Pengukuran ke-1	Pengukuran ke-2
2	4,007	4,008
3	4,008	4,008
4	4,007	4,007
5	4,008	4,007
6	4,008	4,007
7	4,007	4,007
8	4,008	4,008
9	4,007	4,007
10	4,008	4,008
Nilai pH rata-rata		4,008

Hasil pengukuran menunjukkan larutan standar buffer ftalat memiliki nilai pH 4,008. Kemudian, homogenitasnya dievaluasi secara statistik menggunakan uji statistik  $F$  dengan analisis varian satu arah (*one way ANOVA*) yang terlihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil uji statistik *one way ANOVA* pada uji homogenitas larutan standar buffer ftalat

Sumber Variasi	SS	df	MS	F	P-value	F <sub>kritisal</sub>
Antar Botol	3,45E-06	9	3,83E-07	2,56	0,08	3,02
Dalam Botol	1,5E-06	10	1,5E-07			
Total	4,95E-06	19				

Hasil Anova menunjukkan nilai  $F$  (2,56) kurang dari  $F_{kritisal}$  (3,02). Hal ini berarti larutan standar buffer ftalat yang dibuat dan dikemas dalam 100 botol HDPE 100 mL bersifat homogen dengan nilai pH 4,008.

### 3.2 Uji Stabilitas Jangka Pendek

Selain homogen, larutan standar buffer ftalat juga harus dapat dipastikan kestabilannya. Pada penelitian ini dilakukan uji stabilitas jangka pendek pada suhu 40°C selama 4 minggu yang menggambarkan kondisi pengiriman larutan standar buffer ftalat ke pengguna di laboratorium. Dimana minggu ke-0 merupakan nilai pH awal pada saat uji homogenitas. Sebanyak 8 botol larutan standar buffer ftalat yang diambil secara acak diukur nilai pH nya setiap minggu. Hasil pengukuran pH terlihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil pengukuran pH pada suhu 40°C selama 4 minggu

Minggu ke-	Nilai pH pada suhu 40°C		
	Pengukuran ke- 1	Pengukuran ke- 2	Rata-rata
0	4,008	4,008	4,008
1	4,007	4,008	4,008
2	4,008	4,009	4,009
3	4,009	4,009	4,009
4	4,009	4,009	4,009

Kemudian hasil pengukuran pH pada suhu 40°C selama 4 minggu dievaluasi stabilitasnya secara statistik menggunakan analisis regresi. Hasil analisis regresi untuk uji kestabilan larutan standar buffer ftalat terlihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Analisis regresi pada kestabilan larutan standar buffer ftalat

	Koefisien	Standar deviasi	t	$t_{0,95,n-2}$
<i>Intercept, b<sub>0</sub></i>	4,008	0,00024	16362,59	3,182
<i>slope, b<sub>1</sub></i>	0,00030	0,0001	3	

Dari hasil analisis regresi didapat nilai  $b_1$  adalah 0,00030 yang nilainya lebih kecil dari  $|b_1| < t_{0,95,n-2} \times s(b_1)$  yaitu  $(3,182 \times 0,0001=0,00032)$ . Hal ini mengindikasikan larutan standar buffer ftalat stabil selama pengiriman ke pengguna dilaboratorium.

#### 4. KESIMPULAN

Larutan standar buffer ftalat yang dibuat Laboratorium Elektrokimia bersifat homogen dengan nilai pH 4,008 dan bersifat stabil dengan tidak terpengaruh oleh kondisi pengiriman (suhu 40°C selama 4 minggu) ke pengguna dilaboratorium. Selanjutnya larutan standar buffer ftalat dapat digunakan sebagai salah satu buffer untuk mengkalibrasi pH meter dalam pengukuran pH kualitas air yang terjamin ketertelusurannya ke satuan internasional (SI).

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian Kimia – LIPI dan DIPA PUSRISBANG SDM - BSN yang telah membiayai penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Balasubramanian, A. (2015). *Technical report: the world's water*. India: University of Mysore.
- Bartram, J., Ballance, R. (1996). *Water quality monitoring: a practical guide to the design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programs*. London: E & FN Spon.
- CAERT, Inc. (2011). *The importance of water, carbohydrates, and fats*. Diakses tanggal 5 Februari 2021, dari [https://www.chicagoagr.org/ourpages/auto/2011/3/14/56334481/The%20importance%20of%20water\\_%20carbs%20and%20fats.pdf](https://www.chicagoagr.org/ourpages/auto/2011/3/14/56334481/The%20importance%20of%20water_%20carbs%20and%20fats.pdf)
- Carr, G. M., Neary, J. P. (2008). *Water quality for ecosystem and human health, 2nd Edition*. Kanada: UN GEMS/Water Programme Office.
- Carter, S. (2019). *Plant nutrition*. Diakses tanggal 5 Februari 2021, dari <https://courses.lumenlearning.com/wmopen-biology2/chapter/plant-nutrition/>
- CNN Indonesia. (2018). PBB: Dunia dalam bahaya krisis air global. Diakses tanggal 8 Februari 2021, dari <https://www.cnnindonesia.com/internasional/20180315122456-134-283227/pbb-dunia-dalam-bahaya-krisis-air-global>
- De Bièvre, P., Dybkaer, R., Fajgelj, A., Hibbert, D, B. (2011). Metrological traceability of measurement results in chemistry: Concepts and implementation (IUPAC Technical Report). *Pure and Applied Chemistry*, 83, 1873–1935
- Fondriest Environmental, Inc. (2013). *pH of water-fundamentals of environmental measurements*. Diakses tanggal 16 Februari 2021, dari <https://www.fondriest.com/environmental-measurements/parameters/water-quality/ph/>
- Ganoulis, J. (2009). *Chapter 1-Water Resources: quantity and quality*. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Gonzaga F.B., Dias J.C., Jehnert D., Werner, B., Schräpler, K., Vyskočil, L. (2013). Evaluation of a compact differential cell for secondary pH measurements by a bilateral interlaboratory comparison. *Electroanalysis*, 25, 1955–1959.
- Gonzalez C., Watters Jr. R. (2013). *Certificate of analysis SRM@NIST 185i potassium hydrogen phthalate pH standard*. USA: Department of Commerce United States of America.
- Guimarães, E.F., do Rego, E.C.P., Cunha, H.C.M., Rodrigues, J.M., Figueroa-Villar, J.D., (2014), Certified reference material for traceability in environmental analysis: PAHs in toluene. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 25, 351–360.
- Hidayani, A., Hamim, N., Elishian, C., Aristiawan, Y., Mulyana, M.R., Handayani, E.M., Pratiwi, E., Ginanjar, G. (2021). Establishment of traceability chain for pH measurement in Indonesia. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1011, 1-8.
- Hidayani, A., Zuas, O., Sujarwo., Krismastuti, F.S.H., Nuryatini. (2019). Preparation of secondary pH of phthalate buffer solution using differential potentiometric cell: method validation and application. *Chemistry & Chemical Technology*, 13, 377–383.
- ISO Technical Committees. (2017). *ISO/IEC 17025:2017: general requirements for the competence of testing and calibration laboratories*. Switzerland: ISO copyright.
- ISO Technical Committees. (2016). *ISO 17034-general requirements for the competence of reference material producers*. Switzerland: ISO copyright.
- Jèquier, E., Constant, F. (2010). Review water as an essential nutrient: the physiological basis of hydration. *European Journal of Clinical Nutrition*, 64,115–123.
- Judith. (2019). *Water quality 101: what is pH in water testing?*. Diakses tanggal 9 Februari 2021, dari <https://blog.jencoi.com/what-is-ph-in-water-testing>
- Karaouzas, I., Theodoropoulos, C., Vardakas, L., Kalogianni, E., Skoulikidis, N. Th. (2018). A review of the effects of pollution and water scarcity on the stream biota of an intermittent Mediterranean basin. *River Research and Applications*, 34, 291–299.
- Liu, C., Ding, Z., Tian, Y., Yi, L., & Huang, N. (2018). Discussion on homogeneity assessment of reference materials based on uncertainty comparison method. *Accreditation and Quality Assurance*, 23, 103–108.

- Merck. (2021). *Reliable calibration in pH measurement*. Diakses tanggal 10 Februari 2021, dari [https://www.merckmillipore.com/ID/id/products/analytcs-sample-prep/reference-materials/certipur-reference-material-for-reliable-calibration-in-pH-measurement/8BCb.qB.700AAAE\\_bhV3.Lxj.nav](https://www.merckmillipore.com/ID/id/products/analytcs-sample-prep/reference-materials/certipur-reference-material-for-reliable-calibration-in-pH-measurement/8BCb.qB.700AAAE_bhV3.Lxj.nav)
- Paritiwi, D. Y. (2020). Dampak pencemaran logam berat (timbal, tembaga, merkuri, kadmium, krom) terhadap organisme perairan dan kesehatan manusia. *Jurnal Akuatek*, 1, 59-65.
- Pernando, A. (2018). 90% Bahan Baku Industri Farmasi & Kimia Diimpor. Diakses tanggal 16 Februari 2021, dari <https://ekonomi.bisnis.com/read/20180814/257/828110/90-bahan-baku-industri-farmasi-kimia-diimpor>
- Pfister, S., Bayer, P., Koehler, A., Hellweg, S. (2011). Environmental impacts of water use in global crop production: hotspots and trade-offs with land use. *Environmental Science and Technology*, 45, 5761–5768.
- Radtke, D.B., Busenberg, E., Wilde, F.D., Kurklin, J.K. (2019) *pH*. Diakses tanggal 16 Februari 2021, dari [https://pubs.usgs.gov/twri/twri9a6/twri9a64/twri9a\\_Section6.4.pdf](https://pubs.usgs.gov/twri/twri9a6/twri9a64/twri9a_Section6.4.pdf)
- Ritabrata, R., (2018). An Introduction to water quality analysis. *International Journal for Environmental Rehabilitation and Conservation*, 9, 94-100.
- Spitzer P., Seitz S. (2010). Metrological traceability chain for pH measurement results. *MAPAN*, 25, 191-196.
- Sujarwo, Nuryatini. (2013). Karakterisasi dan uji homogenitas kandidat bahan acuan buffer ftalat dan buffer fosfat untuk pengukuran derajat keasaman. *JKTI*, 15, 9-14.
- United States Environmental Protection Agency. (2018). *pH*. Diakses tanggal 7 Februari 2021, dari <https://www.epa.gov/caddis-vol2/caddis-volume-2-sources-stressors-responses-ph>
- Wikipedia. (2019). *Kelangkaan air*. Diakses tanggal 8 Februari 2021, dari [https://id.wikipedia.org/wiki/Kelangkaan\\_air](https://id.wikipedia.org/wiki/Kelangkaan_air).
- Yang, M., Wang, M., Zhou, J., Song, Y., Wang, T. (2016). Characterization and uncertainty assessment of a certified reference material of chloramphenicol methanol (GBW(E)082557). *International Journal of Analytical Chemistry*, 2016, 1-8.